



SALA DE SITUAÇÃO DE MINAS GERAIS

Instituto Mineiro de Gestão das Águas



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
Objetivo	2
Objetivos Específicos	2
Pensando no futuro	3
SALA DE SITUAÇÃO DE MINAS GERAIS	5
LOCALIZAÇÃO	5
INFRAESTRUTURA	5
RECURSOS HUMANOS	6
ATRIBUIÇÕES DOS ÓRGÃOS NA OPERAÇÃO DA SALA DE SITUAÇÃO	9
INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM)	9
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA)	9
SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO (SGB/CPRM)	9
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMAD)	10
COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL (CEDEC)	10
COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG)	10
CONTEXTO HIDROMETEOROLÓGICO DE MINAS GERAIS	11
CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO	11
ÁREAS COM MAIOR SUCEPTIBILIDADE A EVENTOS CRÍTICOS	14
REDE DE MONITORAMENTO	18
HIDROLOGIA	18
METEOROLOGIA	19
FLUXO OPERACIONAL DA SALA DE SITUAÇÃO	22
PRODUTOS E SERVIÇOS - METEOROLOGIA	23
PRODUTOS E SERVIÇOS - HIDROLOGIA	37
PRODUTOS E SERVIÇOS - HIDROMETEOROLOGIA	41
PÚBLICO ALVO	45
MELHORIAS E APRIMORAMENTOS MAPEADOS	47

I - REESTRUTURAÇÃO DA EQUIPE _____	47
I - PLANO DE COMUNICAÇÃO _____	49
II - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE METEOROLOGIA _____	50
III - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE HIDROLOGIA _____	53
III - MODERNIZAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA DE MINAS GERAIS _____	54
IV - SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROCLIMÁTICAS _____	55
ANEXO I - TERMINOLOGIA TÉCNICA _____	57
ANEXO II - SIMBOLOGIA BÁSICA _____	67
ANEXO III - FONTES DE DADOS _____	69
ANEXO IV - TERMO DE REFERÊNCIA - OPERAÇÃO DA REDE HIDROLÓGICA DE MINAS GERAIS _____	70
ANEXO V - TERMO DE REFERÊNCIA - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE METEOROLOGIA _____	145
ANEXO VI - TERMO DE REFERÊNCIA - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE HIDROLOGIA _____	155
ANEXO VII - ESCOPO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROCLIMÁTICAS	173

INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), criada pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Integra o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e é a entidade federal responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que tem entre seus objetivos a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Por intermédio da sua Sala de Situação, inaugurada em novembro de 2009, a ANA realiza o acompanhamento das condições hidrometeorológicas de bacias hidrográficas prioritárias e do armazenamento dos principais reservatórios do país, visando subsidiar a tomada de decisões para minimizar os efeitos de secas e inundações. Para tanto, utiliza dados de monitoramento de chuvas, níveis e vazões de rios, operação dos principais reservatórios, previsões de tempo e clima, modelos hidrológicos e registros de ocorrências de situações de emergência ou estado de calamidade pública nos municípios brasileiros.

A partir dos eventos de cheia nos estados de Alagoas e Pernambuco, ocorridos em junho de 2010, nas bacias dos rios Mundaú, Paraíba, Una, Sirinhaém e Capibaribe, que resultaram na perda de vidas humanas e bens materiais, além de desalojarem e desabrigarem dezenas de milhares de famílias, a Agência começou a apoiar os estados na estruturação de Salas de Situação próprias.

As Salas de Situação estaduais realizam o acompanhamento de forma análoga à da ANA, diferenciando-se na escala espacial de análise. Esses espaços funcionam como centros de gestão de situações críticas e subsidiam a tomada de decisão por parte dos órgãos gestores de recursos hídricos estaduais, identificando possíveis ocorrências de eventos críticos por meio do acompanhamento das condições hidrológicas dos principais sistemas hídricos do estado. Dessa maneira, permitem a adoção de medidas preventivas e mitigadoras dos efeitos de secas e inundações.

Em Minas Gerais, a Sala de Situação é operada pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), que é o órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos do estado. O IGAM coordena e executa ações voltadas para a preservação da quantidade e da qualidade das águas, atuando por meio do monitoramento contínuo das águas superficiais e subterrâneas, da elaboração e acompanhamento dos planos estaduais de recursos hídricos, além do fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) e das Agências de Bacia. Todas essas ações seguem o princípio de uma gestão descentralizada, participativa e integrada, que busca garantir o uso sustentável dos recursos hídricos e a segurança hídrica no território mineiro.

De acordo com o Decreto nº 47.866, de 19 de fevereiro de 2020, as atividades de monitoramento hidrometeorológico e acompanhamento de eventos críticos em Minas Gerais são conduzidas pela Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos (GMHEC), que compõe a Diretoria Operações e Eventos Críticos (DMEC) do IGAM. No âmbito da GMHEC, são realizadas ações contínuas de monitoramento das condições hidrológicas e meteorológicas do estado, com foco no acompanhamento dos níveis e vazões dos rios, na observação das chuvas e desastres naturais de origem atmosférica, e na análise das condições de tempo e clima.

Dessa forma, a Sala de Situação do Estado de Minas Gerais se consolida como um espaço estratégico para o monitoramento e a gestão de eventos hidrometeorológicos críticos, promovendo a integração entre dados, instituições e ações. Ao fornecer informações qualificadas em tempo oportuno, a Sala de Situação contribui para a prevenção de desastres, o fortalecimento da gestão de recursos hídricos e a proteção das populações potencialmente afetadas por eventos extremos no estado.

Objetivo

A Sala de Situação do Estado de Minas Gerais tem como objetivo principal integrar dados hidrológicos, meteorológicos e ambientais, promovendo a análise contínua e a consolidação de informações qualificadas que subsidiem a gestão de eventos hidrometeorológicos críticos. Busca, ainda, apoiar a tomada de decisões estratégicas, fortalecer as ações de prevenção, alerta e resposta a desastres, e garantir a disseminação das informações aos órgãos competentes e à sociedade.

Objetivos Específicos

- **Monitorar e prevenir crises hídricas:** Com um monitoramento contínuo das condições dos recursos hídricos, é possível detectar precocemente situações de escassez, grandes acumulados de precipitação, granizo, ondas de calor ou frio, baixa umidade relativa do ar, condições atmosféricas que propiciem concentração de poluentes no ar ou eventos extremos, como secas e enchentes. Isso permite a adoção de medidas preventivas para minimizar os impactos negativos e tomar ações emergenciais, evitando crises hídricas e seus efeitos sobre a população, a agricultura, a indústria e o meio ambiente.
- **Tomar decisões baseada em evidências:** A Sala de Situação deve fornecer dados e análises confiáveis, subsidiando a tomada de decisões informadas e embasadas em evidências. Isso evita decisões baseadas em intuições ou informações imprecisas, promovendo uma gestão mais eficiente e racional dos recursos hídricos.
- **Integrar Órgãos e Instituições:** A sala atua como um ponto central de encontro entre informações de diferentes órgãos governamentais, instituições de pesquisa, empresas e organizações da sociedade civil envolvidas na gestão da água. A integração desses atores possibilita a coordenação de esforços, o compartilhamento de responsabilidades e a elaboração de políticas e planos mais abrangentes e coerentes.
- **Comunicar e garantir a transparência:** A Sala de Situação também tem um papel importante na comunicação com o público em geral, disseminando informações sobre a situação dos recursos hídricos, os desafios enfrentados e as ações empreendidas para solucioná-los.
- **Adaptar às mudanças climáticas:** Em um cenário de mudanças climáticas, as incertezas em relação aos padrões de chuva e disponibilidade hídrica são ampliadas. Uma Sala de Situação é essencial para acompanhar essas mudanças, elaborar estratégias de adaptação e mitigação de impactos e promover a resiliência dos sistemas hídricos.

- **Planejar investimentos:** A partir das informações e projeções disponibilizadas pela sala, é possível direcionar melhor os investimentos em infraestrutura hídrica, priorizando ações que sejam mais necessárias e estratégicas para o desenvolvimento sustentável da região.

Pensando no futuro

Desde sua inauguração em 2014, a Sala de Situação do IGAM tem desempenhado um papel importante no monitoramento hidrometeorológico, servindo como um ponto decisivo para a coleta e disseminação de informações essenciais. No entanto, o avanço das mudanças climáticas, o crescimento populacional e a crescente demanda por recursos hídricos impõem novos desafios cada vez mais complexos e urgentes. Reconhecendo essa realidade dinâmica, torna-se necessário que a Sala de Situação não apenas continue operando, mas que evolua e se reestruture. É uma jornada de aprimoramento contínuo, alinhada intrinsecamente com a missão estratégica do IGAM de garantir a segurança hídrica e promover o desenvolvimento sustentável em Minas Gerais.

A sociedade nos exige agilidade, precisão e, acima de tudo, a capacidade de antecipar e mitigar eventos críticos. A operação da Sala de Situação, embora funcional desde 2014, enfrenta a necessidade premente de uma readequação em sua estrutura física e uma recomposição de seu quadro de pessoal. Não se trata apenas de atualizar equipamentos, mas de construir um ecossistema operacional que reflita a complexidade e a urgência dos desafios hídricos e climáticos.

Atualmente, percebemos uma demanda crescente por sistemas de informação e bancos de dados robustos e integrados, capazes de agilizar as atividades de rotina das nossas equipes de meteorologia e hidrologia. Os processos manuais, embora realizados com dedicação, inerentemente limitam o tempo de resposta e podem comprometer a precisão das análises em momentos de alta criticidade. A modernização aqui significa superar as limitações operacionais, garantindo que nossos especialistas possam dedicar seu tempo à análise estratégica e à tomada de decisão informada, e não à compilação e organização de dados que poderiam ser automatizados.

Uma Sala de Situação moderna e bem estruturada é a base para decisões embasadas em dados confiáveis. Essa é a essência da nossa abordagem para o enfrentamento de crises hídricas e desafios ambientais. Ao investir em uma infraestrutura física, em tecnologia de ponta, em espaços adequados e, crucialmente, na capacitação contínua dos nossos profissionais, estamos construindo uma fortaleza de conhecimento e ação.

Um dos pilares mais significativos desta modernização é a aproximação com a sociedade e com todos os nossos públicos-alvo. Acreditamos que a informação é uma ferramenta poderosa para a prevenção e a resiliência. Com esta reestruturação, os beneficiários - que incluem uma vasta gama de órgãos públicos como o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA), Coordenadoria Estadual e Defesa Civil (CEDEC), Secretaria Estadual de Agricultura e Pecuária (SEAPA), entre outros, além, é claro, de toda a população do Estado de Minas Gerais - terão acesso a informações mais precisas, em tempo real e de forma mais acessível. Isso não apenas otimiza a gestão de recursos hídricos, mas empodera comunidades e instituições a agir de forma mais eficaz diante de eventos extremos.

A transformação do modelo operacional da Sala de Situação é um componente estratégico do Plano de Ação Climática de Minas Gerais. Essa iniciativa é mais do que uma atualização; é uma

transformação na nossa capacidade técnica e operacional. Ao otimizar a integração de dados hidrometeorológicos e possibilitar a realização de simulações em tempo real, estamos fortalecendo nossa primeira linha de defesa contra desastres naturais. Isso, por sua vez, melhora exponencialmente a coordenação entre as diversas instituições envolvidas na gestão de eventos críticos, criando uma rede de segurança mais robusta e responsiva.

Em um cenário global de mudanças climáticas e um aumento preocupante na frequência e intensidade de eventos extremos, sejam eles secas prolongadas ou inundações devastadoras, a implementação desta solução surge como uma resposta eficaz e profundamente alinhada com as demandas por segurança hídrica do nosso estado.

Esta iniciativa não é apenas uma resposta a uma necessidade operacional imediata; ela é um reflexo direto do Planejamento Estratégico do IGAM. Nosso planejamento enfatiza a inovação e a modernização como elementos centrais na qualidade dos serviços oferecidos, o capítulo “Melhorias e Aprimoramentos Mapeados” detalha a reestruturação propostas. A reestruturação da Sala de Situação é, portanto, vital para apoiar decisões baseadas em dados. Seu impacto direto se traduzirá em uma mitigação de riscos mais eficiente e uma redução de perdas econômicas e sociais associadas a desastres hidrológicos.

SALA DE SITUAÇÃO DE MINAS GERAIS

A região sudeste do Brasil apresenta um período chuvoso que compreende os meses de outubro a março e o período de seca nos demais meses. No caso do estado de Minas Gerais soma-se ainda a influência dos fatores locais tais como a topografia que juntamente com o aquecimento diurno podem alterar a ocorrência, o comportamento e a intensidade das precipitações.

Frequentemente grande parte do Estado vem sendo atingido por eventos hidrometeorológicos extremos. Estes eventos vão desde a ocorrência de inundações à escassez de água, causando significativos danos a toda população, ao meio ambiente, aos bens vulneráveis e as atividades sociais e econômicas.

Em março de 2014, a Sala de Situação de Minas Gerais foi inaugurada, a fim de realizar o monitoramento e acompanhamento das tendências hidrológicas no estado, bem como subsidiar a tomada de decisões.

Em Minas Gerais, considerando que a operação do Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SIMGE) se encontra sob responsabilidade do IGAM e a interdependência entre eles, os serviços prestados pelo SIMGE compõem os serviços e produtos disponibilizados pela Sala de Situação.

LOCALIZAÇÃO

Tendo em vista a integração de várias instituições, a Sala de Situação está funcionando nas dependências da Cidade Administrativa do Estado de Minas Gerais, a qual abriga a maior parte dos órgãos estaduais intervenientes.

As atividades estão sendo desenvolvidas no Prédio Minas, 1º andar, sala 5, 6 e 7.



Figura 1: Cidade Administrativa.

INFRAESTRUTURA

Equipamentos e requisitos de suporte para a montagem da sala de situação

Para assegurar a operação eficiente da Sala de Situação, a infraestrutura tecnológica e física é reconhecida como um elemento central para todas as suas atividades. Em consonância com as Diretrizes para Estruturação de Salas de Situação Estaduais, sugeridas pela Agência Nacional de Águas (ANA), a funcionalidade deste ambiente crucial depende intrinsecamente da disponibilidade de uma série de equipamentos especializados, a Tabela 1 detalhada a infraestrutura atual do Sala de Situação de Minas Gerais.

Tabela 1 - Conjunto de equipamentos da Sala de Situação

ITEM	OBJETO	QUANTIDADE
1	Microcomputador Desktop	4
2	Microcomputador portátil (notebook)	1
3	Projektor Multimídia (data show)	1
4	Televisores/Monitores 55"	2

Layout da Sala de Situação

A Sala de Situação de Minas Gerais é composta por um ambiente típico de escritório, compartilhado com a Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos (GMHEC), conforme croqui a seguir.

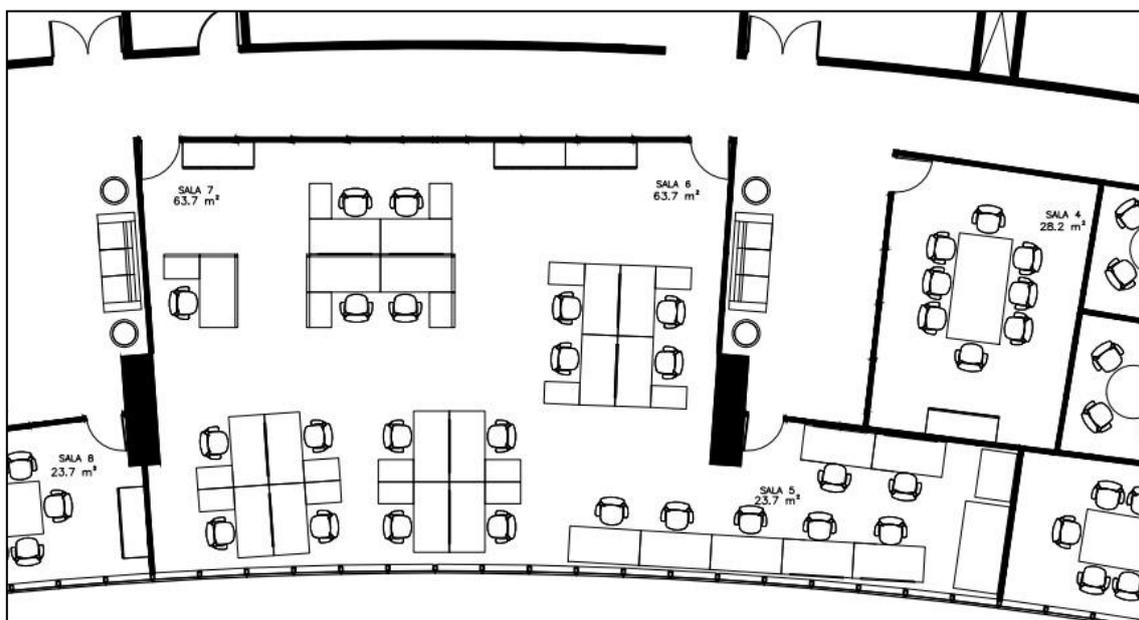


Figura 2: Layout da GMHEC.

RECURSOS HUMANOS

A operação da Sala de Situação é conduzida por profissionais capacitados e com formações específicas, que possam avaliar os dados coletados e interpretá-los, visando à prevenção de eventos hidrológicos críticos e à articulação com outras instituições envolvidas nas situações de alerta de eventos críticos e desastres naturais relacionados ao campo de atuação da Sala.

A equipe técnica da Sala de Situação é formada por cinco analistas especializados, divididos entre as áreas de meteorologia e hidrologia:

Meteorologia: Conta com três meteorologistas responsáveis pela análise e interpretação de dados meteorológicos, emissão de previsões e acompanhamento de eventos extremos. Dois desses meteorologistas operacionais atuam também no Centro Integrado de Comando e Controle (CICC),

colaborando com a análise em tempo real de fenômenos meteorológicos e contribuindo para a pronta resposta a eventos críticos.

Hidrologia: Conta com dois analistas que atuam na avaliação dos recursos hídricos e impactos hidrológicos, contribuindo para a gestão de eventos críticos relacionados à seca e inundações.

Atribuições da Equipe

De uma forma geral, as ações da Sala de Situação se traduzem na geração e disseminação de informações sobre os eventos hidrológicos críticos. As ações associadas aos membros da equipe durante a operação anual da Sala podem ser sintetizadas da seguinte forma:

Coordenação da Sala (Gerente GMHEC)

Escala de serviço: Segunda a Sexta-feira;

Principais atribuições: Atuar na gestão técnica e estratégica da Sala de Situação, garantindo o planejamento, a coordenação e o acompanhamento das atividades da equipe, a articulação entre áreas internas e externas, e o alinhamento das ações com os objetivos institucionais.

Principais atividades de rotina:

- Distribuir tarefas entre os analistas;
- Acompanhar a execução das atividades técnicas e administrativas;
- Articular a integração entre subequipes, como hidrologia e meteorologia;
- Representar o setor em reuniões institucionais e interinstitucionais;
- Apoiar o planejamento orçamentário e administrativo do setor;
- Acompanhar indicadores de desempenho do setor.

Analista de Hidrologia

Escala de serviço: Segunda a Sexta-feira;

Principais atribuições: Desempenhar funções técnicas especializadas no monitoramento hidrológico, contribuindo para a produção de informações qualificadas e integradas, essenciais à gestão de eventos críticos e ao suporte à tomada de decisão.

Principais atividades de rotina:

- Acompanhamento diário das condições hidrológicas;
- Análise e validação de dados hidrológicos;
- Produção de boletins e relatórios técnicos;
- Apoio no planejamento de campanhas de campo;

- Geração e análise de séries históricas hidrológicas;
- Realização de alinhamentos com a equipe de meteorologia;
- Participar de reuniões estratégicas com parceiros.

Analista de Meteorologia

Escala de serviço: Segunda a Sexta-feira;

Principais atribuições: Atuar em funções inerentes à meteorologia, analisando dados observados e produtos de modelagem numérica de tempo e clima de forma a produzir diagnósticos, previsões e informações para subsidiar a tomada de decisão diante de eventos críticos.

Principais atividades de rotina:

- Analisar imagens de satélite, radares meteorológicos, estações meteorológicas, sondagens atmosféricas, modelos numéricos etc.
- Realizar previsões meteorológicas e climatológicas;
- Monitorar tempo e clima;
- Disponibilizar alertas e avisos meteorológicos.
- Produzir documentos com informações meteorológicas (boletins, relatórios, informativos, notas técnicas etc.);
- Atender demandas relacionadas à meteorologia.
- Compartilhar as informações relevantes com os demais técnicos.

ATRIBUIÇÕES DOS ÓRGÃOS NA OPERAÇÃO DA SALA DE SITUAÇÃO

Para garantir a funcionalidade da Sala de Situação e para melhor compreensão, seguem as principais atribuições dos órgãos participantes:

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM)

- Coordenar as atividades da Sala de Situação do Estado de Minas Gerais;
- Realizar a análise integrada dos dados hidrológicos e meteorológicos, emitindo boletins técnicos e relatórios periódicos sobre a situação hidrometeorológica do estado.
- Promover reuniões de alinhamento periódico com os órgãos parceiros para avaliação de cenários críticos e definição de ações coordenadas.
- Promover e participar da implantação de sistemas voltados à prevenção e mitigação dos efeitos de eventos hidrológicos críticos, bem como do intercâmbio de informações, incluindo aquelas geradas por sistemas de alerta já implantados e sob responsabilidade do IGAM.
- Estruturar e manter equipes de campo e escritório para atuação na operação e manutenção de redes de monitoramento hidrometeorológico, inclusive para executar as manutenções corretivas das estações ligadas ao sistema de previsão de eventos hidrológicos críticos, e no processamento e difusão de dados e informações;
- Responsabilizar-se pela guarda, uso e conservação dos equipamentos;
- Participar do intercâmbio de dados e informações hidrometeorológicas, visando à integração das bases de dados dos demais partícipes, em formato compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA)

- Capacitar as equipes do Estado para a operação da Sala de Situação e seus sistemas de prevenção e mitigação de eventos hidrológicos críticos (secas e inundações).
- Apoiar o Estado no desenvolvimento de produtos e estratégias voltadas à prevenção e mitigação dos efeitos de eventos hidrológicos críticos.
- Participar do intercâmbio de dados e informações hidrometeorológicas, visando à integração das bases de dados dos demais partícipes, em formato compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).
- Apoiar a implantação de sistemas de alerta de previsão de eventos hidrológicos críticos.

SERVIÇO GEOLÓGICO BRASILEIRO (SGB/CPRM)

- Participar do intercâmbio de dados e informações hidrometeorológicas, visando à

integração das bases de dados dos demais partícipes, em formato compatível com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (SEMAD)

- Apoiar a equipe de escritório para operação de sistema de monitoramento e previsão de eventos hidrológicos críticos.
- Apoiar na fiscalização de campo, em articulação com as demais instituições envolvidas.
- Apoiar a divulgação das informações e resultados produzidos no âmbito da Sala de Situação.

COORDENADORIA ESTADUAL DE DEFESA CIVIL (CEDEC)

- Treinar e capacitar agentes de Defesa Civil para atuarem em seus respectivos municípios;
- Acompanhar as ações de monitoramento e de previsão de eventos críticos;
- Difundir alertas de eventos críticos e prestar orientações preventivas aos Municípios; e
- Manter um canal permanente de comunicação com os órgãos Municipais que permita a transmissão e recebimento de alertas 24 horas por dia, inclusive nos finais de semana e feriados.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG)

- Compartilhar informações relevantes com a Sala de Situação.
- Apoiar as atividades de monitoramento nos horários não cobertos pela equipe do IGAM, colaborando para a continuidade das ações de vigilância meteorológica.

CONTEXTO HIDROMETEOROLÓGICO DE MINAS GERAIS

Minas Gerais, com sua vasta extensão territorial e diversidade geográfica, apresenta um cenário hidrometeorológico complexo e dinâmico, marcado por regimes pluviométricos distintos e uma inerente suscetibilidade a eventos extremos. A compreensão aprofundada desses padrões e das vulnerabilidades específicas do estado é fundamental para a operação estratégica da Sala de Situação. Este capítulo se aprofundará nas características climatológicas da precipitação, delineando os períodos chuvosos e secos que moldam a disponibilidade hídrica, e identificará as áreas com maior sensibilidade a fenômenos como escassez de água e inundações. Tal análise contextualiza os desafios enfrentados na gestão dos recursos hídricos mineiros e sublinha a importância do monitoramento contínuo e das ações preventivas para garantir a segurança hídrica e a resiliência do estado.

CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO

Período Chuvoso

A definição de período ou estação chuvosa refere-se a uma determinada época do ano em que se concentra o maior volume de chuva anual. A frequência e intensidade dos fenômenos meteorológicos atuantes determinam a estação chuvosa. Como referência, pode-se associar o período chuvoso crítico à concentração de picos de cheias nos rios.

Considerando a avaliação realizada pela Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos - SUM/ANA, em novembro de 2011, os períodos chuvosos críticos no Brasil, tendo definido períodos críticos para acompanhamento hidrológico nas regiões brasileiras.



Figura 3 - Períodos críticos de cheia para acompanhamento (Nota Técnica nº 01/2011/SUM, ANA).

Minas Gerais se destaca por apresentar uma grande extensão territorial e uma distribuição topográfica bastante irregular, além de estar em uma região tropical de transição afetada por sistemas meteorológicos de latitudes médias e tropicais. A climatologia do Estado se origina de circulações globais, como as células de circulação atmosférica tropical, e os sistemas frontais (fatores dinâmicos) e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional (fatores estáticos), bastante acidentada.

Devido ao seu relevo e posição geográfica, tem clima diversificado, associado à resposta do comportamento dinâmico da atmosfera e oceanos, pela variabilidade dos fenômenos desde a escala do intrasazonal ao interanual, além dos fenômenos meteorológicos tipicamente locais, que atuam de forma direta ou indireta no regime pluvial. Outra característica importante é que o estado apresenta no decorrer do ano hidrológico dois períodos meteorologicamente distintos: um período chuvoso e outro seco.

O período chuvoso ocorre de outubro de um ano a março do ano seguinte e representa quase a totalidade das chuvas que ocorrem dentro do ano hidrológico, sendo que no período de verão, temos a maior ocorrência de precipitações de larga escala e ainda precipitações convectivas localizadas e intensas. Os principais fenômenos meteorológicos atuantes compreendem as frentes frias, que interagem com a massa de ar tropical, formando a Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS, sendo este o principal responsável pelos acumulados de chuva mais significativos. Também atuam os cavados de onda curta, o Anticiclone do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), que dependendo de suas posições influenciam na determinação dos períodos de estiagens dentro da estação chuvosa. Além dos sistemas causadores ou inibidores de precipitação, também é importante citar as tempestades severas que são capazes de gerar granizo, vendavais e/ou tornados, causando danos e grande impacto na sociedade. Ainda, este mesmo tipo de sistema pode, também, ser responsável por altas taxas de precipitação que culminam em enchentes e alagamentos.

Climatologicamente, o total das precipitações ocorridas durante os 6 meses do período chuvoso de Minas Gerais vai de valores de aproximadamente 1400 mm a valores próximos a 800 mm, ocorrendo essa diminuição em direção aos setores norte e nordeste do estado.

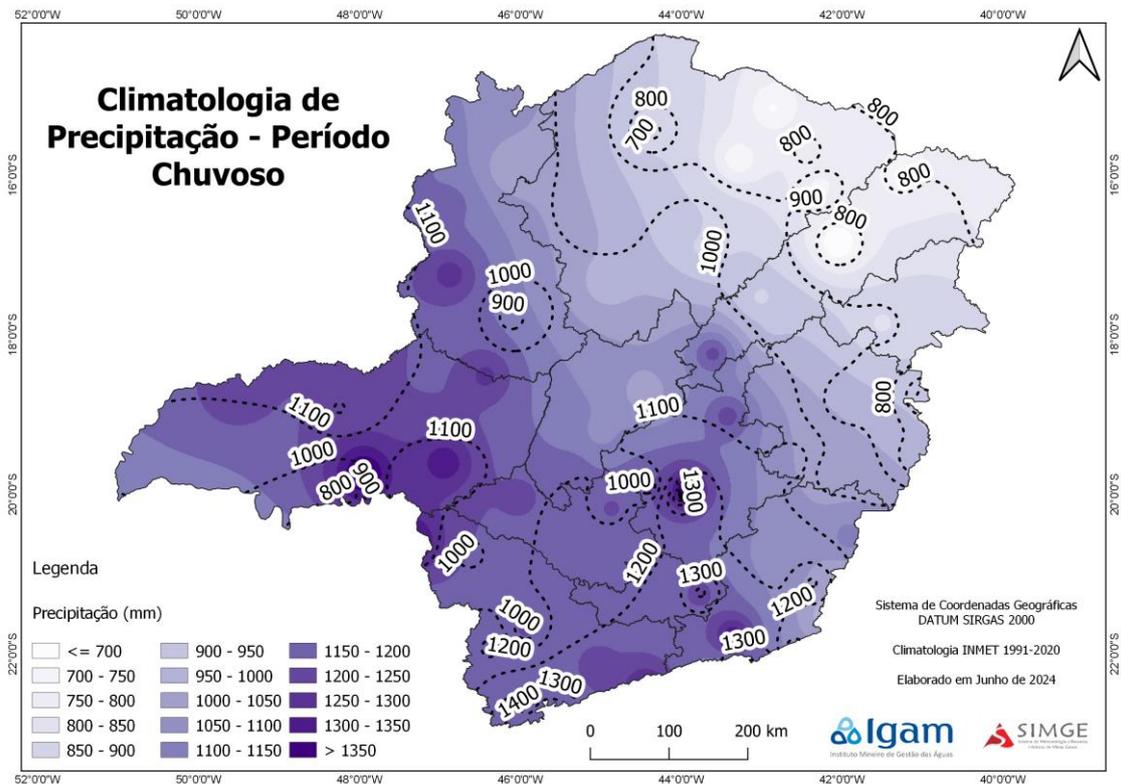


Figura 4 - Distribuição da média climatológica da chuva para o período chuvoso. Fonte: SIMGE

Já o período seco, ocorre entre abril e setembro, sendo fortemente influenciado por um sistema de alta pressão nos níveis médios da atmosfera que normalmente se localiza sobre Minas Gerais. Esse sistema age principalmente entre julho e setembro e provoca uma forte subsidência, ou seja, movimentos descendentes dentro da atmosfera, o que impede a convergência de umidade e formação de convecção. A climatologia de chuvas no decorrer dos seis meses do período seco, segundo o SIMGE, se caracteriza por baixos acumulados quando comparados àqueles da estação chuvosa. O normal desse período é chover pouco ou até mesmo períodos de meses sem chover, o que aumenta diretamente o risco de incêndios.

Nesse caso os maiores acumulados são observados entre o Triângulo, Sul de Minas e todo o setor leste do estado, em torno de 350 mm. Nesta época, as frentes frias e frentes frias menos intensas e com trajetórias mais oceânicas ainda causam instabilidades nas mesorregiões Sul e Zona da Mata devido a estas serem montanhosas. Já as chuvas das mesorregiões do leste do estado sofrem influência do regime de circulação oceânica que desvia umidade para dentro do continente provocando chuvas não muito fortes, mas significantes.

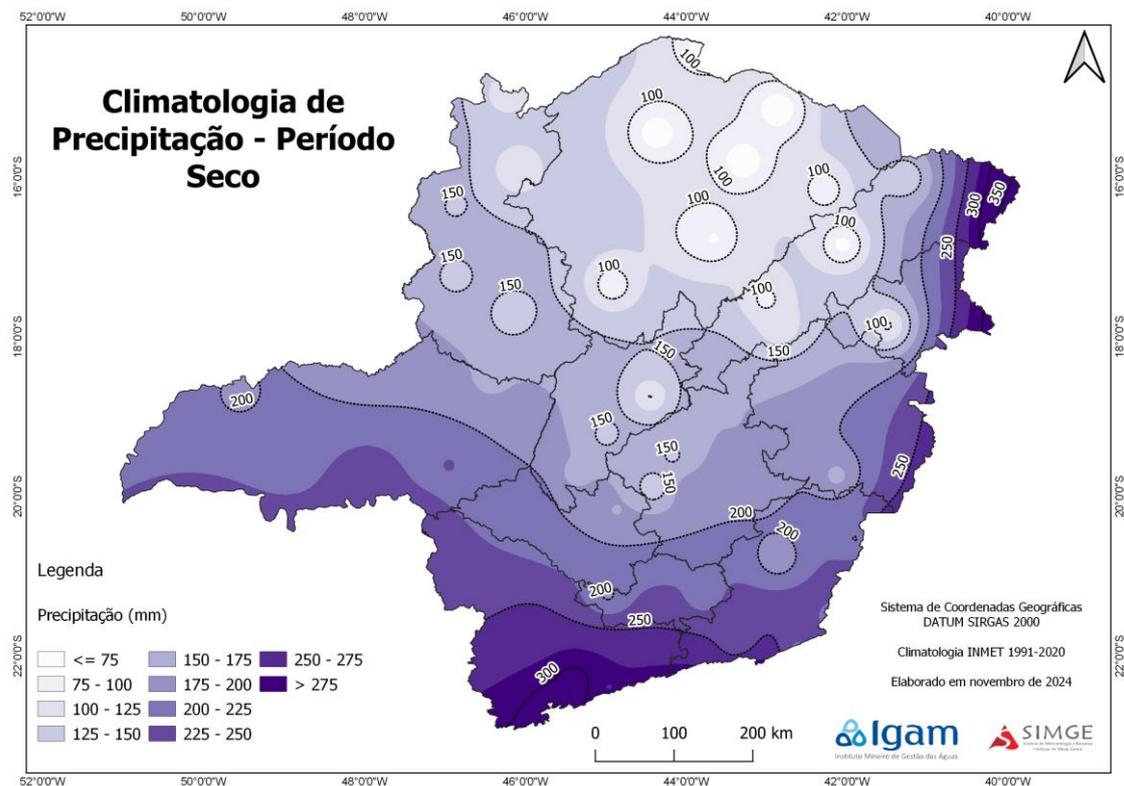


Figura 5 - Distribuição da média climatológica da chuva para o período seco. Fonte: SIMGE

ÁREAS COM MAIOR SUCEPTIBILIDADE A EVENTOS CRÍTICOS

Escassez Hídrica

A escassez hídrica é compreendida como uma situação crítica em que a disponibilidade de água nos cursos d'água se reduz a níveis que comprometem os usos múltiplos, demandando a adoção de medidas emergenciais e restritivas de gestão para assegurar o atendimento prioritário das demandas essenciais.

Em Minas Gerais, a escassez hídrica foi regulamentada por meio da Deliberação Normativa CERH/MG nº 49/2015, que estabelece diretriz e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Posteriormente, a referida norma foi parcialmente alterada pela Deliberação Normativa CERH/MG nº 50/2015, que trouxe ajustes complementares ao seu conteúdo.

A identificação da escassez hídrica, conforme disposto na Deliberação, baseia-se no monitoramento contínuo das vazões dos rios e na comparação com a Q7,10, parâmetro estatístico que corresponde à menor média móvel de sete dias consecutivos de vazão com período de retorno de dez anos. Esse critério é aplicado às porções hidrográficas sem regularização. Nas porções hidrográficas com regularização, por sua vez, a escassez é caracterizada quando o estado de armazenamento dos reservatórios apresentar, mediante estudos de simulação de balanço hídrico, risco de não atendimento aos usos outorgados no reservatório e a jusante até o final do período seco.

A Deliberação CERH/MG nº 49/2015 define três estados progressivos para a caracterização da escassez: Atenção, Alerta e Restrição de Uso, os quais orientam a atuação dos órgãos gestores e dos usuários da água.

O Estado de Atenção é declarado quando a média das vazões diárias observadas, ao longo de sete dias consecutivos, estiver inferior a 200% da Q7,10. Embora este estágio não imponha restrições formais ao uso da água, ele exige a intensificação do monitoramento hidrológico, o reforço da vigilância técnica e o acompanhamento contínuo da situação, uma vez que a persistência desse quadro pode evoluir rapidamente para condições mais críticas.

O Estado de Alerta ocorre quando a média das vazões diárias de sete dias consecutivos se encontra igual ou inferior a 100% da Q7,10, ou ainda quando os estudos de simulação de balanço hídrico, conforme previstos no item II do artigo 6º da DN, indicam risco de não atendimento das demandas outorgadas no reservatório e a jusante até o final do período seco. Neste estágio, é fundamental que os órgãos gestores e os usuários iniciem o planejamento e a adoção de medidas preventivas, como a racionalização voluntária dos usos, a elaboração de estratégias de enfrentamento articuladas e o fortalecimento das ações de comunicação e transparência junto à sociedade.

O Estado de Restrição de Uso representa a formalização da escassez hídrica e é declarado quando a média das vazões diárias de sete dias consecutivos observadas nos postos de monitoramento fluviométrico de referência for inferior a 50% da Q7,10 nas bacias hidrográficas do estado, ou inferior a 70% da Q7,10 nas bacias dos rios Jequitaiá, Pacuí, Urucuia, Pandeiros, Verde Grande, Pará, Paraopeba e Velhas. O Estado de Restrição também pode ser estabelecido quando os resultados das simulações de balanço hídrico apontarem risco superior a 70% de não atendimento aos usos outorgados até o final do período seco. Nesse cenário, a DN prevê a adoção de medidas restritivas obrigatórias, como a suspensão da emissão de novas outorgas, o indeferimento de solicitações de ampliação de volumes outorgados e a aplicação de reduções proporcionais nos volumes captados, conforme o tipo de uso. As reduções mínimas a serem aplicadas incluem: 20% para abastecimento humano e dessedentação de animais, 25% para irrigação, 30% para uso industrial e agroindustrial, e 50% para os demais usos. O órgão gestor poderá, no entanto, autorizar flexibilizações quando demonstrada a necessidade de atendimento de usos prioritários ou de situações emergenciais devidamente justificadas.

Inundações

Para diagnosticar a situação referente aos cursos d'água suscetíveis a inundações em Minas Gerais, a SEMAD realizou um mapeamento através de metodologia estabelecida pela ANA que classifica os trechos dos corpos de água quanto ao grau de vulnerabilidade, apresentado através dos trechos críticos. O mapeamento foi realizado com o apoio do IGAM, CEDEC-MG, dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH's), das Agências de Bacias Hidrográficas e de um Consórcio Intermunicipal. Estes órgãos contribuíram com informações referentes aos recursos hídricos e os eventos naturais em suas áreas de atuação.

Foram levantados dados relacionados às chuvas no estado no período de 2007 a 2012 e, a partir destes dados realizou-se uma avaliação qualitativa da Frequência das Inundações levando em conta o intervalo em anos em que as inundações costumam ocorrer, sendo considerado trecho com Frequência Alta de inundações aqueles que inundaram nos últimos 5 anos, com Frequência Média

aqueles que inundaram entre 5 e 10 anos e de Frequência Baixa para os que inundaram há no mínimo 10 anos.

Também foi feita a avaliação do Grau dos Impactos levando em conta a ocorrência de danos à vida, às propriedades e da interrupção dos serviços públicos e privados. Considerou-se trecho de Impacto Alto aqueles em que as inundações resultaram em risco de dano à vida humana e danos significativos a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura públicas e residências; Impacto Médio os que ocorreram danos razoáveis a serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura públicas e residências; Impacto Baixo aqueles em que ocorreram danos localizados.

A Vulnerabilidade para cada trecho foi então obtida em função da Frequência das Inundações e do Grau dos Impactos: Os trechos inundáveis são classificados quanto à vulnerabilidade Baixa (impacto baixo e frequência de inundações média ou baixa), Média (impacto médio e frequências de inundações média ou baixa ou impacto baixo e frequência alta de inundações) e Alta (impacto alto e qualquer frequência de inundações ou impacto médio e frequência alta de inundações).

Foram identificados 1.518 trechos inundáveis em Minas Gerais, sendo que as Bacias Hidrográficas dos Rios São Francisco (597), Doce (304) e Grande (277) apresentaram, juntas, 77,6% do total de trechos inundáveis identificados. Já quanto ao parâmetro frequência de inundações, dos 1518 trechos de inundação, 56% foram classificados de frequência Alta. As Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) SF5 (Rios das Velhas) e SF3 (Rio Paraopeba), ambas pertencentes à Bacia do Rio São Francisco, destacam-se pelas ocorrências de inundação, ocupando o primeiro e terceiro lugar, respectivamente, dentre as dez de maior frequência de ocorrência no Estado. Os Rios Pomba e Muriaé, tributários da Bacia do Rio Paraíba do Sul, ocupam a segunda colocação entre os de maior ocorrência de inundações, sendo identificados 87 trechos. Em terceiro está o Rio Piranga.

Quanto à vulnerabilidade observa-se que 39% dos trechos identificados apresentaram vulnerabilidade Média a inundações, correspondendo a 595 pontos. Constatou-se que as minorias dos trechos inundáveis (27%) foram classificadas como vulnerabilidade Alta.

Finalmente, foram classificados os trechos críticos, ou seja, são aqueles que apresentam vulnerabilidade alta à inundação e impacto alto. Das 36 UPGRH's, 14 possuem trechos classificados como críticos (Rio das Velhas, Rio Paraopeba, Rio Pará, Rio das Mortes e Jacaré, Entorno do Reservatório de Furnas, Rio Verde, Rio Sapucaí, Rio Piranga, Rio Piracicaba, Rio Santo Antônio, Rio Suaçuí Grande, Rio Caratinga e Rio Manhuaçu) e estes trechos estão presentes em três Bacias Federais (Rio São Francisco, Rio Grande e Rio Doce). Os rios Paraopeba (SF3) e Piranga (DO1) apresentaram, respectivamente, 51 e 44 trechos críticos. Juntos, estes corpos de água representam 40,2% dos trechos críticos mineiros. A partir dos dados levantados e representados, foram desenvolvidos os mapas de vulnerabilidade a inundações em Minas Gerais (Figura 6).

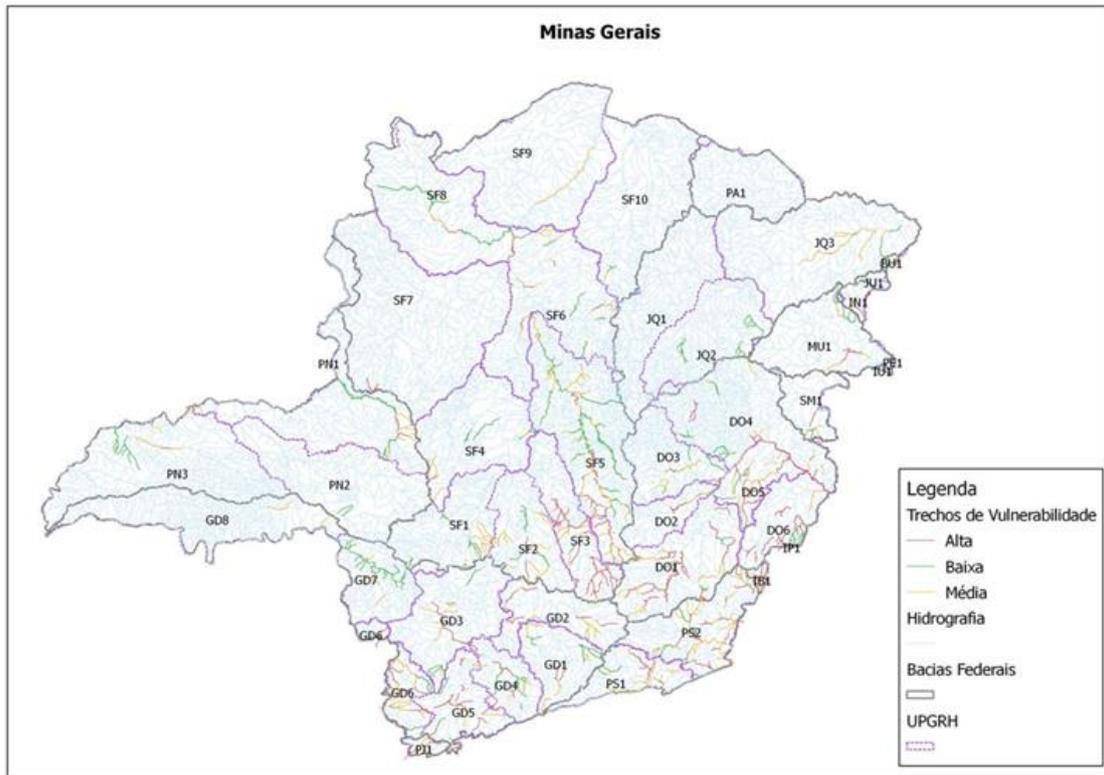


Figura 6 - Mapa de Vulnerabilidade à Inundações.

É importante destacar que mesmo apresentando número reduzido de trechos críticos, os municípios com grandes aglomerados urbanos devem receber atenção especial, uma vez que os impactos causados pelas inundações nestes trechos podem afetar as estruturas básicas (comércio, transporte, indústria, alimentação, escolas, dentre outras) de pessoas em uma área reduzida, gerando impactos econômicos e sociais consideráveis.

REDE DE MONITORAMENTO

A eficácia da Sala de Situação reside, primordialmente, na robustez e abrangência de sua rede de monitoramento. Este capítulo tem como objetivo detalhar a infraestrutura que fornece os dados hidrológicos e meteorológicos essenciais para a análise, previsão e gestão de eventos críticos. Não se trata apenas da infraestrutura própria do Igam, mas também da valiosa rede de colaboração com vários parceiros estratégicos que, juntos, compõem um sistema integrado de coleta de informações. Desde estações pluviométricas e fluviométricas até radares meteorológicos e sistemas de telemetria, cada ponto de monitoramento contribui para o panorama completo das condições hídricas e climáticas de Minas Gerais, permitindo que a Sala de Situação atue de forma proativa e informada.

HIDROLOGIA

Atualmente, o monitoramento hidrológico realizado pelo IGAM está estruturado em três redes operacionais distintas (Figura 7). Cada uma dessas redes possui objetivos e características técnicas específicas, definidas de acordo com diferentes demandas de monitoramento, e se diferenciam quanto ao tipo de estação utilizada, à frequência de coleta de dados e ao tipo de dado gerado.

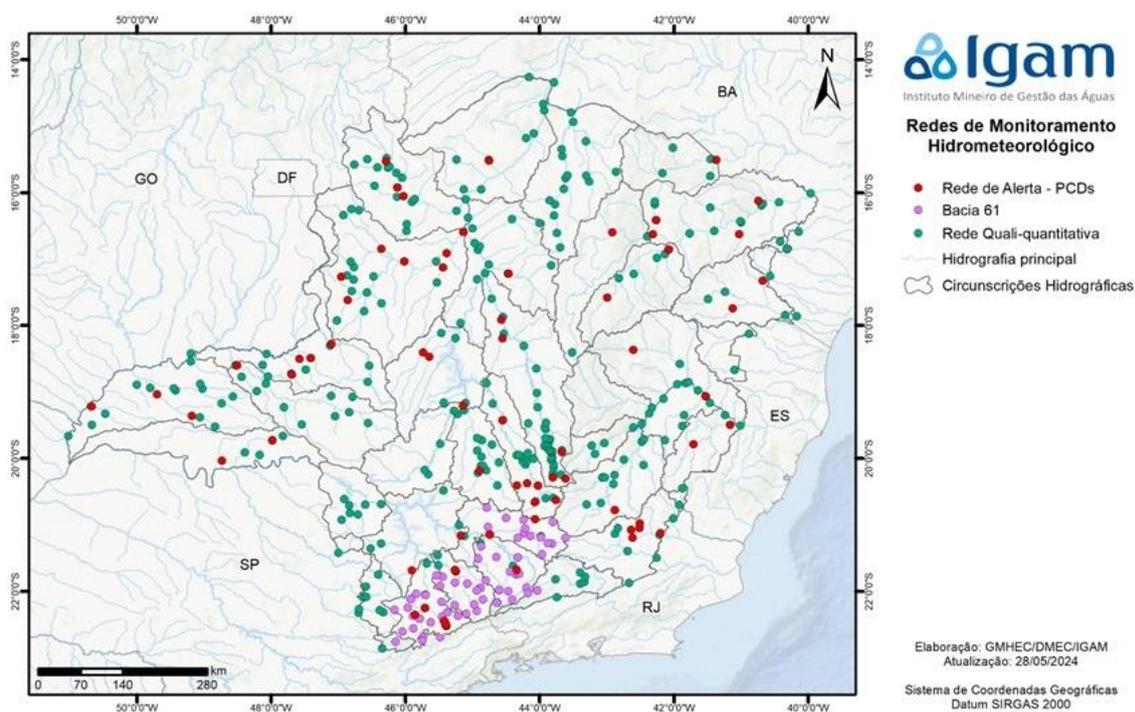


Figura 7: Rede Hidrológica

A Rede de Alerta, composta por 67 estações automáticas telemétricas, tem como principal finalidade subsidiar o monitoramento de eventos hidrológicos críticos. Dentre essas estações, 62 são do tipo fluviométrico e pluviométrico (Plu e Flu) e 5 são exclusivamente pluviométricas. Essas estações operam com transmissão de dados em tempo real, realizando medições a cada 15

minutos, o que permite o acompanhamento contínuo das condições hidrológicas, como enchentes e estiagens.

A Rede da Bacia do Rio Grande (Bacia 61) é composta por 41 estações fluviométricas e 65 estações pluviométricas, totalizando 106 pontos de monitoramento. Trata-se de uma rede formada por estações convencionais, cujas leituras manuais são realizadas por observadores locais, com medições e manutenções executadas pela equipe de campo do IGAM. Essas estações integram a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), sob responsabilidade da ANA, e são operadas pelo IGAM por meio de parceria formalizada com a referida instituição.

A Rede Quali-Quantitativa é composta por 305 estações fluviométricas distribuídas em diferentes regiões hidrográficas do estado. Essa rede adota uma abordagem integrada de monitoramento, com campanhas semestrais que combinam a medição de vazão com a coleta de amostras para análise da qualidade da água.

Além das redes operadas diretamente pelo IGAM, também são utilizados dados provenientes de estações de monitoramento mantidas por instituições parceiras, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM), o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), entre outros. A integração dessas redes complementares amplia a cobertura espacial e temporal do monitoramento hidrológico em Minas Gerais, promovendo uma gestão mais eficaz, técnica e articulada dos recursos hídricos no estado.

METEOROLOGIA

Em Minas Gerais, O monitoramento meteorológico em escala regional iniciou em 1997, através da criação do Sistema de Meteorologia e recursos Hídricos de Minas Gerais - SIMGE. A principal rede meteorológica utilizada, pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. São 62 estações automáticas e 14 estações convencionais, distribuídas conforme a Figura 8.

Torna-se importante chamar atenção para a diferença entre uma estação pluviométrica e uma estação meteorológica. As estações meteorológicas são equipamentos complexos, compostos por diversos sensores, nos quais são registrados além de dados de precipitação, dados das demais variáveis meteorológicas como temperatura, umidade relativa etc.

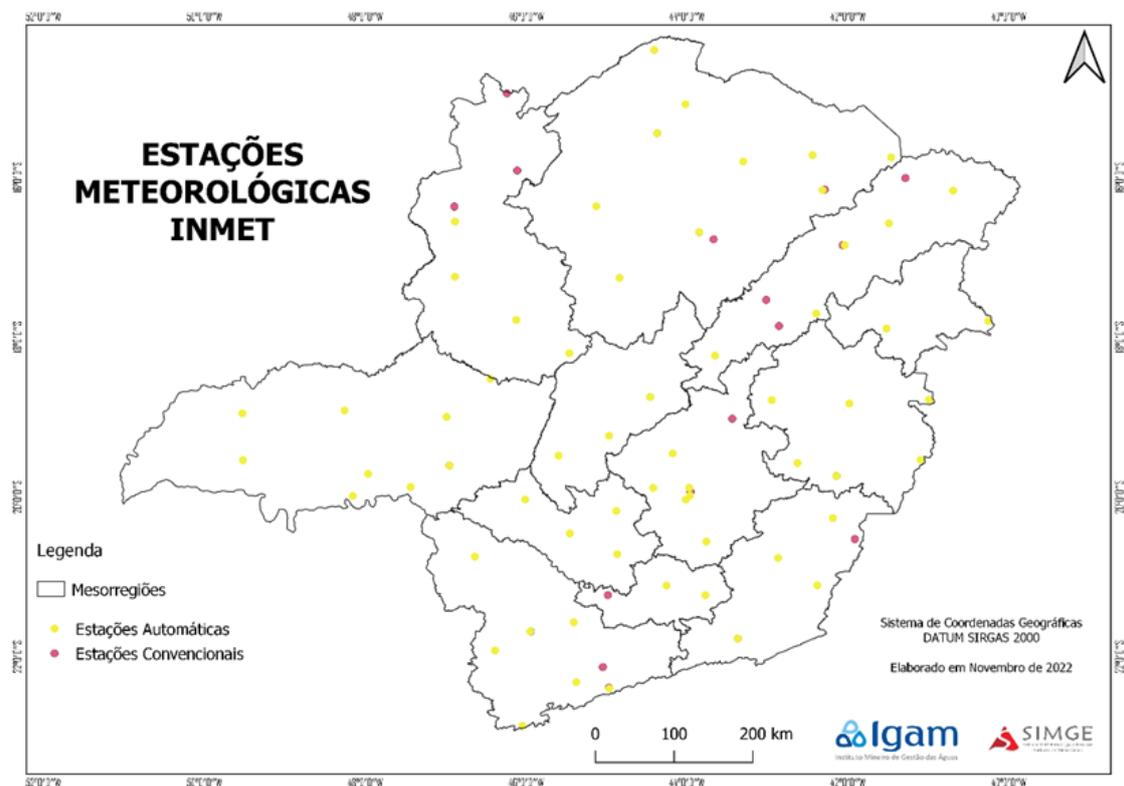


Figura 8: Mapa da rede das estações meteorológicas da rede do INMET.

Já a rede de radares meteorológicos é composta por 4 equipamentos, sendo três pertencentes ao Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN e um pertencente à Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, respectivamente instalados em Três Marias, São Francisco, Almenara e Mateus Leme. Além dos radares instalados em Minas Gerais, utilizam-se também radares instalados nos estados vizinhos, tais como Rio de Janeiro, Espírito Santo, São Paulo, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul, para monitorar regiões de Minas Gerais que não fazem parte da cobertura dos equipamentos instalados no estado. A única mesorregião de Minas Gerais que não conta com a cobertura de nenhum radar meteorológico é o Triângulo Mineiro, sendo necessária uma ampliação da rede para aquela região. Na figura 9 a seguir, é possível observar a localização dos equipamentos instalados em Minas Gerais, bem como o raio de cobertura deles.

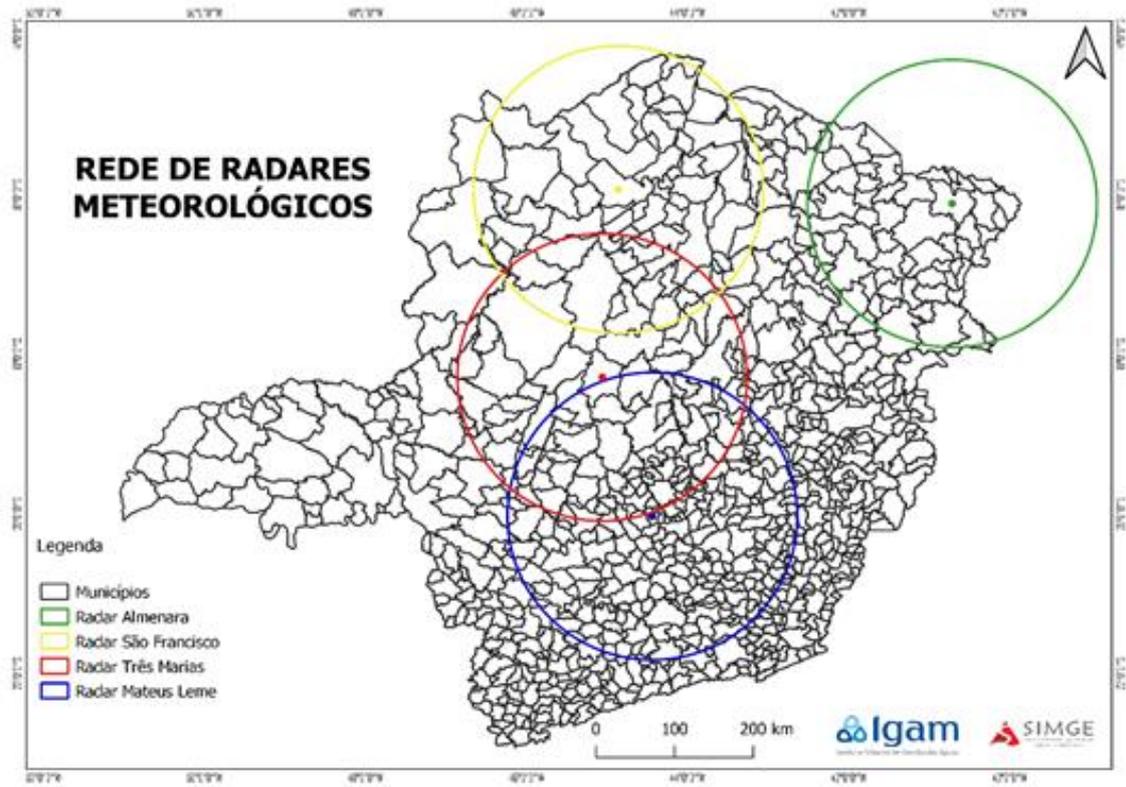


Figura 9 - Mapa da rede dos radares meteorológicos de Minas Gerais.

FLUXO OPERACIONAL DA SALA DE SITUAÇÃO

A Sala de Situação configura-se como um núcleo estratégico essencial para o monitoramento hidrometeorológico e a gestão proativa dos recursos hídricos em Minas Gerais. Sua operação é fundamental para subsidiar a tomada de decisões, prevenir e mitigar impactos de eventos críticos, como secas e inundações, e garantir a segurança hídrica para a população e os diversos usos da água no estado.

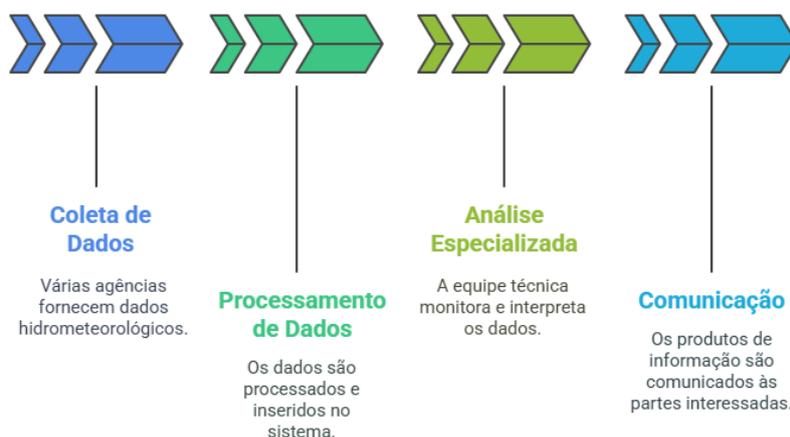


Figura 10 - Fluxograma Sala de Situação

O presente fluxo (Figura 10) descreve as etapas cruciais que viabilizam o funcionamento eficaz da Sala de Situação:

- **Coleta de Dados:** A base de toda análise inicia-se com a recepção contínua de informações provenientes de diversas e renomadas instituições parceiras, que fornecem um panorama abrangente das condições hidrometeorológicas e operacionais dos sistemas hídricos. As fontes de dados estão detalhadas no Anexo III.
- **Processamento Centralizado:** Os dados coletados alimentam são organizados e preparados para a análise técnica.
- **Análise Especializada:** O corpo técnico da Sala de Situação dedica-se ao tratamento, consistência e interpretação criteriosa dessas informações, transformando dados brutos em conhecimento qualificado para a gestão.
- **Comunicação:** As informações consolidadas e as análises produzidas são disseminadas por meio de produtos específicos (diários, mensais e extraordinários) e atendimento a demandas, direcionados a públicos estratégicos como a Defesa Civil, a sociedade em geral e a imprensa.

Este processo integrado e dinâmico permite ao IGAM antecipar cenários, emitir alertas e fornecer subsídios técnicos, reforçando seu papel crucial na gestão sustentável das águas em Minas Gerais. O detalhamento a seguir apresentará os principais produtos da Sala de Situação, que funcionam de forma integrada para otimizar a geração e disseminação de informações sobre os eventos hidrológicos críticos.

PRODUTOS E SERVIÇOS - METEOROLOGIA

Previsão Meteorológica

Frequência: Diária

Descrição: A previsão de meteorológica apresenta a análise realizada por meteorologistas, das diversas variáveis disponibilizadas por modelos numéricos, além de informações obtidas por satélites e sondagens atmosféricas, prognosticando o cenário meteorológico previsto para as próximas 24h. Complementando a previsão de tempo, é realizada também a previsão de tempo severo, utilizando meteorologia específica, com uma análise mais complexa para determinação das áreas propícias a convecção e determinação dos tipos de tempestades que poderão se desenvolver causando condições de tempo severo, onde são incluídas as probabilidades de ocorrência de granizo, vendaval e tornados, bem como os níveis de severidade associados e acumulados expressivos de chuva. É realizada diariamente, 2 vezes por dia nos dias uteis.

Os mapas e os textos referentes à previsão meteorológica são enviados a equipe da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) e disponibilizados para todos os usuários, no site do SIMGE (Figura abaixo).

The image displays the SIMGE website interface. At the top, there is a navigation menu with options like 'Institucional', 'Previsões', 'Sala de Situação', 'Monitor de Secas', 'Histórico', and 'Fale Conosco'. Below the menu, there are logos for 'Igam', 'SIMGE', 'SEMAD', 'feam', and 'IEF'. The main content area features a section titled 'Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais - SIMGE' with a descriptive text about the system's history and mission. A red box highlights a button that says 'Confira a previsão do tempo diária do Simge'. Below this, there is a prominent 'ALERTA DE TEMPESTADES SEVERAS' banner. A 'Mais Informações' section contains buttons for 'Avisos Meteorológicos Vigentes', 'Diagnóstico Meteorológico', 'Tendência Climática', and 'Radar Meteorológico'. The bottom part of the image shows two side-by-side weather forecast pages. The left page is for 'Segunda-feira, 24 de Fevereiro de 2025' and the right page is for 'Terça-feira, 25 de Fevereiro de 2025'. Both pages include a 'Previsão de Tempo' section with a map of Minas Gerais showing temperature and precipitation forecasts for various regions.

Figura 11 - Produtos da Previsão Meteorológica no site do SIMGE.

Além da previsão diária, também são disponibilizadas informações sobre o tempo severo, avisos de chuva e tendência de chuva, conforme modelos abaixo.

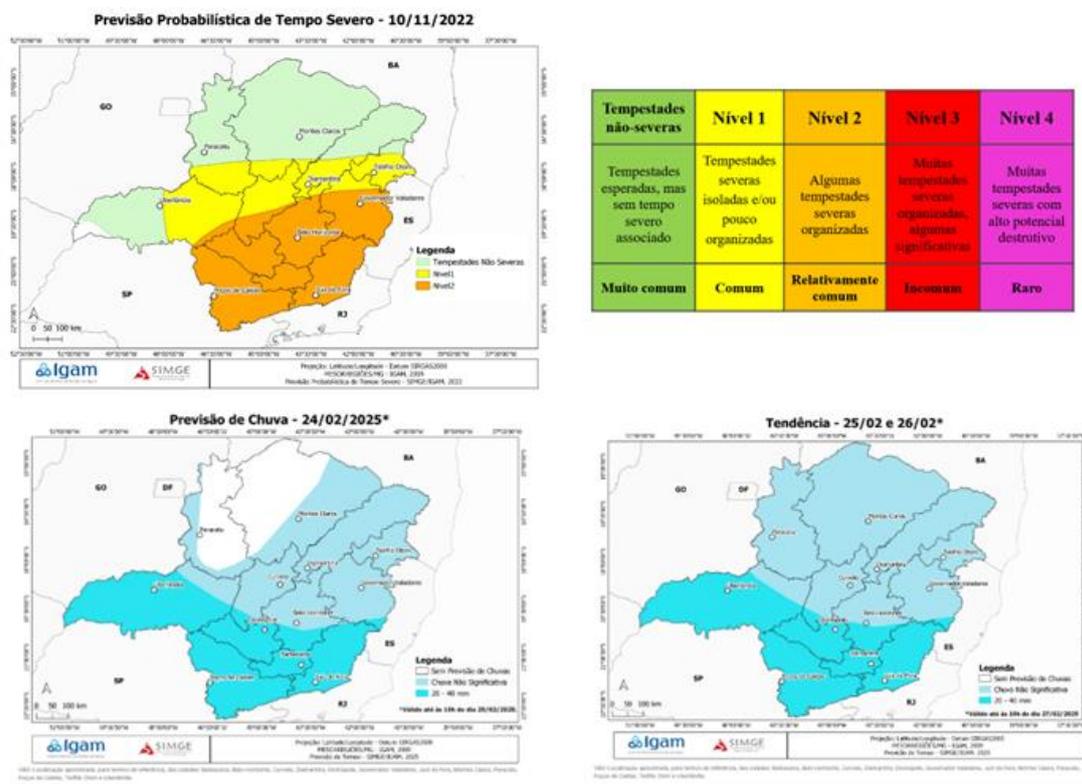


Figura 12 - Produtos da previsão de tempo severo, avisos de chuva e tendência de chuva.

Às sextas-feiras a previsão é realizada com horizonte de 72 horas, construída nos moldes da previsão de 24 horas. No mesmo documento, deverão ser inseridas as previsões para o fim de semana. Portanto, serão elaborados 9 mapas e seus respectivos textos referentes às previsões de Sexta-feira, Sábado e Domingo (até 10:00h).

Também são elaboradas previsões especiais (conforme ilustrado a seguir), para a realização de alguns eventos que alcançam grande número de participantes, que necessitem de logística ou que envolvam algum perigo como por exemplo: ações do CICC, transporte e realização de provas do ENEM, jogos clássicos, operação em barragens, operação da Polícia Militar etc.

PREVISÃO DO TEMPO - CPNU

25 de abril de 2024

Previsão de tempo instável nesta quinta-feira (25/04/2024), com variação da nebulosidade ao longo do período e tendência de tempestades, à tarde, entre o Sul de Minas, Zona da Mata, Vale do Paraíba e RMSP. Entre o norte do estado paulista, oeste do Sul de Minas e leste do Triângulo Mineiro, região de localização do município de Uberlândia, Sol entre nuvens, com possibilidade de chuva fraca no período da tarde. As mínimas estarão em torno dos 20°C na capital paulista e dos 22°C em Uberlândia. Já as máximas, estarão entre 29 e 31°C nas duas localidades.



OBS: Localização aproximada, para termos de referência, das cidades: Barbacena, Belo Horizonte, Curvelo, Divinópolis, Juiz de Fora, Poços de Caldas e Uberlândia.

Figura 13 - Previsões especiais.

Previsão para Reservatórios

Frequência: Semanal

Descrição: Esta previsão é realizada toda quinta-feira útil e enviada, na parte da manhã, para a Gerência de Segurança de Barragens e Sistemas Hídricos - GESIH. Trata-se de informações sobre o acumulado total previsto para os próximos 7 dias, para as áreas do entorno de reservatórios do Sistema Interligado Nacional.

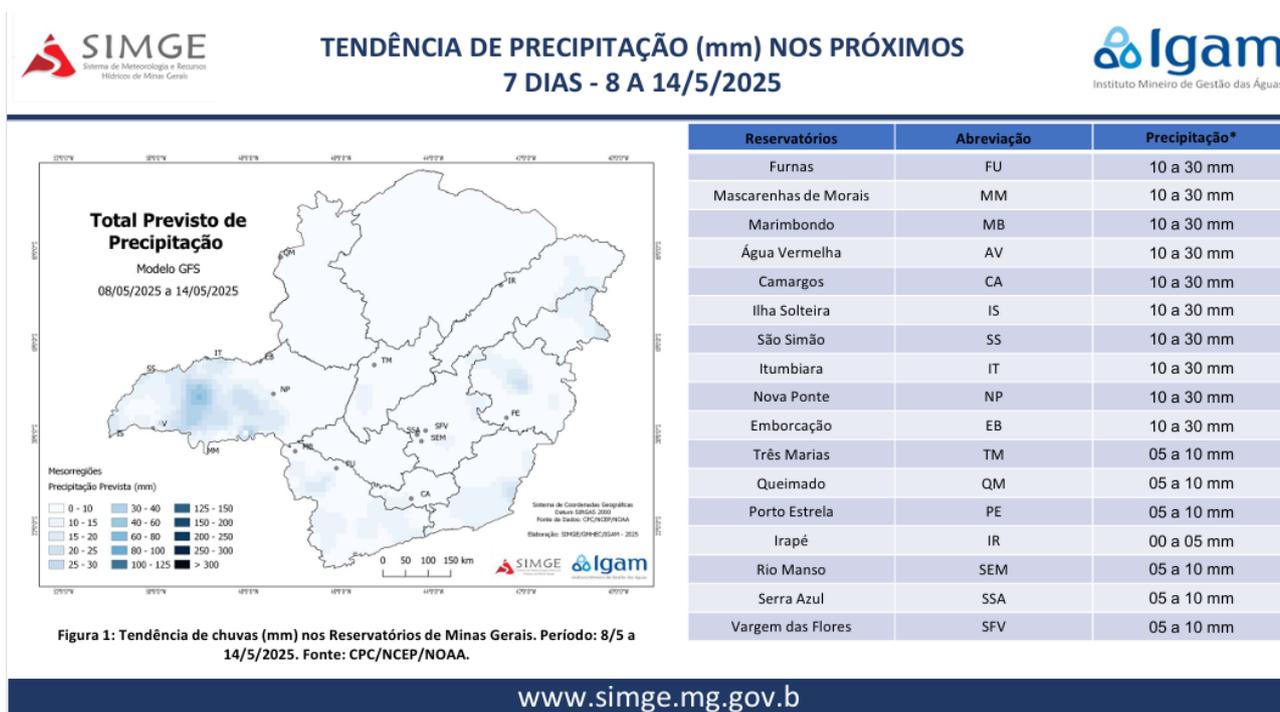


Figura 14 - Previsões para reservatórios.

Previsão para Brumadinho e Barragens Níveis 2 e 3

Frequência: Conforme Necessidade

Descrição: Em casos especiais, diante de um cenário crítico previsto, são elaboradas previsões específicas para áreas de maior interesse no estado tais como Brumadinho e regiões

onde se localizam barragens de níveis 2 e 3 de emergência, segundo à classificação da Política de Segurança de Barragens. Trata-se de uma análise elaborada pelos meteorologistas com antecedência de 72h, sempre que está previsto evento crítico para altos acumulados de chuva e/ou chuva persistente, dentro desse intervalo de tempo nas regiões em destaque. O documento contém estimativas de acumulados de precipitação, previsão diária das condições do tempo e a identificação de regiões em estado de atenção.



Previsão para as próximas 72 horas 22 de março de 2024 Brumadinho - MG

A atuação de uma frente fria pelo litoral da região sudeste decorrerá em forte convergência de umidade sobre uma ampla faixa territorial de Minas Gerais. Em 72 horas há previsão de acumulados entre 50 e 100 mm no município de Brumadinho, observado na Figura 1. Não se descarta a possibilidade dos acumulados totais alçarem valores acima dos previstos. Cabe ressaltar a importância do acompanhamento diário da previsão de tempo, já que ela tende a aumentar sua acurácia com a proximidade dos eventos.

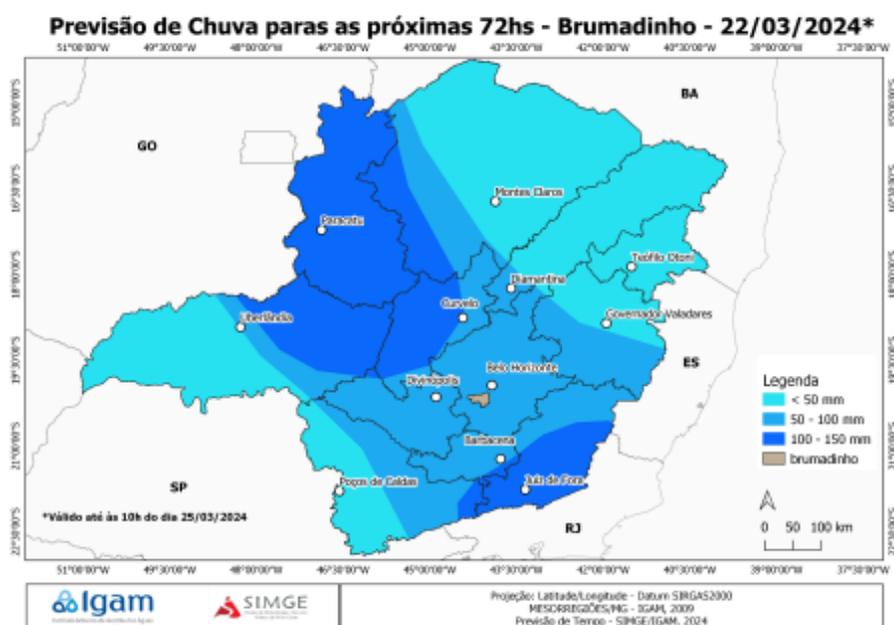


Figura 15 - Previsões para barragens.

Previsão Umidade Relativa do Ar Mínima

Frequência: Segundas e sextas-feiras (Período Seco)

Descrição: Previsão elaborada ao longo do período seco, sempre nas segundas e sextas-feiras, com a média prevista da umidade relativa do ar mínima em horizonte de 72 horas ou 96 horas (ilustrada a seguir), como forma de apoiar as atividades do PREVINCÊNDIO. Importante chamar atenção para o fato de não ser um aviso de baixa umidade relativa do ar.

Para o período, os valores mínimos de umidade relativa do ar ficarão entre **20% e 40%**, especialmente na porção oeste do **Triângulo Mineiro, Noroeste e Norte de Minas e Central Mineira**. As regiões de **Januária (JA), Pirapora (PI), Buritis (BU) e Montes Claros (MC)** devem registrar umidade mínima em torno de **30% a 35%**, o que caracteriza **estado de observação**, conforme critérios da Organização Mundial da Saúde (OMS). Nas regiões **Sul, Zona da Mata, Campo das Vertentes e Leste de Minas**, os níveis de umidade se mantêm mais elevados, com valores mínimos entre **45% e 60%**. Em **Belo Horizonte (BH) e entorno**, a umidade mínima deve ficar em torno de **30%**, mantendo-se o tempo seco nas horas mais quentes do dia.



Figura 16 - Previsão de umidade relativa do ar.

Avisos Meteorológicos

Frequência: Conforme Necessidade

Descrição: São elaborados em caso de previsão de alguma ocorrência meteorológica mais significativa e que necessite de atenção, com antecedência de até 7 dias. Os avisos meteorológicos contêm informações referentes a tempo severo, chuva significativa, ondas de calor ou frio, geadas, baixa umidade relativa, conforme exemplos apresentados abaixo. São emitidos para Defesa Civil Estadual e disponibilizados no site do SIMGE.

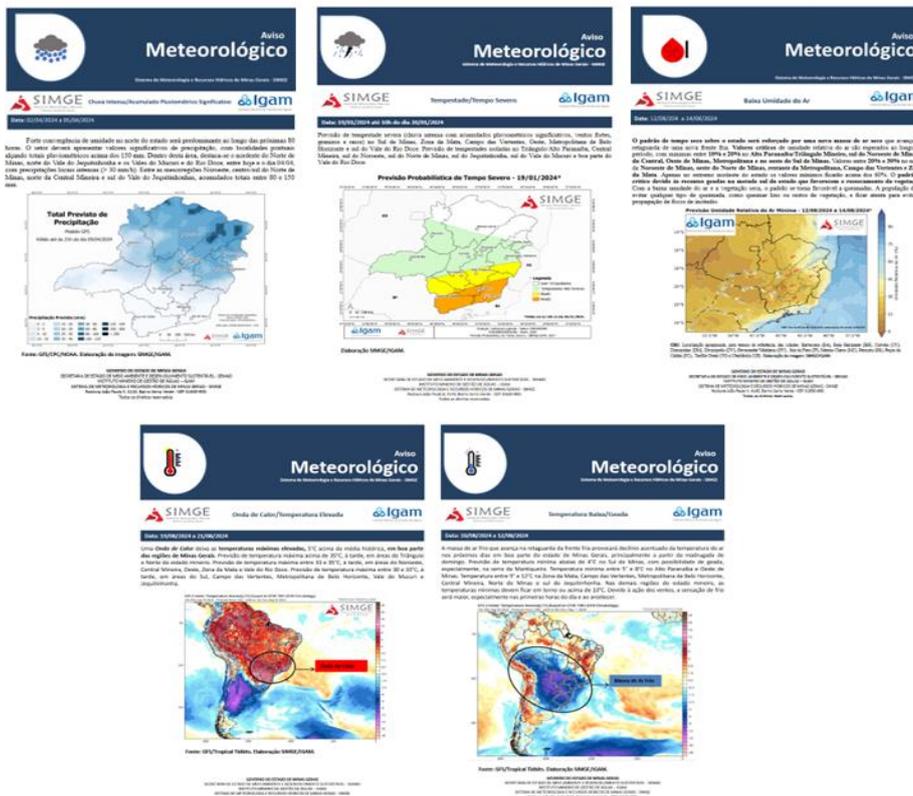


Figura 17 - Avisos meteorológicos.

Monitoramento Meteorológico e Envio de Alertas

Frequência: Diária

Descrição: O monitoramento de tempo é realizado através da análise de imagens de satélite, dos sistemas de detecção de raios, dos dados observados por meio de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) automáticas e radares meteorológicos.

Por meios da integração das informações obtidas através dessas ferramentas é possível localizar as tempestades, analisar sua estrutura, atribuir o tipo (associar com a presença de precipitação, granizo, rajadas de vento e raios), calcular seu deslocamento, prever seu potencial para causar danos e qual as regiões deveriam ser atingidas para um período de até 120 minutos de antecedência. Com essa informação, são elaborados os alertas meteorológicos, que no decorrer do monitoramento, são emitidos para Defesa Civil Estadual, a figura abaixo indica (de forma exemplificativa) a distribuição espacial dos alertas emitidos.



Figura 18 - Alertas meteorológicos.

Além do envio para CEDEC, os alertas também são disponibilizados no site do SIMGE, conforme ilustra a imagem abaixo.

The screenshot displays the SIMGE website interface. At the top, there is a navigation menu with options like 'Institucional', 'Previsões', 'Sala de Situação', 'Monitor de Secas', 'Histórico', and 'Fale Conosco'. Below the menu, there are logos for 'meloambiente.mg.gov.br', 'Igam', 'SIMGE', 'SEMAD', 'feam', and 'IEF'. The main content area features a section titled 'Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais - SIMGE'. This section includes a brief description of the system's purpose and a 'Saber mais' button. A prominent red-bordered box highlights a 'ALERTA DE TEMPESTADES SEVERAS' (Severe Storm Alert) graphic. Below this, there is a 'Mais Informações' section with four buttons: 'Avisos Meteorológicos Vigentes', 'Diagnóstico Meteorológico', 'Tendência Climática', and 'Radar Meteorológico'.

Alerta de Tempestade Severa

Sexta-feira, 21 de fevereiro de 2025

Modificado há 2 dias.
373 Visualizações

Sexta-feira, 21 de fevereiro de 2025

Alerta de Tempestade com rajadas de vento e chuva moderada às 17:33h com duração de 02:00h. Cidades: Neponuceno, Capetinga, Serrania, Machado, Uberlândia, Campo do Meio, São Tomás de Aquino, Campos Gerais.

Alerta de Tempestade com rajadas de vento e chuva moderada às 16:49h com duração de 02:00h. Cidades: Campina Verde, União de Minas

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 16:47h com duração de 02:00h. Cidades: Monsenhor Paulo, Carrancas, Itutinga, Lavras, Três Pontas, Paraguaçu, Varginha, Luminárias, Ingai, Borda da Mata, Senador José Bento, Congonhal, Olívia Nova, Cabo Verde, Muzambinho, Eloi Mendes, Itumirim.

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 16:08h com duração de 02:00h. Cidades: Pouso Alto, São Sebastião do Rio Verde, Olimpio Noronha, Dom Viçoso, Três Corações, Baependi, Dionópolis, Poços de Caldas, Jacutinga, Sapucaí-Mirim

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 15:51h com duração de 02:00h. Cidades: Itapeva, Toledo, Extrema, Senador Amaral, Murhoz

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 15:37h com duração de 02:00h. Cidades: Carneirão

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 15:34h com duração de 02:00h. Cidades: Bom Repouso, Estiva, Camanducaia, Espírito Santo do Dourado, São João da Mata, Turvolândia, Poço Fundo, Campesin, Bandeira do Sul, Boinhos

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 14:47h com duração de 02:00h. Cidades: Brazópolis, Albertina, Maria da Fé, Itanhanda, Passa Quatro, Itajubá, Andradás, Ouro Fino, Monte Silo,

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 14:45h com duração de 02:00h. Cidades: São José do Alegre, Soledade de Minas, Conceição do Rio Verde, Jesuânia, Cambuquira, Campanha, Cordislândia, Cavambu, Auruoca, Piranguinho, Iguatema

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 14:44h com duração de 02:00h. Cidades: Silvanópolis, São Sebastião da Bela Vista, São Lourenço, Carmo de Minas, Pouso Alegre, Cristina,

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 14:23h com duração de 02:00h. Cidades: Conceição dos Ouros, Lambari, Heliodora, São Gonçalo do Sapucaí, São Tomé das Letras, Cruzília, Cachoeira de Minas, Santa Rita de Caldas, Ibitira de Minas, Caldas, Jacuí, Fortaleza de Minas,

Alerta de Tempestade com chuva de moderada a forte intensidade às 14:16h com duração de 02:00h. Cidades: Pedraiva, Conceição das Pedras, Natércia, Santa Rita do Sapucaí, Caracá, São Sebastião do Paraíso, Itamogi, Limeira do Oeste, Iturama,

Alerta de Tempestade Severa com granizo, vendaval e chuva forte às 14:09h com duração de 02:00h. Cidades: Borda da Mata, Baependi, Pouso Alto, São Sebastião do Rio Verde, Dom Viçoso, Poços de Caldas,

Figura 19 - Alertas meteorológicos no site do SIMGE.

Tendência Quinzenal de Chuva

Frequência: Semanal (Período Chuvoso)

Descrição: A tendência é atualizada semanalmente nas segundas-feiras, com base no resultado rodado atualizado do modelo GFS, com a tendência da chuva acumulada nas próximas duas semanas (separadamente). Consta no documento além da previsão do acumulado de precipitação em cada uma das duas semanas, a informação da probabilidade de que ocorram acumulados superiores a 100 mm (conforme ilustrado a seguir). O documento é emitido para Defesa Civil Estadual.

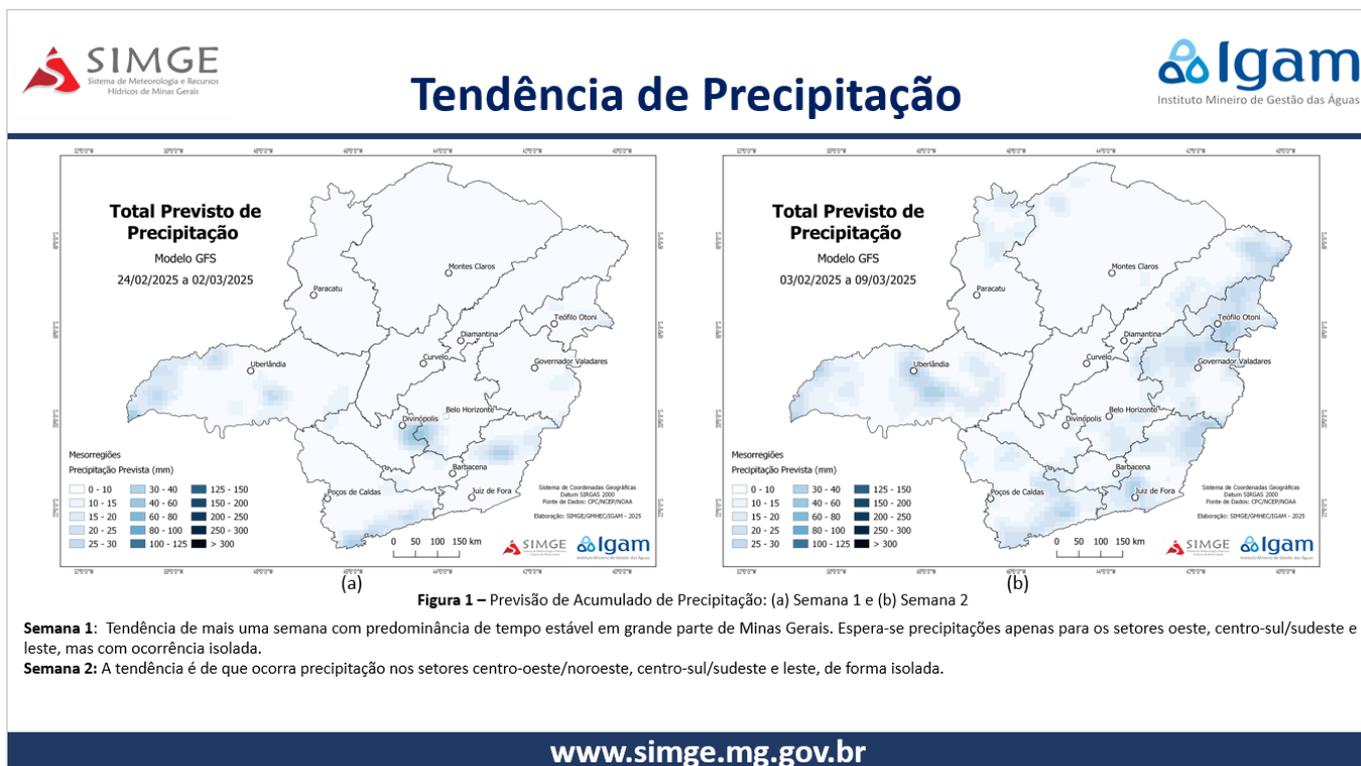


Figura 20 - Tendência quinzenal de chuva.

Monitoramento e Previsão Climática

Frequência: Mensal

Descrição: O monitoramento do clima é realizado através do acompanhamento das variáveis meteorológicas, especialmente precipitação e temperatura. Os dados meteorológicos são obtidos da rede de estações convencionais e automáticas da rede de observação de superfície do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), distribuídas em Minas Gerais e nos estados vizinhos para melhor representatividade das áreas de fronteiras. São calculadas as anomalias para todo o estado em escala mensal, trimestral etc., realizando uma comparação com a climatologia de Minas Gerais, para compreensão do quanto os valores ocorridos estiveram abaixo ou acima da Normal Climática. Também é feito o acompanhamento dos principais fenômenos meteorológicos em diversas regiões do globo, os quais apresentam padrões climáticos que conectam eventos em áreas remotas do planeta, mesmo que não estejam diretamente interligadas fisicamente. É atualmente realizado em escala mensal, trimestral, semestral, anual.

A previsão climática da precipitação e temperatura é realizada por meteorologistas, utilizando as diversas fontes de modelos climáticos, além da previsão acerca dos principais fenômenos climáticos globais tais como o ENSO.

Através do monitoramento climático é elaborado mensalmente o documento de Tendência Climática, que consiste no compilado de tabelas e mapas temáticos com informações que proporcionar uma visão da variabilidade espacial entre as diversas áreas do estado, bem como o prognóstico da precipitação, temperatura e dos fenômenos climáticos para os próximos meses.

O documento é enviado à CEDEC e disponibilizado para a população no site do SIMGE conforme ilustrado a seguir.



Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais - SIMGE

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) opera o Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SIMGE) inaugurado no dia 02 de setembro de 1997, como resultado de um Convênio do Governo do Estado com o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), objetivando a modernização da meteorologia e da hidrologia no Estado de Minas Gerais, contando com o apoio científico e tecnológico do Centro de Previsão e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

O SIMGE faz, diariamente, e durante todo o ano, a vigilância e a previsão do tempo e do comportamento hídrico, com detalhamento na escala regional, fornecendo produtos personalizados às atividades de preservação ambiental, sócio-econômicas e de defesa da população, com ênfase nos fenômenos adversos como enchentes, estiagens e temporais severos.

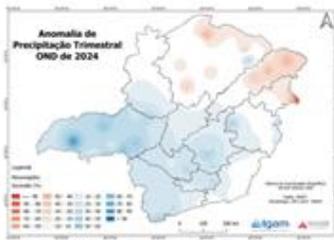
Saiba mais.



Mais Informações

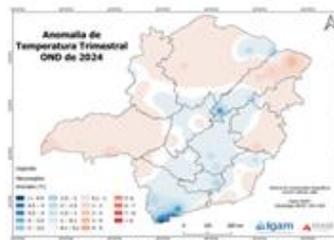
Avisos Meteorológicos Vigentes | Diagnóstico Meteorológico | **Tendência Climática** | Radar Meteorológico

CONDIÇÕES OBSERVADAS ANOMALIA DE PRECIPITAÇÃO (%) OUT-NOV-DEZ/2024



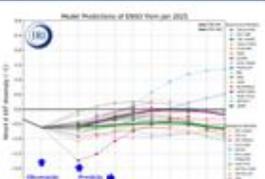
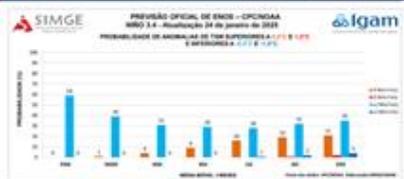
As chuvas registradas no trimestre Out-Nov-Dez de 2024, resultaram em bons acumulados em Minas Gerais. Apenas no extremo norte e nordeste do estado, os acumulados trimestrais foram inferiores à climatologia. No Sul de Minas, Triângulo Mineiro, Central Mineira, Metropolitana, Campo das Vertentes e Oeste de Minas, as chuvas trimestrais ocorreram predominantemente acima da climatologia. Nas demais áreas do estado, as chuvas ocorreram em torno da média.

CONDIÇÕES OBSERVADAS ANOMALIA DE TEMPERATURA (°C) OUT-NOV-DEZ/2024



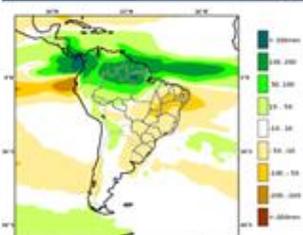
As temperaturas médias registradas no trimestre Out-Nov-Dez de 2024 apresentaram comportamentos distintos entre as mesorregiões mineiras: no Sul de Minas, Oeste de Minas, Campo das Vertentes, Metropolitana e Central Mineira, foram predominantemente abaixo da climatologia. Por Outro lado, no Doce, Mucuri, Norte de Minas e Triângulo, ocorreram predominantemente acima da climatologia. Mesmo com a ocorrência de anomalias positivas em algumas áreas, os valores foram não muito superiores à média, como estava sendo observado nos trimestres anteriores.

TENDÊNCIA CLIMÁTICA PROBABILIDADE (%) NA REGIÃO NIÑO 3.4 E PREVISÃO DO ENOS ATUALIZAÇÃO: JANEIRO/2025



Na Figura 6, está plotada a previsão oficial de ENOS do CPC/NOAA. Nota-se, no trimestre Fev-Mar-Abr/2025, uma probabilidade de 59% para a formação de um **La Niña Fraco**. Na Figura 7, é possível observar, nas previsões dos modelos dinâmico/estatísticos do IRI, a fase negativa do ENOS (**La Niña Fraco**) no primeiro trimestre de 2025 e que deverá persistir ao longo dos próximos trimestre do primeiro semestre de 2025.

TENDÊNCIA CLIMÁTICA ANOMALIA DA PRECIPITAÇÃO (mm) FEV-MAR-ABR/2025



Na Figura 9, observa-se, a previsão de anomalias de precipitação pluviométrica (mm), na América do Sul, para o trimestre Fev-Mar-Abr/2025. No Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, a tendência é de precipitação ligeiramente abaixo da média, com valores negativos entre -50 e -10 mm. No Nordeste e porção norte do Centro-Oeste, as anomalias deverão ficar entre -100 e -50 mm. Apenas no norte do Maranhão, as anomalias deverão ficar positivas, em torno de +50 mm. No Norte do Brasil, a tendência é de chuva acima, com anomalias entre +50 e +100 mm, com picos acima de +200 mm na faixa norte do Amazonas, Roraima e Amapá. **Em Minas Gerais**, a tendência é de chuva ligeiramente abaixo da média, com anomalias entre -50 e 10 mm.

Figura 21 - Monitoramento e previsões climáticas.

Prognóstico Estações do Ano

Frequência: Trimestral

Descrição: O prognóstico das estações do ano é elaborado e disponibilizado nas mudanças de estação. Apresenta características gerais climatológicas, no que diz respeito à precipitação, temperatura, umidade e tempo severo, além do prognóstico da temperatura e precipitação no decorrer da estação.

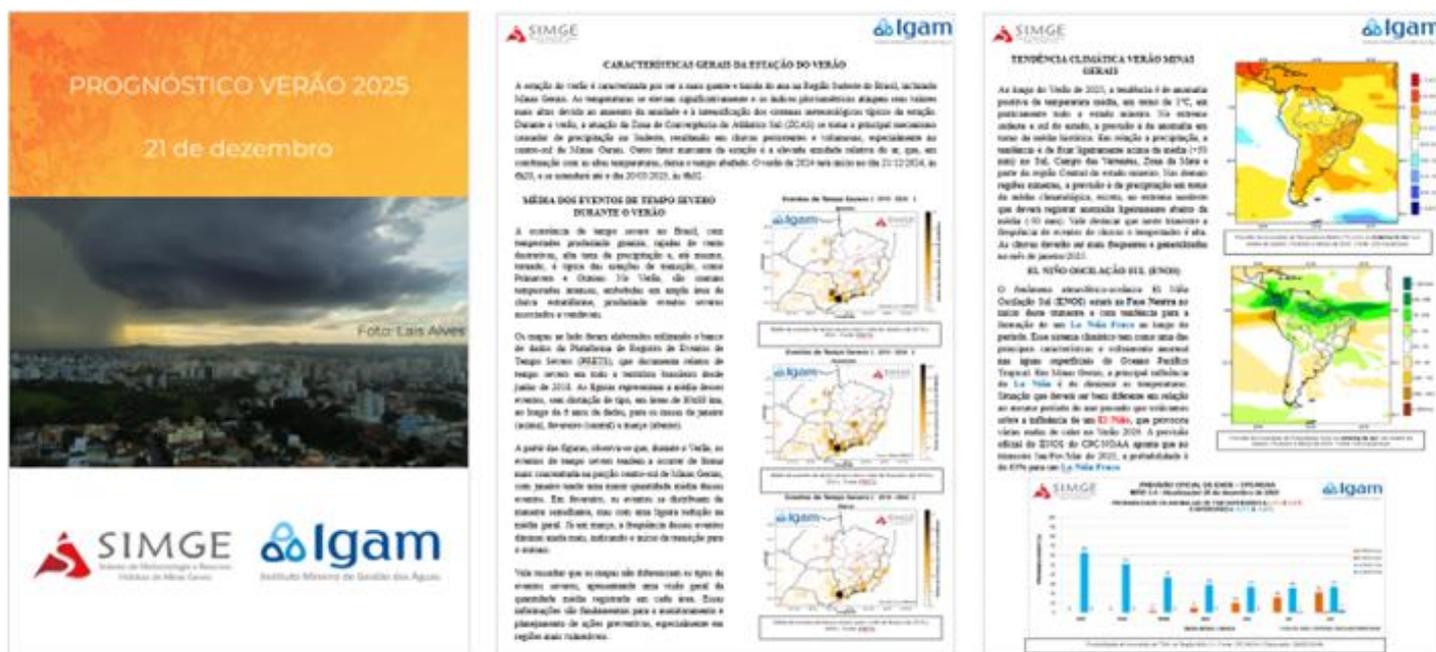


Figura 22 - Prognóstico de Estações do Ano.

Diagnóstico Meteorológico

Frequência: Mensal

Descrição: Contém informações referentes ao observado no decorrer do monitoramento meteorológico realizado pelo IGAM. O documento apresenta informações sobre a precipitação ocorrida no estado, destacando acumulados horários, diários e mensais, além de anomalias em relação à climatologia. Também inclui a análise das temperaturas máximas e mínimas registradas e anomalia de temperatura média, acompanhamento da

umidade relativa do ar e incidência de rajadas de vento. Outra informação constante é sobre a emissão de alertas meteorológicos realizadas. Além do envio para CEDEC, também é disponibilizado no site do SIMGE, conforme imagem abaixo.

Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais - SIMGE

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) opera o Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SIMGE) inaugurado no dia 02 de setembro de 1997, como resultado de um Convênio do Governo do Estado com o Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), objetivando a modernização da meteorologia e da hidrologia no Estado de Minas Gerais, contando com o apoio científico e tecnológico do Centro de Previsão e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

O SIMGE faz, diariamente, e durante todo o ano, a vigilância e a previsão do tempo e do comportamento hídrico, com detalhamento na escala regional, fornecendo produtos personalizados às atividades de preservação ambiental, sócio-econômicas e de defesa da população, com ênfase nos fenômenos adversos como enchentes, estiagens e temporais severos.

Mais Informações

- Avisos Meteorológicos Vigentes
- Diagnóstico Meteorológico**
- Tendência Climática
- Radar Meteorológico

Precipitação

Figura 1: Distribuição espacial: (a) da Climatologia da precipitação mensal para dezembro; (b) acumulada da precipitação em dezembro de 2024; (c) Anomalia de precipitação em dezembro de 2024.

Na Fig. 1(a) podemos observar a climatologia de precipitação do mês de dezembro. Os maiores acumulados ocorrem no setor centro-sul do estado, com valores em torno de 200 mm. Em 2024, conforme pode ser visto na Fig. 1(b), grandes acumulados ocorreram em grande parte do estado, com os maiores sendo registrados no setor centro-oeste, alcançando valores próximos a 400 mm no Triângulo e Noroeste. Apenas nos setores norte e nordeste as anomalias foram negativas. Nas demais áreas do estado as chuvas ocorreram predominantemente acima da climatologia. (Fig. 1(c)).

Temperatura

Tabela 2: As 10 maiores e menores temperaturas em dezembro de 2024 em Minas Gerais: (a) temperaturas mínimas (°C); (b) temperaturas máximas (°C).

(a)			(b)		
Ano	Mês	Temperatura Estação	Ano	Mês	Temperatura Estação
2024	dezembro	8,90 MONTES VERDES	2024	dezembro	39,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	10,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL
2024	dezembro	11,00 MONTES VERDES	2024	dezembro	38,00 ALMORAZUL

Em relação às temperaturas mínimas, no mês de dezembro de 2024, nota-se que, as menores em MG foram registradas em Monte Verde (8,9 °C, 10,8 °C, etc) (veja a Tabela 2a). Já, as maiores temperaturas máximas no mês em questão foram registradas nos municípios de Almenara (41,0 °C, 39,5 °C, etc) (veja a Tabela 2b).

Alertas Meteorológicos

O mês de dezembro de 2024 foi extremamente instável com duas a três janelas de tempo severo ao longo de todo o período. Tempestades ocorreram em todas as mesorregiões de Minas Gerais. Em 19 dias do mês, houve previsão para a ocorrência de tempestades severas. Destes, 5 dias receberam previsão de Nível 2 de severidade e, os demais, Nível 1. Chegaram a ser emitidos 8.942 alertas de tempestades severas ou não.

Figura 3: Distribuição espacial da Emissão de Alertas Meteorológicos no mês de dezembro de 2024 em Minas Gerais.

Precipitação Diária e Acumulada, Temperatura Diária e a Média Histórica

Precipitação Diária e Acumulada (mm), Temperatura Máxima e Mínima (°C) para o Mês de Dezembro/2024 e a Média Histórica na Estação Conventional de Belo Horizonte

Figura 7: Precipitação Diária (mm), Temperatura Máxima e Mínima (°C) no mês de dezembro de 2024 em Comparação com a Média Histórica (1991-2020), na Estação Conventional de Belo Horizonte/INMET.

Figura 23 - Diagnóstico meteorológico.

Boletim hidrológico

Frequência: Diário

Descrição: O Boletim Diário de Acompanhamento Hidrológico disponibiliza diariamente, em dias úteis, informações sobre as cotas dos rios, suas variações em relação ao dia anterior e o acumulado de chuvas nas últimas 24 horas, referentes exclusivamente às estações de propriedade do IGAM. Este boletim tem como objetivo principal fornecer uma visão atualizada e rápida das condições hidrológicas, auxiliando no monitoramento preventivo e reativo de eventos críticos, como cheias e estiagens prolongadas. Destaca-se que o boletim se trata de uma ferramenta de acompanhamento de tendências e suporte à gestão hídrica, e não de um panorama completo da situação hidrológica em todo o estado de Minas Gerais.

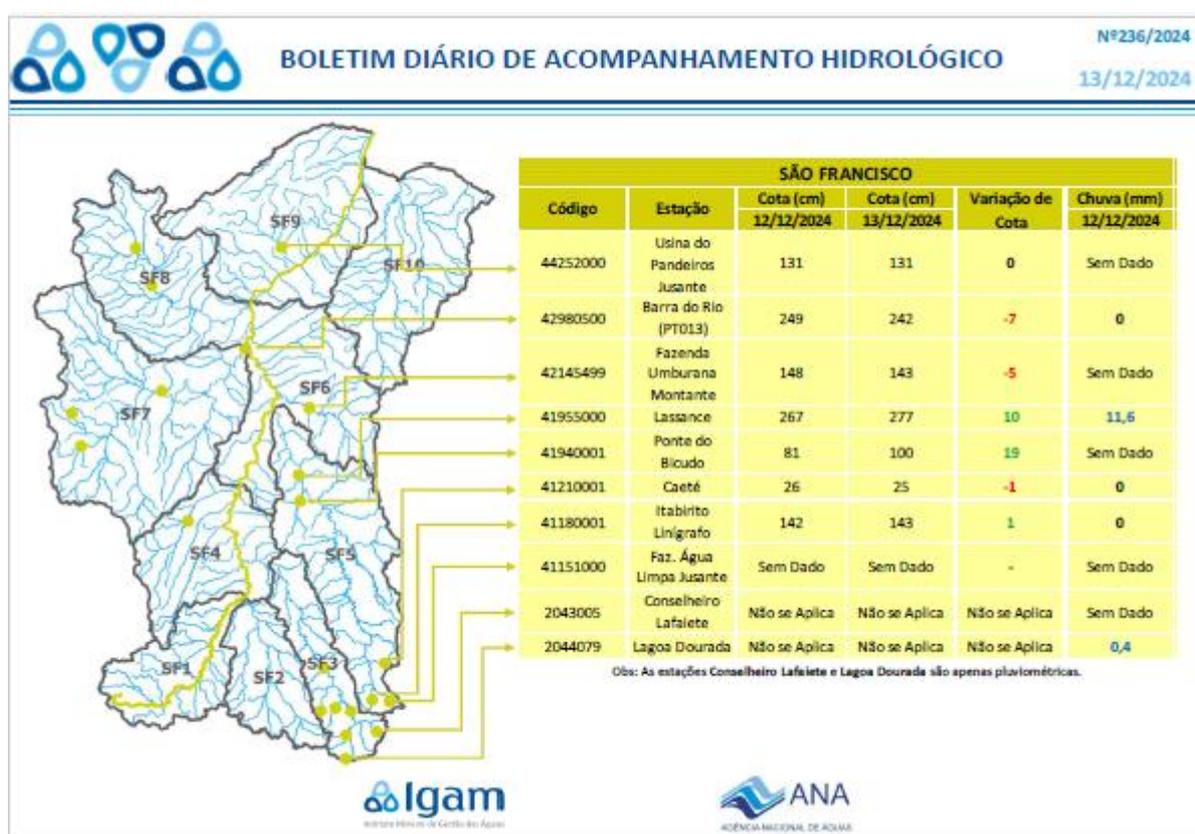


Figura 24 - Boletim Diário de Acompanhamento Hidrológico.

Acompanhamento e declaração da situação de escassez hídrica

Frequência: Diário

Descrição: O acompanhamento e declaração das situações críticas de escassez hídrica são realizados por meio do Sistema de Monitoramento Remoto Integrado das Águas (MIRA), acessível via Portal EcoSistemas. Este sistema permite o monitoramento contínuo das vazões das estações fluviométricas, calculando diariamente médias das vazões e classificando automaticamente o estado das estações conforme definido pela Deliberação Normativa CERH/MG nº49/2015 e nº50/2015 nas categorias: Normal, Atenção, Alerta e Restrição de Uso.

Ao identificar-se a categoria "Restrição de Uso", formaliza-se a Declaração de Escassez Hídrica no SEI, seguida da publicação de portaria específica pelo IGAM e divulgação oficial nos canais institucionais. Esta declaração ativa medidas para controle e preservação dos recursos hídricos, como restrições no uso da água, suspensão temporária de novas outorgas e intensificação das fiscalizações.

Após a emissão da declaração, ocorre o acompanhamento pós-declaração, onde a evolução das condições hídricas é monitorada continuamente. Caso a situação persista, é feita a prorrogação da portaria; havendo melhora significativa, procede-se à revogação e atualização das informações nos sistemas oficiais.

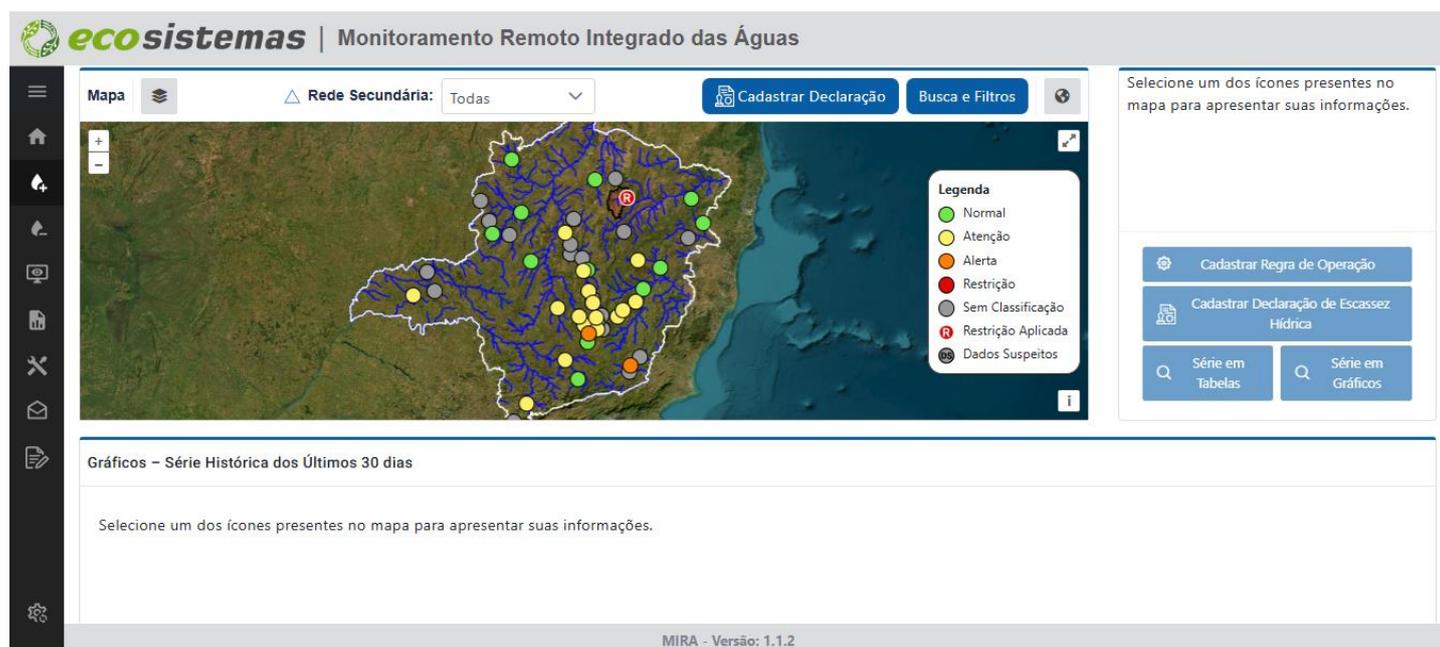


Figura 25 - Acompanhamento de escassez hídrica no sistema MIRA.

Operação da Rede Hidrometeorológica de Minas Gerais

Frequência: Diário

Descrição: A operação da Rede Hidrometeorológica de Minas Gerais (RHMGM) compreende o conjunto de atividades essenciais para garantir o funcionamento contínuo, a qualidade e a confiabilidade do monitoramento hidrológico e meteorológico realizado pelo IGAM. Essa operação é fundamental para assegurar a geração de dados consistentes e atualizados, que subsidiam a gestão dos recursos hídricos, o acompanhamento das condições dos cursos d'água e a prevenção de eventos hidrológicos críticos no estado.

As atividades envolvidas na operação da rede incluem a realização regular de medições de vazão, os levantamentos topobatimétricos das seções transversais das estações de monitoramento, a execução de manutenções preventivas e corretivas nos equipamentos e o monitoramento diário e contínuo das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), com verificação constante da integridade e qualidade das informações coletadas. Integram ainda esse processo o desenvolvimento, calibração, validação e atualização contínua das curvas-chave, além da análise criteriosa e validação dos dados hidrológicos gerados. Também faz parte da operação a configuração e a programação dos sistemas de comunicação e transmissão, com o objetivo de garantir o acesso rápido e seguro às informações.

Além da manutenção das estações já existentes, a operação da RHMGM prevê a expansão e aprimoramento da rede por meio da instalação de novas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), da implantação de réguas limnimétricas e marcos de referência, assegurando a medição precisa dos níveis d'água e o fortalecimento da rede de monitoramento no estado.

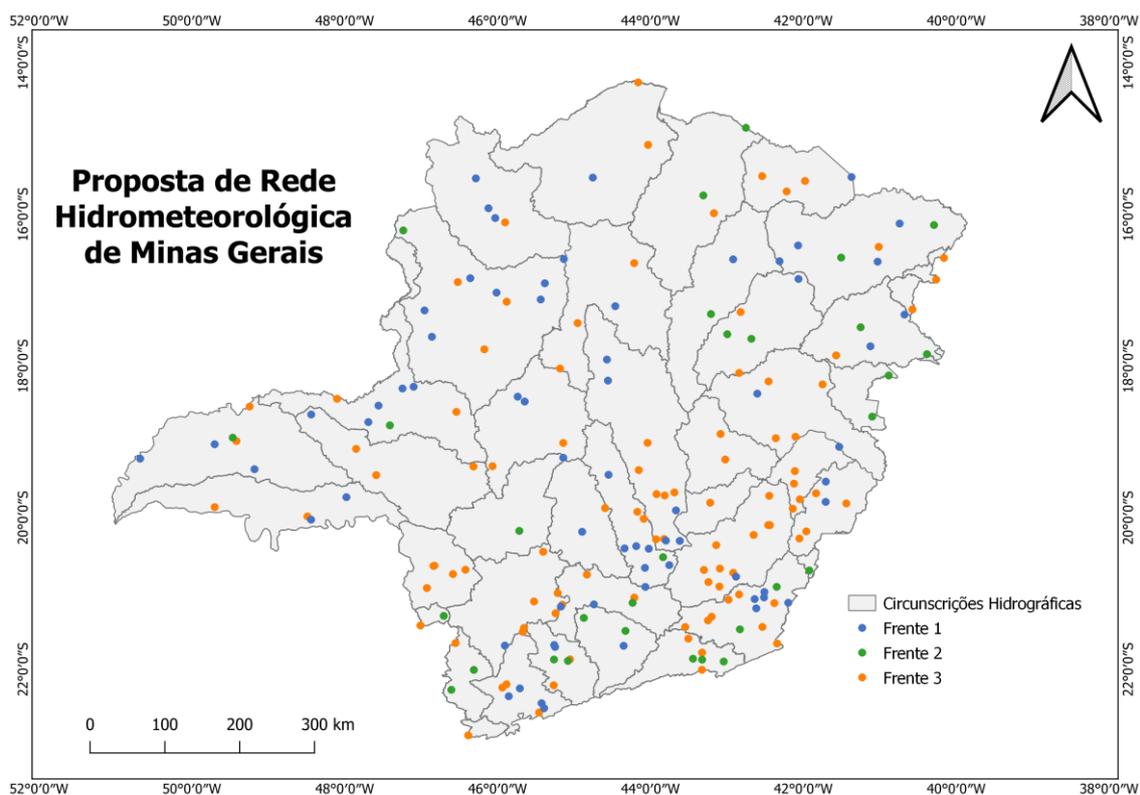


Figura 26 - Mapa da rede.

Monitoramento hidrológico - Bacia 61

Frequência: Trimestral

Descrição: A Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), de responsabilidade da ANA, compreende o “conjunto de estações hidrometeorológicas instaladas no território nacional, mantidas e operadas por entidades públicas e privadas, cujo dados gerados são disponibilizados gratuitamente ao público por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)”. Nesse contexto, o IGAM opera parte das estações inseridas na porção mineira da bacia do rio Grande, sendo esse roteiro denominado como “Bacia 61”. No total, o IGAM é responsável pela operação de 41 estações fluviométricas e 65 estações pluviométricas, sendo os dados gerados enviados para a ANA e posteriormente disponibilizados no Portal Hidroweb¹. Em linhas gerais, o monitoramento da Bacia 61 pode ser resumido a:

- Coleta dos boletins hidrológicos e envio dos dados referentes às estações pluviométricas e fluviométricas para a ANA;
- Manutenção nas estações pluviométricas e fluviométricas;
- Medições de vazão;
- Monitoramento da qualidade da água via sonda multiparâmetro;
- Levantamento da seção transversal.

Essa cooperação entre o IGAM e a ANA é fruto da Nota Técnica Conjunta nº 1/2023/COGEP/SPP/SEMAD-MG, no âmbito do Pacto pela Governança da Água. Por meio desta parceria, a ANA destina e permite o uso de bens e equipamentos para operação da RHN/ANA no Estado e articula com o Estado de Minas Gerais para o planejamento e otimização da RHN/ANA (sinergia com as estações da ANA, do Estado, do Setor Elétrico, dos CBHs, entre outras).

A aquisição dos dados de cota e chuva para a Bacia 61 é realizada por observadores hídricos, geralmente moradores locais treinados que coletam informações diariamente em estações fluviométricas e pluviométricas convencionais. Estes observadores fazem leituras das réguas linimétricas (para medição do nível dos rios) duas vezes ao dia, às 7h e 17h, e registram a precipitação acumulada em pluviômetros às 7h, anotando os valores em boletins hidrológicos padronizados.

Os boletins são coletados pelos técnicos do IGAM, que computam tais dados no escritório para posterior envio à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), onde são disponibilizados na plataforma HidroWeb. Considerando o quantitativo de estações, são gerados 106 boletins hidrológicos mensais.

Este sistema de coleta, mesmo com o avanço da telemetria e das estações automáticas, ainda constitui a espinha dorsal da rede de monitoramento em muitas regiões do Brasil, garantindo continuidade histórica dos dados e cobertura em áreas remotas onde a manutenção de equipamentos automáticos seria desafiadora.

¹ <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>

Relatório hidrometeorológico do período chuvoso

Frequência: Anual

Descrição: O relatório hidrometeorológico do período chuvoso consiste na análise das condições hidrometeorológicas durante o período de cheia no estado de Minas Gerais (outubro a março), com ênfase nos totais precipitados, no monitoramento nowcasting, no envio de alertas de tempo severo, na previsão de vazões, nas vazões máximas e níveis de água (cotas) observados e no gerenciamento de riscos de inundações. Seus principais elementos incluem:

- Descritivo do cenário hidrometeorológico durante o semestre;
- Estatística descritiva para caracterização do comportamento da precipitação, temperatura e das vazões registradas no período chuvoso;
- Anomalias mensais e semestrais de temperatura e precipitação;
- Descritivo dos avisos meteorológicos;
- Descritivo dos relatos de tempo severo;
- Quantificação do envio de alertas meteorológicos e de tempo severo;
- Análise comparativa das vazões máximas e cotas em relação a diferentes períodos de retorno, através de representações gráficas;
- Análise de manchas de inundação;
- Quantificação do envio de alertas hidrológicos;
- Estimativa de recorrência através do cálculo do período de retorno das vazões máximas observadas;
- Visualização espacial das estações e seus respectivos dados.

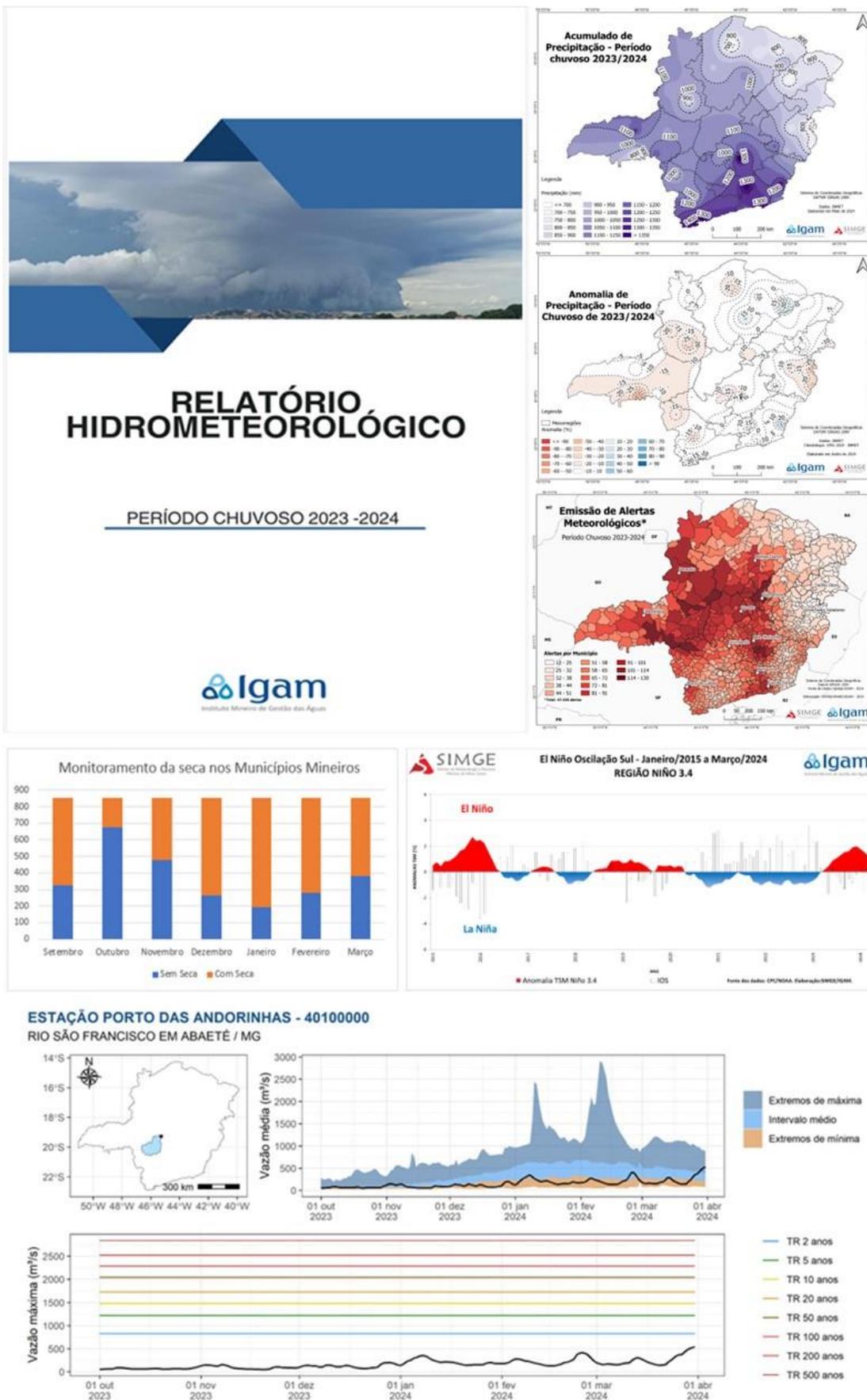


Figura 27 - Relatório do Período Chuvoso.

Relatório hidrometeorológico do período seco

Frequência: Anual

Descrição: O relatório hidrometeorológico do período seco consiste na análise das condições hidrometeorológicas durante o período de estiagem no estado de Minas Gerais (setembro a abril), com foco especial no quantitativo de chuvas, nas vazões mínimas observadas e na avaliação de condições críticas de disponibilidade hídrica. Seus principais componentes incluem:

- Quantificação da precipitação com totais mensais e semestral;
- Mapas de anomalias de precipitação;
- Estatística descritiva das vazões para caracterização do período seco;
- Análise comparativa entre as vazões médias diárias e a vazão mínima de referência, apresentada em forma gráfica;
- Classificação dos dias de acordo com as categorias estabelecidas pela Deliberação Normativa CERH/MG n°49/2015;
- Análise de recorrência através do cálculo do período de retorno das vazões mínimas registradas;
- Representação espacial das estações de monitoramento e seus respectivos dados.

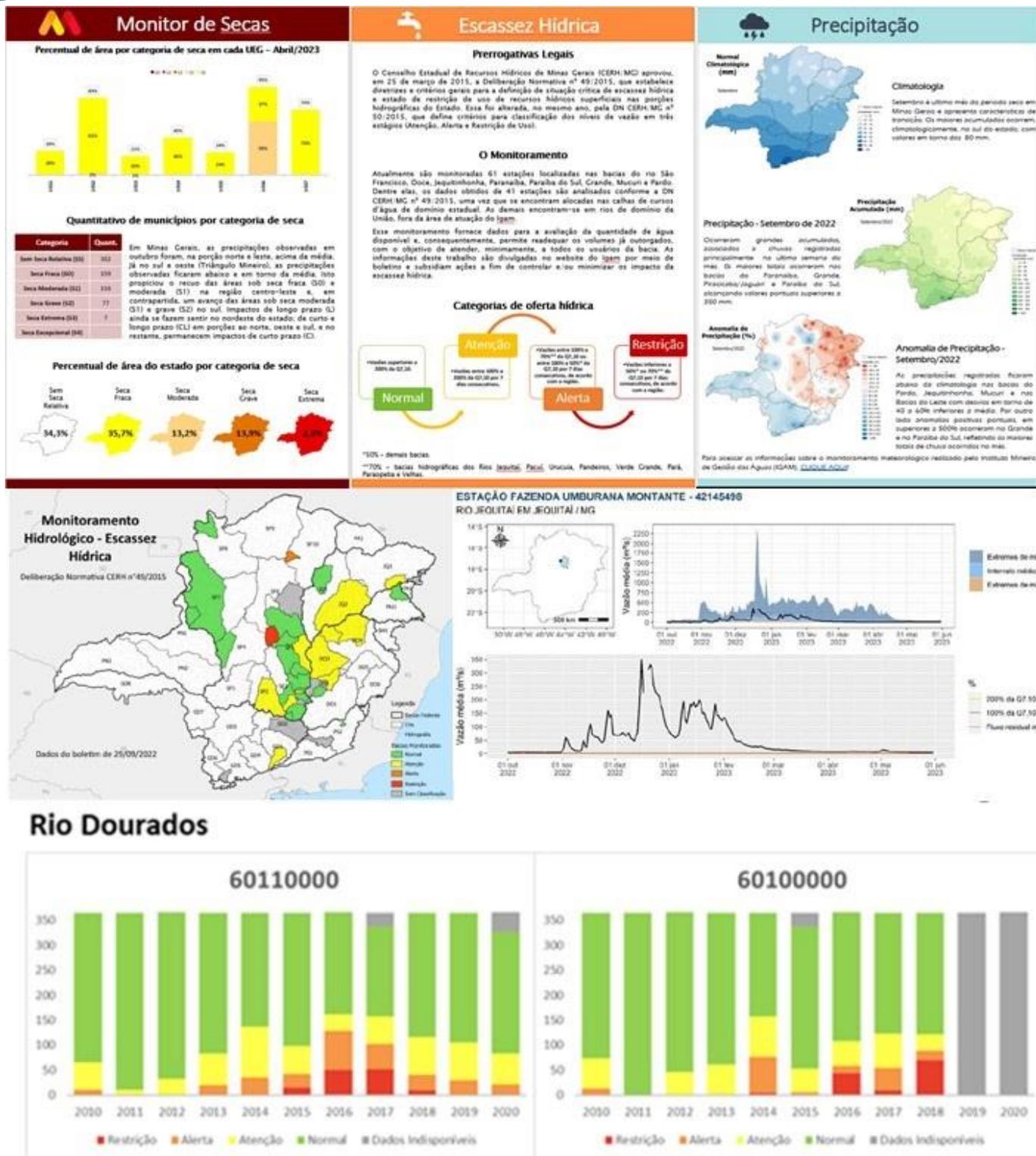


Figura 28 - Relatório do Período Seco.

PÚBLICO ALVO

A Sala de Situação de Minas Gerais, gerida pelo IGAM, foi desenvolvida para responder à complexidade e à criticidade das emergências ambientais e dos eventos hidrometeorológicos que afetam todas as esferas da atividade humana - desde o cotidiano das cidades até setores produtivos estratégicos para a economia do Estado. Ao implementar uma estrutura capaz de monitorar, analisar e comunicar em tempo real a evolução de fenômenos como enchentes, secas, deslizamentos e tempestades, a Sala de Situação estende benefícios concretos a um amplo espectro de usuários e setores.

Os principais públicos beneficiados podem ser agrupados da seguinte forma:

Entidades de Proteção e Defesa Civil

A CEDEC, as Coordenadorias Municipais de Defesa Civil e o Corpo de Bombeiros de Minas Gerais são usuários primários da Sala de Situação. Eles utilizam os alertas hidrometeorológicos e os dados detalhados para subsidiar a emissão de avisos, planejar respostas rápidas como evacuações preventivas, coordenar ações de resgate e mitigar os impactos em situações de risco, como alagamentos, deslizamentos e períodos de seca extrema.

Órgãos Gestores Ambientais e de Recursos Hídricos

O Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e os diversos comitês e agências de bacias hidrográficas recorrem aos dados da Sala de Situação para fundamentar decisões, para o planejamento estratégico do uso dos recursos hídricos e para a formulação de políticas públicas de prevenção e gestão ambiental.

Gestores Públicos Multissetoriais

Diversas secretarias estaduais e municipais - incluindo Saúde, Agricultura, Infraestrutura, Saneamento e Meio Ambiente - utilizam as informações da Sala de Situação para antecipar impactos de eventos extremos, como possíveis impactos decorrentes de enchentes ou secas, planejar o manejo de culturas agrícolas e preparar respostas rápidas em situações que possam afetar serviços essenciais à população.

Usuários Diretos de Recursos Hídricos

Indústrias, produtores rurais, empresas de saneamento básico e de geração de energia, assim como demais usuários que dependem do fornecimento estável e seguro de água, podem acompanhar de perto os níveis dos mananciais, reservatórios e rios monitorados pela Sala de Situação. Essas informações orientam desde o planejamento da produção até a adoção de medidas para evitar ou reduzir prejuízos causados pela escassez ou excesso hídrico.

Setor Acadêmico e Pesquisadores

Universidades, centros de pesquisa e pesquisadores têm acesso a uma base robusta e atualizada de dados para o desenvolvimento de estudos, modelagens hidrológicas e meteorológicas, pesquisas aplicadas e novas soluções para os desafios ambientais enfrentados por Minas Gerais.

Sociedade em Geral

A população do Estado usufrui diretamente dos alertas, comunicados e informações disponibilizadas de forma pública, o que permite a adoção de medidas preventivas, aumenta o nível de conscientização sobre riscos e fortalece a resiliência comunitária frente a eventos climáticos severos.

A abrangência da Sala de Situação é tão ampla que os benefícios derivados de seu funcionamento eficiente ultrapassam a esfera dos especialistas ou gestores, alcançando toda a sociedade mineira. O uso estratégico dessas informações pode gerar uma economia de recursos materiais e humanos capaz de superar a de setores inteiros da economia, ao mitigar prejuízos, prevenir perdas e garantir respostas mais eficazes frente a emergências.

MELHORIAS E APRIMORAMENTOS MAPEADOS

Apesar de a Sala de Situação do IGAM estar em operação desde 2014, torna-se imprescindível sua modernização e aprimoramento dos produtos para garantir maior efetividade das ações. Atualmente, há uma demanda significativa por sistemas de informação e bancos de dados que otimizem as atividades das equipes de meteorologia e hidrologia, contribuindo para a redução do tempo de resposta e o aumento da precisão nas análises.

Essa reestruturação proporcionará uma gestão integrada e proativa, beneficiando órgãos públicos parceiros e toda a população de Minas Gerais ao oferecer dados precisos e tempestivos, fundamentais para a tomada de decisões e a resposta a eventos críticos. A seguir são detalhadas algumas melhorias já mapeadas para a Sala de Situação e para o SIMGE, considerando a sua interdependência.

I - REESTRUTURAÇÃO DA EQUIPE

A relevância da Sala de Situação é indissociável da trajetória do SIMGE, operacional desde 1997. Integrado ao IGAM, o SIMGE desempenha o acompanhamento contínuo das condições climáticas e hídricas. Contudo, a jornada tanto do SIMGE quanto da Sala de Situação tem sido persistentemente marcada por desafios que transcendem a esfera tecnológica, atingindo de forma crítica a estrutura de pessoal, frequentemente comprometida por impedimentos legais e administrativos, a figura abaixo apresenta a evolução histórica do processo de estruturação da Sala de Situação.

Diante deste intrincado cenário, onde desafios tecnológicos crônicos se entrelaçam com persistentes obstáculos legais e administrativos para a manutenção de um corpo técnico robusto, a reestruturação da equipe da Sala de Situação e a modernização tecnológica transcendem a categoria de simples melhoria, configurando-se como uma necessidade estratégica urgente e inadiável. É imperativo que o IGAM supere essas barreiras históricas para assegurar o pleno cumprimento de sua missão essencial: monitorar e gerenciar os recursos hídricos de Minas Gerais com a agilidade, precisão e resiliência que os crescentes e intensificados desafios climáticos impõem.



Figura 29 - Evolução histórica do processo de estruturação da Sala de Situação.

Para alcançar a plenitude da capacidade de prestação de serviços à sociedade mineira, torna-se imprescindível a incorporação de 13 profissionais, conforme detalhamento da tabela 02, cujo suporte será vital para a otimização da operação da Sala de Situação.

Tabela 02 - Detalhando do corpo técnico.

Identificador	Atribuições básicas	Quantitativo
Coordenador	Coordenação da equipe	1
Meteorologista	Monitoramento meteorológico e climático; Previsão meteorológica e climática; Nowcasting e envio de	5

	alertas; Elaboração de produtos meteorológicos e de modelagem; Apoio na Instalação do Radar Meteorológico.	
Engenheiro Hidrólogo	Modelagem hidrológica e hidrodinâmica; Operação do sistema de previsão de vazões; Elaboração de produtos hidrometeorológicos; Operação da rede hidrometeorológica; Análise e consistência de dados hidrológicos; Elaboração de produtos hidrometeorológicos.	4
Analista de Dados	Análise de dados hidrometeorológicos; Desenvolvimento de ferramentas; Elaboração de produtos hidrometeorológicos.	1
Analista de Geoprocessamento	Análise de banco de dados geográficos; Desenvolvimento de ferramentas; Elaboração de produtos hidrometeorológicos.	1
Assessor de Comunicação	Relacionamento com o público; Redes sociais; Campanhas publicitárias; Gerenciamento de crise.	1

Ademais, considerando os desafios contemporâneos e a urgência da situação, o IGAM deve buscar soluções inovadoras. Estas incluem a contratação de serviços de licenciamento na modalidade Software as a Service (SaaS) e a exploração de modelos de descentralização de políticas públicas para o terceiro setor. Tais medidas visam otimizar processos, liberar a expertise da equipe de meteorologistas e hidrólogos do IGAM para análises mais aprofundadas e estratégicas, e, fundamentalmente, fortalecer a proteção da população e do patrimônio ambiental mineiro.

I - PLANO DE COMUNICAÇÃO

A contratação de um plano de comunicação estratégico é essencial para potencializar o alcance e a efetividade dos produtos da Sala de Situação, assegurando que dados e alertas sejam compreendidos e utilizados de forma ágil pelos públicos-alvo. Ao facilitar o acesso a informações claras e tempestivas, o plano contribui para aumentar a resiliência e a cultura de prevenção nas comunidades, fortalecer a integração entre órgãos públicos, valorizar a atuação institucional do IGAM, reduzir danos humanos e materiais e garantir o alinhamento com a legislação e as melhores práticas em gestão de crises ambientais. Dessa forma, a comunicação estruturada não só otimiza a resposta a eventos críticos, como também amplia o impacto social e institucional da Sala de Situação.

O plano de comunicação será um documento estratégico com o objetivo de potencializar a disseminação e o impacto dos produtos gerados pela Sala de Situação, garantindo que informações hidrometeorológicas e alertas de tempo extremo cheguem de forma clara, acessível e tempestiva aos públicos-alvo.

Esse plano deverá contemplar:

- **Mapeamento e análise dos públicos-alvo:** Identificação detalhada dos diferentes segmentos que serão beneficiados, como órgãos de defesa civil, gestores públicos, usuários de recursos hídricos, produtores rurais, setor acadêmico, mídia e a população em geral, considerando suas necessidades e preferências de comunicação.
- **Definição de objetivos de comunicação:** Estabelecimento de metas claras (ex.: ampliar o alcance dos alertas, aumentar o engajamento dos órgãos parceiros, fortalecer a imagem institucional da Sala de Situação, promover a educação e a cultura de prevenção).
- **Definição de conteúdos prioritários e personalização da comunicação:** Desenvolvimento de conteúdos sob medida para cada público, com linguagem acessível, objetiva e, quando necessário, com diferentes níveis de profundidade técnica.
- **Seleção e integração de canais de comunicação:** Utilização de meios diversos, como mídias digitais (site, redes sociais, aplicativos, e-mails etc.), mídias tradicionais (rádio, TV, imprensa), boletins técnicos, plataformas para órgãos parceiros e eventos presenciais ou online (workshops, treinamentos, palestras).
- **Protocolos de comunicação em situações de crise:** Definição de fluxos, responsáveis, frequência de divulgação e coordenação com outros órgãos para informar de forma rápida e coerente durante eventos críticos.
- **Monitoramento e avaliação:** Instituição de indicadores para acompanhar o alcance e a efetividade das ações de comunicação, além de mecanismos de feedback contínuo para melhorias.

II - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE METEOROLOGIA²

A crescente complexidade dos fenômenos meteorológicos e climáticos, somada à demanda por informações precisas e em tempo hábil, exige uma modernização urgente nas operações do SIMGE. Com a ocorrência frequente de eventos como chuvas intensas, granizo, ondas de calor e secas em Minas Gerais, a pressão sobre a equipe de meteorologia, composta por apenas três profissionais, é imensa. Atualmente, a coleta e análise de dados de diversas fontes nacionais e internacionais, a confecção manual de mapas temáticos no QGIS e o gerenciamento de planilhas consomem um tempo valioso, tornando o processo propenso a erros e atrasos na resposta a desastres.

Diante desse cenário, a solução proposta é a contratação de um Sistema de Apoio às Atividades de Meteorologia. Este sistema se configura como uma plataforma integrada, baseada na web e com banco de dados unificado, projetada para automatizar, agilizar e aprimorar as operações meteorológicas do IGAM. O objetivo central é fornecer aos meteorologistas ferramentas que permitam aprimorar a qualidade e a celeridade das análises técnicas, liberando-os das tarefas manuais repetitivas para que possam se concentrar na previsão, monitoramento e diagnóstico de

² O anexo V apresenta o Termo de Referência para contratação do sistema.

eventos extremos, impactando diretamente na gestão de riscos e na defesa da população e do meio ambiente.

Principais Características e Funcionalidades do Sistema de Apoio à Meteorologia:

O sistema deverá ser uma solução robusta e acessível, idealmente disponível em nuvem para garantir acesso flexível via desktops e smartphones, com um layout responsivo que se adapte a diferentes dispositivos. Suas capacidades essenciais incluem:

- **Assimilação Automática de Dados:** Capacidade de coletar e integrar, de forma automática e contínua, dados e informações meteorológicas observacionais e de modelagem de diversas fontes públicas e não públicas (com acesso fornecido pelo Igam). Isso abrange dados em múltiplas escalas temporais para uma análise abrangente.
- **Geração e Exportação de Produtos:** A partir dos dados assimilados, o sistema deve ser capaz de produzir e exportar diversos formatos de saída, como mapas, gráficos e planilhas, essenciais para a comunicação e o registro das informações.
- **Gestão de Banco de Dados e Pesquisas:** Criar bancos de dados para facilitar estatísticas, pesquisas e o aprimoramento contínuo das análises.
- **Atualização e Flexibilidade:** Permitir atualizações e a incorporação de novas fontes de informação, garantindo que o sistema se mantenha relevante e atualizado com as últimas tecnologias e dados disponíveis.
- **Comunicação e Disseminação Automatizada:** Possuir uma base cadastrável de e-mails para o envio automatizado de produtos meteorológicos e boletins informativos diários, além de possibilitar o envio de alertas via e-mail, web, WhatsApp e/ou Telegram.
- **Controle de Acesso e Perfil de Usuários:** Contar com um sistema robusto de autenticação de usuários, registro de logs de acesso e um módulo específico para configuração de diferentes perfis (Administrador, Meteorologista, Gestor), cada um com níveis de acesso e funcionalidades personalizáveis.

O sistema será estruturado em três ambientes distintos, cada um focado em aspectos específicos da operação meteorológica:

- **Ambiente de Previsão:**
 - **Elaboração de Mapas Georreferenciados:** Permite a criação de mapas de tempo, tempo severo (com 4 níveis de severidade e camada de tempestade ordinária), mapas de chuva (24h) e tendência de chuva.
 - **Customização Visual:** Aderência aos padrões de cores RGB já utilizados pelo SIMGE e inclusão de conjuntos de Base Maps (ESRI).
 - **Exportação Versátil:** Exportação de mapas em formatos como .png, .shp, .kml, com títulos, legendas, fontes e validade da previsão.
 - **Identificação de Microrregiões Afetadas:** Capacidade de listar e distinguir

microrregiões afetadas por tempo severo, indicando o nível de severidade.

- Geração de Avisos e Textos: Espaços para inserção de textos de avisos que, combinados com os mapas, comporão a previsão diária, com exportação para .pdf e .doc e disponibilização direta no site do SIMGE.
- Campos Personalizados: Criação de campos personalizados a partir de rodadas de modelos meteorológicos.
- Ambiente de Nowcasting:
 - Monitoramento em Tempo Real: Disponibilização de camadas de dados de radares (CEMADEN, REDEMET), satélites (família GOES), estações automáticas (INMET, DAVIS, Wunderground), pluviômetros (CEMADEN, ANA) e descargas atmosféricas (RINDAT, BrasilDAT, GLM, CEMIG).
 - Emissão de Alertas Georreferenciados: Ferramenta para traçar polígonos e emitir alertas a municípios dentro de áreas selecionadas, com exportação para .kml e garantia de contenção dos polígonos dentro do território mineiro para evitar conflitos com sistemas externos (ex: Defesa Civil Estadual).
 - Gestão Visual de Alertas: Permite manter municípios em destaque durante a vigência de alertas, proporcionando uma diferenciação clara para todos os usuários do ambiente Nowcasting.
 - Histórico de Alertas: Armazenamento dos alertas emitidos em um banco de dados próprio para geração de mapas e estatísticas futuras.
- Ambiente de Climatologia:
 - Acesso e Assimilação Automática de Dados: Acesso contínuo e automático a dados de estações meteorológicas e pluviômetros (utilizados em Previsão e Nowcasting), bem como a rodadas de modelos meteorológicos de tempo e clima de centros nacionais e internacionais, em diversas escalas temporais.
 - Cobertura Geográfica Ampla: Inclusão de estações de estados limítrofes a Minas Gerais para uma análise climatológica mais completa.
 - Flexibilidade de Dados: Permite a seleção de estações para geração de informações e a entrada manual de dados via planilhas.
 - Análise Estatística e Visualização: Capacidade de exportar planilhas e mapas georreferenciados (com camadas espaciais personalizáveis), e realizar estatísticas e cálculos sobre os dados.

Em suma, a implementação deste Sistema de Apoio às Atividades de Meteorologia é um passo estratégico e transformador para o SIMGE. Ao automatizar processos, integrar informações e oferecer ferramentas avançadas de análise e disseminação, o sistema não só otimizará o trabalho da equipe de meteorologia, mas também fortalecerá significativamente a capacidade do estado de Minas Gerais em prever e mitigar os impactos de eventos hidrometeorológicos extremos, protegendo vidas e recursos.

III - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE HIDROLOGIA³

A contratação de um SaaS (Software as a Service) especializado para análise, modelagem e previsão de eventos hidrológicos é uma necessidade estratégica para o IGAM. Essa ferramenta é essencial para aprimorar a capacidade técnica e operacional da Sala de Situação, permitindo a integração de dados hidrometeorológicos e a realização de simulações em tempo real. Através de funcionalidades avançadas, como modelagem hidráulica e geração de boletins automatizados, o SaaS reforçará a atuação do IGAM na prevenção e mitigação de desastres, além de melhorar a coordenação entre instituições envolvidas na gestão de eventos críticos. Em um cenário de mudanças climáticas e aumento da frequência de eventos extremos, a contratação dessa solução oferece uma resposta tecnológica eficiente, alinhada com as demandas de segurança hídrica e sustentabilidade do estado de Minas Gerais.

Além de atender a uma necessidade operacional urgente, a solução contribui para a execução do planejamento estratégico do IGAM, que prioriza a inovação e a modernização dos serviços prestados. A ferramenta também é crucial para subsidiar a tomada de decisões baseadas em evidências, com impacto direto na mitigação de riscos e na redução de perdas econômicas e sociais decorrentes de desastres hidrológicos. Dessa forma, a contratação reflete um investimento estratégico e sustentável, consolidando o papel do IGAM como referência na gestão integrada e transparente de recursos hídricos em Minas Gerais.

O SaaS a ser contratado deve ser específico para a análise, modelagem e previsão de eventos hidrológicos e apresentar os seguintes requisitos básicos:

- Realizar coleta de dados hidrometeorológicos automatizada, sendo essa oriunda de diferentes bases de monitoramento e modelagem;
- Realizar processamento e consistência de forma automatizada dos dados hidrometeorológicos coletados;
- Realizar modelagem numérica hidrológica por meio de modelo chuva-vazão de base física;
- Realizar previsão hidrológica determinística e por conjunto, possibilitando a processamento de múltiplos modelos meteorológicos;
- Realizar previsão hidrológica de longo prazo (previsões sazonais);
- Realizar modelagem numérica hidráulica para simulação de reservatórios e cálculo de balanço hídrico, baseado nas previsões hidrológicas;
- Permitir a incorporação e visualização de manchas de inundação para os locais de monitoramento, com discretização de diferentes períodos de retorno;
- Permitir o download das informações processadas;
- Possuir módulo de geração de boletins técnico-informativos da previsão hidrológica, com disponibilização para download em formato PDF;
- Possuir módulo para emissão de notificações automáticas via e-mail ou para um grupo de

³ O anexo VI apresenta o Termo de Referência para contratação do sistema.

III - MODERNIZAÇÃO E AMPLIAÇÃO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA DE MINAS GERAIS⁴

A modernização e ampliação da Rede Hidrometeorológica de Minas Gerais (RHMG) são fundamentais para garantir a obtenção contínua de dados hidrológicos confiáveis, indispensáveis à gestão eficiente e ao monitoramento dos recursos hídricos no estado. Nesse contexto, foram identificadas necessidades que envolvem tanto a operação de estações já existentes quanto a instalação e estruturação de novas estações, além da execução de procedimentos e serviços complementares essenciais ao adequado funcionamento da rede.

A proposta está organizada em três frentes de trabalho distintas: a primeira refere-se à aquisição de dados de 71 estações atualmente operacionais; a segunda contempla a aquisição de dados de 30 novas estações fornecidas pelo IGAM, cuja instalação será de responsabilidade da entidade executora; e a terceira envolve a aquisição de dados de 100 novas estações, cuja aquisição e instalação ou fornecimento de dados de terceiros será integralmente de responsabilidade da entidade executora.

Em todas as frentes, as atividades têm como foco a geração de dados confiáveis e consistentes, exigindo, para isso, a realização de serviços técnicos complementares. Entre os serviços previstos, destacam-se: levantamentos topobatimétricos; manutenções periódicas preventivas e corretivas; monitoramento e verificação diária do funcionamento dos equipamentos e da integridade dos dados coletados; medições regulares de vazão; desenvolvimento, calibração, validação e atualização contínua das curvas-chave; e análise e consistência dos dados hidrológicos. Também está prevista a criação e manutenção de uma plataforma digital para disponibilização dos dados em tempo real.

Além dos aspectos técnicos e operacionais, a proposta contempla diretrizes de padronização, rastreabilidade e documentação, incluindo a elaboração de fichas técnicas, registros de manutenção, justificativas técnicas, relatórios e a sistematização dos dados em ambiente digital seguro. As frentes de trabalho foram definidas com base no diagnóstico da rede existente e nas necessidades mapeadas para sua expansão. O detalhamento dos serviços a serem executados em cada caso encontra-se descrito em Termo de Referência.

IV - AMPLIAÇÃO DA REDE DE RADAR.

Conforme já descrito anteriormente, há lacunas de cobertura de radares meteorológicos em Minas Gerais. Pensando na atual rede e em como o posicionamento de radares pode contribuir para o monitoramento dos sistemas meteorológicos, como por exemplo em termos de trajetória de deslocamento ao longo de Minas Gerais, o oeste do estado se destaca como local prioritário. Além da segurança da população, que é o principal objetivo em termos de monitoramento meteorológico, pode-se agregar importância de cobertura nessa área também em termos de produtividade de agronegócio uma vez que a região do Triângulo Mineiro é líder na produção de soja, milho, cana-

⁴ O anexo IV apresenta ao Termo de Referência elaborado desde serviço

de-açúcar, café e pecuária de corte e leiteira, atividades altamente sensíveis às condições meteorológicas, especialmente chuvas intensas, granizo etc.

Sendo assim, uma das estratégias de aprimoramento do monitoramento meteorológico de Minas Gerais é ampliar a rede de radares meteorológicos, através da instalação de um radar para cobertura da região do Triângulo Mineiro. As ações vão desde a realização de estudo para determinação do local apropriado, escolha do melhor equipamento, aquisição do equipamento, montagem da infraestrutura necessária, instalação e manutenção contínua do equipamento, ampliando o acompanhamento dos sistemas atmosféricos atuantes e proporcionando alertas cada vez mais eficazes.

IV - SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROCLIMÁTICAS⁵

O Sistema Informações Hidroclimáticas, que deverá conter um sistema de informação que integre, sintetize, e gere informação em relação a dos recursos naturais de Minas Gerais, auxiliado pelo conhecimento de previsões de tempo, clima, monitoramento das condições hidroclimáticas e alertas climáticos com satisfatório grau de antecedência.

O Sistema Informações Hidroclimáticas também facilitará a criação de um banco de dados observacionais, cujos resultados das metodologias desenvolvidas apoiarão os órgãos de defesa civil estadual e municipais e de planejamento, assistência técnica e extensão rural um valioso instrumento na determinação de ações de prevenção e contingência, vindo a minimizar os prejuízos econômicos causados pelo eventos hidrológicos dos extremos, o que interfere diretamente nos aspectos sociais, econômicos e ambientais do Estado de Minas Gerais.

Com o sistema o SIMGE será capaz de prever e lançar boletins de prognósticos e alertas climáticos nas diferentes escalas temporais e desta forma, apoiar na prevenção de desastres naturais. Como parte do projeto são esperados seguintes produtos e serviços:

- Simulação da variabilidade climática a diferentes escalas de tempo com cenários futuros sobre as condições climáticas no estado de Minas Gerais;
- Mapas de suscetibilidade e de setorização de riscos;
- Mapas de dados climatológicos, hidrológicos e altimétricos;
- Análise de frequência dos dados e espacialização;
- Determinação de valores e objetivos críticos para a definição de emergências constituintes de um sistema de alerta climático;
- Gerar e analisar informações que permitam estabelecer sistemas melhorados de monitoramento do clima e vegetação;
- Elaboração de prognósticos climáticos diários e sazonais (um e para o trimestre) com a utilização de metodologias avançadas e com melhor resolução espacial;
- Apresentar diagnósticos de modelagem numérica e acompanhamento sistemático de dados

⁵ O anexo VII apresenta o Espoco Inicial desde sistema

oriundos das redes hidrológicas e meteorológicas distribuídas pelo Estado;

- Apresentação de metodologias de prognósticos e alertas em condições de tempo e clima;
- Integração de previsões climáticas estacionais e aspectos de variabilidade climática ligados aos fenômenos climáticos;
- Realização alertas baseados em análises de risco de condições potencialmente adversas e acionar os órgãos do setor agrícola e de defesa civil, oferecendo apoio às ações de resposta a desastres de ordem climática.

ANEXOS:

Anexo I: Terminologia Técnica

Anexo II: Simbologia Básica

Anexo III: Fontes de Dados

Anexo IV: Termo de Referência - Operação da Rede Hidrológica de Minas Gerais

Anexo V: Termo de Referência - Sistema de Apoio às Atividades de Meteorologia

Anexo VI: Termo de Referência - Sistema de Apoio às Atividades de Hidrologia

Anexo VII: Escopo Do Sistema De Informações Hidroclimáticas

ANEXO I - TERMINOLOGIA TÉCNICA

- **Alarme**⁶: Sinal, dispositivo ou sistema que tem por finalidade avisar sobre um perigo ou risco iminente. Nessas circunstâncias, o dispositivo operacional passa da situação de prontidão “em condições de emprego imediato” para a de início ordenado das operações de socorro.
- **Alerta**⁶: Dispositivo de vigilância. Situação em que o perigo ou risco é previsível em curto prazo. Nessas circunstâncias, o dispositivo operacional evolui da situação de sobreaviso para a de prontidão.
- **Ameaça**⁶: 1. Risco imediato de desastre. Prenúncio ou indício de um evento desastroso. Evento adverso provocador de desastre, quando ainda potencial. 2. Estimativa da ocorrência e magnitude de um evento adverso, expressa em termos da probabilidade de ocorrência do evento (ou acidente) e da provável magnitude de sua manifestação.
- **Análise de riscos**⁶: Identificação e avaliação tanto dos tipos de ameaça como dos elementos em risco, dentro de um determinado sistema ou região geográfica definida.
- **Ano hidrológico**⁷: Período contínuo de 12 meses escolhido de tal modo que as precipitações totais são escoadas neste mesmo período.
- **Área crítica**⁶: Área onde estão ocorrendo eventos desastrosos ou onde há certeza ou grande probabilidade de sua reincidência. Essas áreas devem ser isoladas em razão das ameaças que representam à vida ou à saúde das pessoas.
- **Área de risco**⁶: Área onde existe a possibilidade de ocorrência de eventos adversos.
- **Avaliação de risco**⁶: Metodologia que permite identificar uma ameaça, caracterizar e estimar sua importância, com a finalidade de definir alternativas de gestão do processo. Compreende: 1. Identificação da ameaça. 2. Caracterização do risco. 3. Avaliação da exposição. 4. Estimativa de risco. 5. Definição de alternativas de gestão.
- **Aviso**: Dispositivo de acompanhamento da situação que caracteriza determinado sistema frente à possibilidade de ocorrência de desastre natural, sem recomendações explícitas de ações para defesa civil. Em relação aos eventos críticos associados aos recursos hídricos, são emitidos por entidades responsáveis pelo monitoramento das condições hidrometeorológicas. As instituições vinculadas à Defesa Civil o utilizam como subsídio para emissão do *alerta*, no caso de perigo ou risco previsível a curto prazo, ou *alarme*, quando ocorre a comunicação do perigo ou risco iminente.
- **Bacia hidrográfica**: 1. Unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (inciso V do art. 1º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997). 2. Unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d’água (inciso IV do art. 4º da Lei nº 12.608, de 10 de abril

⁶ SEDEC/MI. Glossário de Defesa Civil: estudos de riscos e medicina de desastres. 5ª Edição. Secretaria Nacional de Defesa Civil/ Ministério da Integração Nacional. Disponível em <<http://www.defesacivil.gov.br/publicacoes/publicacoes/glossario.asp>>.

⁷ Glossário de Termos Hidrológicos. Agência Nacional de Águas. 2001. Versão 1.1.

de 2012). 3. Do ponto de vista fisiográfico, a bacia hidrográfica corresponde à área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório⁸.

- **Barragem:** Barreira construída transversalmente a um vale para represar a água ou criar um reservatório². Utilizam-se comumente os termos *açude* e *represa* como sinônimos. (V. reservatório)
- **Catástrofe**⁶: Grande desgraça, acontecimento funesto e lastimoso. Desastre de grandes proporções, envolvendo alto número de vítimas e/ou danos severos.
- **Cota de Emergência:** nível de água de referência em uma determinada seção do rio obtida por meio de informação levantada em campo (não-estatística), a partir da qual parte da cidade já se encontra inundada, representando riscos à população, de danos à infraestrutura ou interrupção de serviços essenciais.
- **Cota de Transbordamento:** nível de água de referência em uma determinada seção do rio obtida por meio de informação levantada em campo (não-estatística), a partir da qual se desencadeia o processo de inundação.
- **Cotograma:** representação gráfica da variação do nível de água no corpo hídrico ao longo do tempo. Para vazões, utiliza-se o termo hidrograma. (V. hidrograma)
- **Cheia anual**²: (1) Descarga máxima instantânea observada num ano hidrológico. (2) Cheia que foi igualada ou excedida, em média, uma vez por ano.
- **Ciclo hidrológico**²: Sucessão de fases percorridas pela água ao passar da atmosfera à terra e vice-versa: evaporação do solo, do mar e das águas continentais; condensação para formar as nuvens; precipitação; acumulação no solo ou nas massas de água, escoamento direto ou retardado para o mar e reevaporação.
- **Chuva efetiva**²: (1) Parte da chuva que produz escoamento. (2) Em agricultura, parte da chuva que permanece no solo e contribui ao desenvolvimento das culturas.
- **Curva cota-área-volume:** Gráfico que mostra a relação entre a cota do nível d'água em um reservatório, sua área inundada e seu volume acumulado.
- **Curva de descarga**²: Curva representativa da relação entre a descarga e o nível d'água correspondente, num dado ponto de um curso d'água. Sinônimos - curva-chave, relação cota-descarga.
- **Curva de permanência:** Curva representativa da relação entre uma determinada grandeza (p.e. vazão ou nível) e a frequência na qual esta é igualada ou superada. Do ponto de vista estatístico, a curva de permanência representa um histograma de frequências acumuladas. Do ponto de vista prático, pode-se entender permanência como a probabilidade do nível d'água numa

⁸ TUCCI, C.E.M (org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2ª edição. Editora da UFRGS/ABRH. 2000.

estação fluviométrica ser igualado ou superado, sendo os níveis de cheias associados a valores de permanência baixos e os níveis de secas associados a valores de permanência altos.

- **Curvas de Aversão ao Risco - CAR:** conjunto de curvas utilizadas para definir a vazão limite de retirada de um reservatório a partir do seu volume atual, de forma a manter uma reserva estratégica ou volume mínimo ao final do período hidrológico seco.
- **Curvas intensidade-duração-frequência:** as *curvas idf* constituem uma família de gráficos de intensidade e duração de chuva associados a frequências características de recorrência, deduzidas a partir da análise de séries temporais de dados e ajustes a equações matemáticas genéricas.
- **Curva Guia:** curva de referência para operação de um reservatório, que indica níveis de armazenamento variáveis ao longo do ano associados a estratégias de gerenciamento voltadas ao controle de cheias, à geração de energia, ao abastecimento, entre outras.
- **Dado climatológico**⁶: Dado pertinente ao estudo do clima, inclusive relações estatísticas, valores médios, valores normais, frequências, variações e distribuição dos elementos meteorológicos.
- **Dado hidrológico**⁶: Dado sobre precipitações, níveis e vazão dos rios, transporte de sedimentos, vazão e armazenamento de água subterrânea, evapotranspiração, armazenamento em vales, níveis máximos de cheias e descargas e qualidade da água, bem como outros dados meteorológicos correlatos, como a temperatura.
- **Dano**⁶: 1. Medida que define a severidade ou intensidade da lesão resultante de um acidente ou evento adverso. 2. Perda humana, material ou ambiental, física ou funcional, resultante da falta de controle sobre o risco. 3. Intensidade de perda humana, material ou ambiental, induzida às pessoas, comunidade, instituições, instalações e/ou ao ecossistema, como consequência de um desastre. Os danos causados por desastres classificam-se em: danos humanos, materiais e ambientais.
- **Defesa Civil**⁶: Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social. Finalidade e Objetivos. Finalidade: o direito natural à vida e à incolumidade foi formalmente reconhecido pela Constituição da República Federativa do Brasil. Compete à Defesa Civil a garantia desse direito, em circunstâncias de desastre. Objetivo Geral: reduzir os desastres, através da diminuição de sua ocorrência e da sua intensidade. As ações de redução de desastres abrangem os seguintes aspectos globais: 1 - Prevenção de Desastres; 2- Preparação para Emergências e Desastres; 3 - Resposta aos Desastres; 4 - Reconstrução. Objetivos Específicos: 1 - promover a defesa permanente contra desastres naturais ou provocados pelo homem; 2 - prevenir ou minimizar danos, socorrer e assistir populações atingidas, reabilitar e recuperar áreas deterioradas por desastres; 3 - atuar na iminência ou em situações de desastres; 4 - promover a articulação e a coordenação do Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, em todo o território nacional.
- **Déficit hídrico:** Situação momentânea de baixa disponibilidade de água. Caso a situação se agrave, podendo causar interrupção de serviços essenciais ou desabastecimento, ou permaneça deficitária por um período de tempo prolongado, pode se caracterizar uma situação de escassez hídrica.

- **Desastre**⁶: Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados, em função dos danos e prejuízos, em termos de intensidade, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de magnitude. A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento adverso e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado. Normalmente o fator preponderante para a intensificação de um desastre é o grau de vulnerabilidade do sistema receptor.
- **Enchente**⁶: Elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal. Termo normalmente utilizado como sinônimo de inundação. (V. inundação).
- **Enxurrada**⁶: Volume de água que escoar na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas.
- **Escassez hídrica**: Considera-se escassez hídrica a situação de baixa disponibilidade de água. Diferencia-se basicamente do termo seca pela abrangência espacial: enquanto este deve ser usado preferencialmente quando se trata de grandes áreas ou mesmo uma bacia hidrográfica em sua totalidade, o termo escassez permite uma abordagem local do problema, mais adequada, portanto, à análise de trechos de rios e reservatórios.
- **Escoamento**⁷: Parte da precipitação que escoar para um curso d'água pela superfície do solo (escoamento superficial) ou pelo interior do mesmo (escoamento subterrâneo).
- **Escoamento fluvial**⁷: Água corrente na calha de um curso d'água. Escoamento pode ser classificado em uniforme, quando o vetor velocidade é constante ao longo de cada linha de corrente; variado, quando a velocidade, a declividade superficial e a área da seção transversal variam de um ponto a outro no curso d'água; e como permanente, quando a velocidade não varia em grandeza e direção, relativamente ao tempo.
- **Estação**⁶: Divisão do ano, de acordo com algum fenômeno regularmente recorrente, normalmente astronômico (equinócios e solstícios) ou climático. Nas latitudes médias e subtropicais, quatro estações são identificadas: verão, outono, inverno e primavera, de distribuídas tal forma que, enquanto é verão no hemisfério Sul, é inverno no hemisfério Norte. No hemisfério Sul, o verão ocorre de dezembro a fevereiro; o outono, de março a maio; o inverno, de junho a agosto, e a primavera, de setembro a dezembro. Nas regiões tropicais, essas quatro estações não são tão bem definidas, devido à uniformidade na distribuição da temperatura do ar à superfície. Portanto, identificam-se apenas duas estações: chuvosa e seca. Em regiões subtropicais continentais, a divisão sazonal é feita em estações quentes ou frias, chuvosas ou de estiagem ou por ambos os critérios.
- **Estação automática**: estação de monitoramento que dispõe de equipamentos e sensores para registrar uma determinada variável (p.e. pluviômetro digital ou sensor de nível d'água dos tipos "transdutor de pressão", "radar" ou "ultrassom").
- **Estação convencional**: estação de monitoramento cuja leitura é feita por um observador (p.e. leitura e registro em caderneta dos dados de nível d'água).

- **Estação climatológica**⁶: estação onde os dados climatológicos são obtidos. Incluem medidas de vento, nebulosidade, temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, insolação e evaporação.
- **Estação hidrométrica**: Estação onde são obtidos os seguintes dados relativos às águas de rios, lagos ou reservatórios: nível d'água, vazão, transporte e depósito de sedimentos, temperatura e outras propriedades físicas e químicas da água, além de características da cobertura de gelo². Podem ser usados como sinônimos os termos estação hidrológica e estação hidrometeorológica. As estações ainda podem ser subdivididas em pluviométricas (precipitação), evaporimétricas (evaporação), fluviométricas (nível e vazão de rios), limnimétricas (níveis de lagos e reservatórios), sedimentométricas (sedimentos) e de qualidade da água (temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, etc).
- **Estação telemétrica**: estação de monitoramento que dispõe de equipamentos para transmissão da informação registrada de uma determinada variável (p.e. transmissão por satélite ou celular dos dados de precipitação e nível).
- **Estiagem**: Período prolongado de baixa ou ausência de pluviosidade. Caso ocorra por um período de tempo muito longo e afete de forma generalizada os usuários da água da região, constitui-se uma seca.
- **Evento crítico**⁶: evento que dá início à cadeia de incidentes, resultando no desastre, a menos que o sistema de segurança interfira para evitá-lo ou minimizá-lo.
- **Hidrologia**: ciência que estuda o ciclo hidrológico.
- **Hidrografia**⁷: ciência que trata da descrição e da medida de todas as extensões de água: oceanos, mares, rios, lagos, reservatórios, etc.
- **Hidrograma**: representação gráfica da variação da vazão ou nível no curso d'água ao longo do tempo. Para níveis, utiliza-se preferencialmente o termo cotagrama. (V. cotagrama)
- **Hidrometeorologia**⁷: Estudo das fases atmosféricas e terrestres do ciclo hidrológico, com ênfase em suas inter-relações.
- **Hidrometria**⁷: Ciência da medida e da análise das características físicas e químicas da água, inclusive dos métodos, técnicas e instrumentação utilizados em hidrologia.
- **Hietograma**⁷: Diagrama representativo da distribuição temporal das intensidades de uma chuva. O mesmo que *Pluviograma*.
- **Inundação**⁶: Transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas. Em função da magnitude, as inundações são classificadas como: excepcionais, de grande magnitude, normais ou regulares e de pequena magnitude. Em função do padrão evolutivo, são classificadas como: enchentes ou inundações graduais, enxurradas ou inundações bruscas, alagamentos e inundações litorâneas. Na maioria das vezes, o incremento dos caudais de superfície é provocado por precipitações pluviométricas intensas e concentradas, pela intensificação do regime de chuvas sazonais, por saturação do lençol freático ou por degelo. As inundações podem ter outras causas como: assoreamento do leito dos rios; compactação e impermeabilização do solo; erupções vulcânicas em áreas de nevados; invasão de terrenos

deprimidos por maremotos, ondas intensificadas e macaréus; precipitações intensas com marés elevadas; rompimento de barragens; drenagem deficiente de áreas a montante de aterros; estrangulamento de rios provocado por desmoronamento.

- ***Isoieta***⁷: linha que liga os pontos de igual precipitação, para um dado período.
- ***Isótoças***⁷: linha que liga os pontos de igual velocidade na seção transversal de um curso d'água.
- ***Jusante***⁷: na direção da corrente, rio abaixo.
- ***Mapa de risco***⁶: Mapa topográfico, de escala variável, no qual se grava sinalização sobre riscos específicos, definindo níveis de probabilidade de ocorrência e de intensidade de danos previstos.
- ***Mapa de vulnerabilidade***⁶: Mapa onde se analisam as populações, os ecossistemas e o mobiliamento do território, vulneráveis a um dado risco.
- ***Marcas de cheia***⁷: Marcas naturais deixadas numa estrutura ou objetos indicando o estágio máximo de uma cheia.
- ***Montante***⁶: direção de onde correm as águas de uma corrente fluvial, no sentido da nascente. Direção oposta a jusante.
- ***Nível de alarme***⁶: Nível de água no qual começam os danos ou as inconveniências locais ou próximas de um dado pluviógrafo. Pode ser acima ou abaixo do nível de transbordamento ou armazenamento de cheias.
- ***Nuvem***⁶: Conjunto visível de partículas minúsculas de água líquida ou de cristais de gelo, ou de ambas ao mesmo tempo, em suspensão na atmosfera. Esse conjunto pode também conter partículas de água líquida ou de gelo, em maiores dimensões, e partículas procedentes, por exemplo, de vapores industriais, de fumaça ou de poeira. Assim como os nevoeiros, nuvens são uma consequência da condensação e sublimação do vapor de água na atmosfera. Quando a condensação (ou sublimação) ocorre em contato direto com a superfície, a nuvem que se forma colada à superfície constitui o que se chama de "nevoeiro". A ocorrência acima de 20m (60 pés) passa a ser nuvem propriamente dita e se apresenta sob dois aspectos básicos, independentemente dos níveis em que se formam, que são: 1. Nuvens Estratificadas - quando se formam camadas contínuas, de grande expansão horizontal e pouca expansão vertical. 2. Nuvens Cumuliformes - quando se formam em camadas descontínuas e quebradas, ou então, quando surgem isoladas, apresentando expansões verticais bem maiores em relação à expansão horizontal. Quanto à estrutura física, as nuvens podem ser ainda classificadas em: 1. Líquidas - quando são compostas exclusivamente de gotículas e gotas de água no estado líquido; 2. Sólidas - quando são compostas de cristais secos de gelo; 3. Mistas - quando são compostas de água e de cristais de gelo. As nuvens são classificadas, por fim, segundo a forma, aparência e a altura em que se formam. Os estágios são definidos em função das alturas médias em que se formam as nuvens: 1. Nuvens Baixas - até 2.000 metros de altura, são normalmente de estrutura líquida; 2. Nuvens Médias - todas as nuvens que se formam entre 2 e 7 km, nas latitudes temperadas, e 2 e 8 km, nas latitudes tropicais e equatoriais; são normalmente líquidas e mistas; 3. Nuvens Altas - compreendem todas as nuvens que se formam acima do estágio de nuvens médias; são sempre sólidas, o que lhes dá a coloração típica do branco brilhante; 4. Nuvens de Desenvolvimento Vertical - compreendem as nuvens que apresentam desenvolvimento vertical excepcional, cruzando, às vezes, todos os estágios; podem ter as três estruturas físicas: a)

líquida ou mista, na parte inferior; b) mista, na parte média; c) sólida, na parte superior. As nuvens são, ainda, distribuídas em 10 (dez) gêneros fundamentais: Nuvens Altas - 1. Cirrus - Ci 2. Cirrocumulus - Cc 3. Cirrostratus - Cs; Nuvens Médias - 4. Altocumulus - Ac 5. Altostratus - As; Nuvens Baixas - 6. Nimbostratus - Ns 7. Stratocumulus - Sc 8. Stratus - St; Nuvens de Desenvolvimento Vertical - 9. Cumulus - Cu 10. Cumulonimbus - Cb.

- **Onda**⁷: Perturbação em uma massa de água, propagada à velocidade constante ou variável (celeridade) frequentemente de natureza oscilatória, acompanhada por subidas e descidas alternadas das partículas da superfície do fluido.
- **Onda de cheia**⁷: Elevação do nível das águas de um rio até um pico e subsequente recessão, causada por um período de precipitação, fusão de neves, ruptura de barragem ou liberação de águas por central elétrica.
- **Permanência**: conceito utilizado na hidrologia estatística para se referir à probabilidade do valor de uma determinada variável hidrológica (precipitação, nível ou vazão) ser igualado ou superado. Indica a percentagem do tempo em que o valor da variável é igualado ou superado.
- **Plano de contingência ou emergência**⁶: Planejamento realizado para controlar e minimizar os efeitos previsíveis de um desastre específico. O planejamento se inicia com um "Estudo de Situação", que deve considerar as seguintes variáveis: 1 - avaliação da ameaça de desastre; 2 - avaliação da vulnerabilidade do desastre; 3 - avaliação de risco; 4 - previsão de danos; 5 - avaliação dos meios disponíveis; 6 - estudo da variável tempo; 7 - estabelecimento de uma "hipótese de planejamento", após conclusão do estudo de situação; 8 - estabelecimento da necessidade de recursos externos, após comparação das necessidades com as possibilidades (recursos disponíveis); 9 - levantamento, comparação e definição da melhor linha de ação para a solução do problema; aperfeiçoamento e, em seguida, a implantação do programa de preparação para o enfrentamento do desastre; 10 - definição das missões das instituições e equipes de atuação e programação de "exercícios simulados", que servirão para testar o desempenho das equipes e aperfeiçoar o planejamento.
- **Plataforma de coleta de dados**: a plataforma de coleta de dados - PCD é constituída por um conjunto de equipamentos instalados em estações de monitoramento capazes de realizar o registro de uma determinada variável (p.e. precipitação e nível), armazená-los (p.e. armazenagem em registrador eletrônico ou Datalogger) e transmiti-los (p.e. transmissão por satélite ou celular).
- **Precipitação**⁸: a precipitação é entendida em hidrologia como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações. O que diferencia essas formas de precipitações é o estado em que a água se encontra. (...) Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante para a hidrologia. As características principais da precipitação são o seu total, duração e distribuições temporal e espacial.
- **Prevenção de desastre**⁶: Conjunto de ações destinadas a reduzir a ocorrência e a intensidade de desastres naturais ou humanos, através da avaliação e redução das ameaças e/ou vulnerabilidades, minimizando os prejuízos socioeconômicos e os danos humanos, materiais e ambientais. Implica a formulação e implantação de políticas e de programas, com a finalidade de prevenir ou minimizar os efeitos de desastres. A prevenção compreende: a Avaliação e a

Redução de Riscos de Desastres, através de medidas estruturais e não-estruturais. Baseia-se em análises de riscos e de vulnerabilidades e inclui também legislação e regulamentação, zoneamento urbano, código de obras, obras públicas e planos diretores municipais.

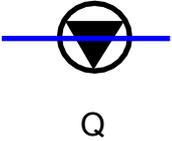
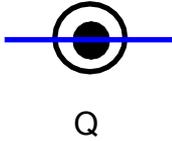
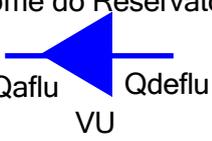
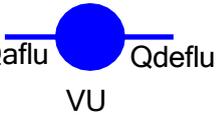
- **Previsão de cheias**⁷: Previsão de cotas, descargas, tempo de ocorrência, duração de uma cheia e, especialmente, da descarga de ponta num local especificado de um rio, como resultado das precipitações e/ou da fusão das neves na bacia.
- **Rede de drenagem**⁷: Disposição dos canais naturais de drenagem de uma certa área.
- **Rede hidrográfica**⁷: Conjunto de rios e outros cursos d'água permanente ou temporários, assim como dos lagos e dos reservatórios de uma dada região.
- **Rede hidrológica**⁷: Conjunto de estações hidrológicas e de postos de observação situados numa dada área (bacia de um rio, região administrativa) de modo a permitir o estudo do regime hidrológico.
- **Rede hidrométrica**⁷: Rede de estações dotadas de instalações para a determinação de variáveis hidrológicas, tais como: (1) descargas dos rios; (2) níveis dos rios, lagos e reservatórios; (3) transporte de sedimentos e sedimentação; (4) qualidade da água;
- (5) temperatura da água; (6) característica da cobertura de gelo nos rios e nos lagos, etc.
- **Referência de nível**⁷: Marca relativamente permanente, natural ou artificial, situada numa cota conhecida em relação a um nível de referência fixo.
- **Regime hidrológico**⁷: (1) Comportamento do leito de um rio durante um certo período, levando em conta os seguintes fatores: descarga sólida e líquida, largura, profundidade, declividade, formas dos meandros e progressão do movimento da barra, etc.; (2) Condições variáveis do escoamento num aquífero; (3) Modelo padrão de distribuição sazonal de um evento hidrológico, por exemplo, vazão.
- **Regularização natural**⁷: Amortecimento das variações do escoamento de um curso d'água resultante de um armazenamento natural num trecho de seu curso.
- **Remanso**⁷: Água represada ou retardada no seu curso em comparação ao escoamento normal ou natural.
- **Reservatório**⁷: Massa de água, natural ou artificial, usada para armazenar, regular e controlar os recursos hídricos. (V. barragem)
- **Resiliência**⁶: É a capacidade do indivíduo de lidar com problemas, superar obstáculos ou resistir à pressão de situações adversas sem entrar em surto psicológico. A resiliência também se trata de uma tomada de decisão quando alguém se depara com um contexto de crise entre a tensão do ambiente e a vontade de vencer.
- **Risco**⁶: 1. Medida de dano potencial ou prejuízo econômico expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. 2. Probabilidade de ocorrência de um acidente ou evento adverso, relacionado com a intensidade dos danos ou perdas, resultantes dos mesmos. 3. Probabilidade de danos potenciais dentro de um período especificado de tempo e/ou de ciclos operacionais. 4. Fatores estabelecidos, mediante estudos sistematizados, que envolvem uma probabilidade significativa

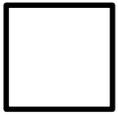
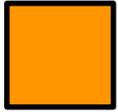
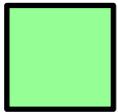
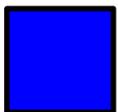
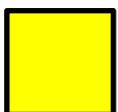
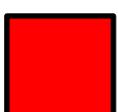
de ocorrência de um acidente ou desastre. 5. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos.

- **Salvamento**⁶: 1. Assistência imediata prestada a pessoas feridas em circunstâncias de desastre. 2. Conjunto de operações com a finalidade de colocar vidas humanas e animais a salvo e em lugar seguro.
- **Seca**⁶: 1. Ausência prolongada, deficiência acentuada ou fraca distribuição de precipitação. 2. Período de tempo seco, suficientemente prolongado, para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico. 3. Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes. 4. Numa visão socioeconômica, a seca depende muito mais das vulnerabilidades dos grupos sociais afetados que das condições climáticas.
- **Sistema**⁶: 1. Conjunto de subsistemas (substâncias, mecanismos, aparelhagem, equipamentos e pessoal) dispostos de forma a interagir para o desempenho de uma determinada tarefa. 2. Arranjo ordenado de componentes que se inter-relacionam, atuam e interagem com outros sistemas, para cumprir uma tarefa ou função (objetivos), em determinado ambiente.
- **Sistema de alarme**⁶: Dispositivo de vigilância permanente e automática de uma área ou planta industrial, que detecta variações de constantes ambientais e informa os sistemas de segurança a respeito.
- **Sistema de alerta**⁶: Conjunto de equipamentos ou recursos tecnológicos para informar a população sobre a ocorrência iminente de eventos adversos.
- **Tempo de retardo**⁷: Tempo compreendido entre o centro da massa da precipitação e o do escoamento ou entre o centro de massa da precipitação e a descarga máxima de ponta.
- **Tempo de base**⁷: Intervalo de tempo entre início e o fim do escoamento direto produzido por uma tempestade.
- **Tempo de concentração**⁷: Período de tempo necessário para que o escoamento superficial proveniente de uma precipitação se movimente do ponto mais remoto de uma bacia até o exutório.
- **Tempo de percurso**⁷: Tempo decorrido entre as passagens de uma partícula de água ou de uma onda, de um ponto dado a um outro, à jusante, num canal aberto.
- **Usina hidrelétrica**⁷: Conjunto de todas as obras e equipamentos destinados à produção de energia elétrica utilizando-se de um potencial hidráulico. Pode ser classificada em *usina a fio d'água*, quando utiliza reservatório com acumulação suficiente apenas para prover regularização diária ou semanal, ou utilizada diretamente a vazão afluente do aproveitamento; ou *usina com acumulação*, quando dispõe de reservatório para acumulação de água, com volume suficiente para assegurar o funcionamento normal das usinas durante um tempo especificado.
- **Vazão defluente**⁷: Vazão total que sai de uma estrutura hidráulica. Corresponde à soma das vazões turbinadas e vertida em uma usina hidrelétrica. Sinônimo - vazão liberada.

- **Vazão específica**⁷: Relação entre a vazão natural e a área de drenagem (da bacia hidrográfica) relativa a uma seção de um curso d'água. É expressa em $1/s/km^2$. Sinônimo - vazão unitária.
- **Vazão incremental**⁷: Vazão proveniente da diferença das vazões naturais entre duas seções determinadas de um curso d'água.
- **Volume de espera**: corresponde à parcela do volume útil do reservatório, abaixo dos níveis máximos operativos normais, a ser mantido no reservatório durante o período de controle de cheias visando reter parte do volume da cheia.
- **Vulnerabilidade**⁶: 1. Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. 2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano conseqüente. 3. Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos. 4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança.

ANEXO II - SIMBOLOGIA BÁSICA

	<p>Direção de fluxo; linha “em traço” com seta aberta na direção do fluxo da água; espessura 1pt. Deve-se utilizar apenas quando a direção do fluxo não estiver clara.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p>
	<p>Trecho de rio; linha cheia; espessura 2pt.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p> <p>Obs.: A vazão (Q) deve ser indicada na parte inferior.</p>
<p>Código da Estação</p> 	<p>Estação Hidrológica; circunferência com triângulo inscrito.</p> <p>Cor RGB = (0,0,0).</p> <p>Obs.: A vazão (Q) deve ser indicada na parte inferior.</p> <p>Caso não exista a informação de vazão, pode ser considerado o</p> <p>Nível (NA).</p>
<p>Nome da Cidade</p> 	<p>Cidade; círculos concêntricos.</p> <p>Cor RGB = (0,0,0).</p> <p>Obs.: A vazão (Q) deve ser indicada na parte inferior.</p> <p>Caso não exista a informação de vazão, pode ser considerado o</p> <p>Nível (NA).</p>
<p>Nome do Reservatório</p> 	<p>Barragem com reservatório de acumulação; triângulo equilátero com vértice na direção oposta ao fluxo da água; sem contorno.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p> <p>Obs.: As vazões afluente (Qaflu) e defluente (Qdeflu) e o Volume Útil (VU) ou o Nível (NA) devem ser indicados conforme figura.</p>
<p>Nome da Barragem</p> 	<p>Barragem a fio d’água; círculo; sem contorno.</p> <p>Cor RGB = (0,0,255).</p> <p>Obs.: As vazões afluente (Qaflu) e defluente (Qdeflu) e o Volume Útil (VU) ou o Nível (NA) devem ser indicados conforme figura. Se não houver a informação, o espaço da mesma deve ser deixado vazio.</p>

	<p>Sem informação atualizada.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (166,166,166).</p>
	<p>Sem dado de referência.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,255,255).</p>
	<p>Estado de escassez hídrica.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,150,0).</p>
	<p>Estado de déficit hídrico.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (150,255,150).</p>
	<p>Estado normal.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (0,0,255).</p>
	<p>Estado de atenção para inundação.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,255,0).</p>
	<p>Estado de alerta para inundação.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (204,153,255).</p>
	<p>Estado de emergência para inundação.</p> <p>O elemento gráfico é representado na cor RGB = (255,0,0).</p>

ANEXO III - FONTES DE DADOS

Entre as fontes de informações que alimentam o Sistema de Informações Hidrometeorológicas da Sala de Situação de Eventos Hidrometeorológicos Críticos de Minas Gerais, destacam-se:

- Entre as fontes de informações para elaboração dos relatórios, destacam-se os seguintes sistemas de informação da ANA:
- Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos - SNIRH: contém dados das estações de monitoramento hidrológicas, mapas e o cadastro de usuários CNARH. O acesso é pelo sítio <<http://portalsnirh.ana.gov.br/>>;
- Sistema de Informações Hidrológicas - HIDRO: permite obter as séries de precipitação, nível e vazão das estações hidrometeorológicas. O acesso é através da instalação do software no computador e configuração do servidor de banco de dados da ANA;
- Sistema de Monitoramento Hidrológico - Telemetria: disponibiliza os dados atualizados das estações telemétricas. O sistema é acessado pelo sítio <<http://www.ana.gov.br/telemetria>>. Alternativamente os dados podem ser obtidos diretamente pelo servidor de banco de dados da ANA;
- Sistema CotaOnline: permite obter dados de estações hidrometeorológicas que foram inseridos manualmente no banco de dados da ANA. O acesso é pelo sítio <<http://www.ana.gov.br/cotaonline>>;
- Sistema de Acompanhamento Hidrológico (conhecido como B.I.): disponibiliza uma análise preliminar da situação dos níveis das estações fluviométricas e da operação dos reservatórios <<http://capela:9704/analytics/>>.

Entre as fontes de informações para elaboração dos relatórios, fora do ambiente institucional da ANA, destacam-se:

- INMET: são disponibilizados dados meteorológicos, previsão numérica e prognóstico climático, entre outras informações. Acesso pelo sítio <<http://www.inmet.gov.br/>>;
- CPTEC/INPE: são disponibilizados dados meteorológicos, previsão numérica, entre outras informações. Acesso pelo sítio <<http://www.cptec.inpe.br/>>;
- CPRM: disponibiliza informações sobre inundações na Bacia do Rio Doce - <<http://www.cprm.gov.br/alerta/site/index.html>>
- ONS: disponibiliza dados operacionais dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional, incluindo previsões de vazões, pelo sítio <<http://www.ons.org.br/>>;
- Defesa Civil: podem ser estabelecidos contatos por telefone ou e-mail ou verificados se estão disponíveis dados sobre desastres naturais nos sítios das defesas civis municipais, estaduais e nacional.

ANEXO IV - TERMO DE REFERÊNCIA - OPERAÇÃO DA REDE HIDROLÓGICA DE MINAS GERAIS

1. OBJETO

O presente anexo tem por finalidade orientar a execução da operação da Rede Hidrometeorológica de Minas Gerais (RHMG), definindo as diretrizes, especificações e requisitos técnicos e operacionais que devem ser observados pelo executor.

O conteúdo descrito neste documento abrange as responsabilidades associadas à operação das estações da rede, incluindo rotinas de verificação e manutenção dos equipamentos, monitoramento contínuo das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), consistência e validação de dados hidrológicos, entre outras atividades complementares essenciais à geração de informações confiáveis e à sustentabilidade da rede.

As diretrizes aqui estabelecidas visam assegurar a padronização dos procedimentos, garantir a continuidade e a qualidade dos dados produzidos, com vistas a apoiar o monitoramento hidrológico e a gestão dos recursos hídricos no estado.

2. DESCRIÇÃO DAS FRENTES DE TRABALHO

2.1. Objeto

A ampliação e a operação da Rede Hidrometeorológica de Minas Gerais têm como objetivos, respectivamente, a expansão da cobertura espacial da rede de monitoramento e a garantia da aquisição contínua de dados hidrológicos confiáveis, indispensáveis à gestão e ao monitoramento dos recursos hídricos no estado. Esses dados, que incluem informações como cota, vazão e precipitação, devem ser obtidos com qualidade comprovada e em conformidade com os padrões técnicos estabelecidos.

Para garantir a confiabilidade e a consistência dos dados gerados, são necessários serviços técnicos complementares, tais como a manutenção de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), medições regulares de vazão, desenvolvimento e calibração de curvas-chave, realização de levantamentos topográficos, além da consistência e validação dos dados coletados.

Esses serviços técnicos e operacionais não constituem um fim em si mesmos, mas são meios essenciais para viabilizar a geração de dados hidrológicos estruturados, precisos e aplicáveis. A aceitação e validação dos dados estarão condicionadas à comprovação de que os procedimentos necessários foram devidamente executados, garantindo que os resultados atendam aos critérios de precisão, consistência e aplicabilidade definidos tecnicamente.

O objetivo final da ampliação e operação da rede é, portanto, assegurar a disponibilidade contínua de dados hidrológicos de alta qualidade, ampliando a cobertura espacial do monitoramento e subsidiando a tomada de decisões e o planejamento estratégico no âmbito da gestão de recursos hídricos.

2.2. Descrição dos serviços

O escopo da ampliação e operação da rede contempla a execução de serviços técnicos especializados voltados à expansão da capacidade de monitoramento hidrológico e à continuidade da operação da rede existente. No âmbito da ampliação, incluem-se a instalação de novos

equipamentos e a estruturação de novas estações, com vistas a melhorar a cobertura espacial e a representatividade dos dados. Já a operação envolve a realização de medições, levantamentos topobatimétricos, validação de dados, manutenções preventivas e corretivas dos instrumentos, bem como o monitoramento contínuo das estações, assegurando a qualidade e a consistência dos dados hidrológicos coletados ao longo do tempo.

Os serviços são detalhados a seguir:

- Instalação de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs): A montagem de dispositivos para monitoramento em tempo real de dados hidrometeorológicos será realizada com toda a infraestrutura necessária, garantindo que os equipamentos operem de forma eficiente e contínua.
- Instalação de Réguas Limnimétricas e Marcos de Referência de Nível: A instalação de réguas limnimétricas e marcos de referência visa garantir medições confiáveis dos níveis d'água, essenciais para o monitoramento hidrológico. O serviço inclui a escolha das localizações, fixação das réguas conforme padrões técnicos e implantação de marcos de referência com base em levantamentos topográficos. Esses marcos servirão como pontos de controle para calibração e manutenção.
- Levantamento Topobatimétrico do Perfil da Seção Transversal da Seção de Réguas: Este serviço envolve a medição do perfil submerso das seções, o que é fundamental para garantir a precisão nas análises hidrológicas e na interpretação dos dados.
- Manutenções Preventivas e Corretivas: A empresa se comprometerá a realizar intervenções regulares e emergenciais nos equipamentos, assegurando seu funcionamento adequado e prolongando sua vida útil, o que é crucial para a continuidade do monitoramento.
- Medições Regulares de Vazão: A coleta contínua de dados de vazão permitirá a calibração e a precisão das curvas-chave, essenciais para análises hidrológicas detalhadas.
- Desenvolvimento, Calibração, Validação e Atualização de Curvas-Chave: Processos contínuos garantirão a exatidão dos dados de cota e vazão, permitindo que as análises sejam baseadas em informações atualizadas e precisas.
- Análise e Validação de Dados: O tratamento e a verificação da consistência dos dados coletados são fundamentais para assegurar sua confiabilidade, permitindo que decisões informadas sejam tomadas com base nas informações disponíveis.

2.3. Requisitos Técnicos

1. Instalação de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs):

- Padrão de Instalação: A empresa deve estabelecer um padrão técnico para a instalação dos equipamentos.
- Documentação: Apresentar documentação detalhada do processo, incluindo Ficha de Inspeção para a Instalação de Estação Telemétrica.

- Verificação dos Componentes: Todos os componentes dos equipamentos devem ser checados antes da instalação.
- Capacitação Técnica: Treinamento da equipe técnica para a correta instalação e configuração dos equipamentos.

2. Instalação de Réguas Limnimétricas:

- Aquisição de Equipamentos: Adquirir conjunto completo de réguas limnimétricas e infraestrutura associada.
- Instalação Segura: Realizar instalação em locais de fácil leitura e acesso seguro para as réguas.
- Calibração e Verificações: Realizar calibração inicial e verificações periódicas de precisão.
- Documentação: Apresentar documentação detalhada da instalação.

3. Instalação de Marcos de Referência de Nível:

- Identificação dos Pontos de Referência: Identificar e preparar os locais adequados para a instalação dos marcos de referência de nível.
- Precisão Topográfica: Garantir a precisão na definição das altitudes e coordenadas geográficas dos marcos de referência.
- Documentação: Elaborar documentação detalhada e criar sinalização adequada para cada marco instalado, garantindo sua fácil identificação e consulta.
- Manutenção Periódica: Realizar manutenção periódica dos marcos para assegurar sua integridade e precisão ao longo do tempo.

4. Levantamento Topobatimétrico do Perfil da Seção Transversal da Seção de Réguas:

- Frequência do Levantamento: Realizar o levantamento topobatimétrico anualmente, com o objetivo de apoiar a validação e atualização das Curvas-Chave, garantindo a precisão das medições de vazão.
- Georreferenciamento: Incluir no levantamento a atualização das coordenadas topográficas, cadastramento de estruturas relacionadas, georreferenciamento de estações telemétricas e registro das marcas de cheia.
- Uso de Tecnologia Adequada: Empregar tecnologias consolidadas e equipamentos adequados para o levantamento topobatimétrico, assegurando alta precisão na medição do perfil submerso da seção transversal.
- Documentação Técnica: Elaborar documentação detalhada de todos os levantamentos realizados, incluindo mapas, gráficos, perfis topobatimétricos e relatórios técnicos.

5. Manutenções Preventivas:

- **Cronograma Regular de Manutenção:** Criar um cronograma regular de manutenção preventiva, garantindo que as manutenções ocorram a cada três meses.
- **Inspeções Detalhadas:** Realizar inspeções dos seguintes itens: tubulação, caixas de passagem, valas, ancoragens, régua limnimétrica, Plataformas de Coleta de Dados (PCD) e acessórios. A inspeção deve incluir a limpeza dos equipamentos e da infraestrutura (abrigo, tubos de PVC, caixas de passagem, suportes dos sensores, etc.).
- **Verificação de Programação:** Avaliar a programação das estações automáticas e do sistema de telemetria, realizando atualizações se necessário.
- **Verificação do Sistema de Energia:** Inspecionar o funcionamento do sistema de energia, incluindo painel solar e bateria, para assegurar o fornecimento contínuo de energia.
- **Leitura dos Sensores:** Verificar a leitura dos sensores, especialmente a leitura automática do sensor de nível, para garantir a precisão dos dados coletados.
- **Gestão de Dados:** Realizar o download dos dados hidrometeorológicos, permitindo filtrar o conjunto de dados a ser baixado pela data de aquisição.
- **Parâmetros de Configuração:** Executar o download e upload dos parâmetros de configuração da PCD e dos sensores, garantindo que estejam corretamente ajustados.
- **Limpeza da Memória:** Apagar os dados e informações armazenados na memória interna da PCD após backup seguro, para liberar espaço e evitar sobrecarga.
- **Verificação Geral da PCD:** Revisar a configuração geral da PCD e garantir que todos os parâmetros estejam corretos.
- **Calibração de Sensores:** Calibrar os sensores periodicamente para assegurar medições precisas e confiáveis.
- **Substituição de Peças Desgastadas:** Realizar a substituição preventiva de peças desgastadas, utilizando componentes originais ou equivalentes.
- **Documentação de Manutenção:** Elaborar registros detalhados de todas as atividades de manutenção, incluindo inspeções, calibrações, limpeza e substituições, para controle e planejamento.

6. Manutenções Corretivas:

- **Confiabilidade da Transmissão:** Garantir que a rede telemétrica mantenha a confiabilidade, recebendo pelo menos 93% dos dados sem atrasos ou interrupções.
- **Atendimento Rápido:** Executar manutenções corretivas no prazo estipulado, diagnosticando rapidamente os problemas e aplicando soluções eficazes.
- **Diagnóstico e Solução de Problemas:** Realizar diagnósticos precisos para identificar a causa raiz dos problemas e implementar soluções que assegurem a continuidade e

qualidade do monitoramento.

- Substituição de Peças: Utilizar peças originais ou equivalentes para a reposição de componentes danificados, garantindo a compatibilidade e a durabilidade dos equipamentos.
- Documentação das Intervenções: Produzir relatórios detalhados de cada intervenção corretiva, descrevendo o diagnóstico realizado, as medidas aplicadas e as causas das falhas detectadas.

7. Realização de Medições Regulares de Vazão:

- Utilização de Técnicas e Equipamentos Padronizados: Realizar medições de vazão utilizando técnicas consagradas e equipamentos padronizados para garantir a precisão dos dados.
- Preferência por Equipamentos Acústicos: Nas medições de descarga líquida, utilizar preferencialmente equipamentos acústicos, assegurando maior confiabilidade e precisão.
- Planejamento e Cronograma das Medições: Definir um cronograma regular para as medições de vazão e seguir o planejamento estabelecido para a coleta dos dados.
- Relatórios Mensais de Operação: Apresentar relatórios mensais detalhando as operações realizadas, incluindo dados de vazão e condições observadas.
- Justificativa para Mudança de Local de Medição: Em caso de mudança no local de medição, justificar tecnicamente a alteração, considerando fatores como interferências ou modificações no regime hidrológico.
- Registro e Armazenamento das Medições: Documentar todas as medições em fichas de campo ou arquivos digitais gerados pelos medidores, anexando essas informações aos Relatórios Mensais de Operação.
- Manutenção e Calibração dos Equipamentos: Garantir que todos os equipamentos hidrológicos utilizados (molinetes hidrométricos, medidores acústicos, etc) estejam em boas condições de uso, devidamente calibrados e conservados.

8. Desenvolvimento, Calibração, Validação e Atualização de Curvas-Chave:

- Determinação das Curvas-Chave: Estabelecer curvas-chave específicas para cada estação de monitoramento, garantindo a correspondência precisa entre as medições de nível e vazão.
- Aplicação de Métodos Estatísticos Consagrados: Utilizar métodos estatísticos reconhecidos e bem estabelecidos na literatura para a calibração inicial das curvas-chave, assegurando a representatividade dos dados.
- Calibração e Validação das Curvas-Chave: Realizar processos de calibração rigorosos, ajustando as curvas com base em dados de campo, e proceder à validação para

assegurar a precisão e a confiabilidade dos resultados.

- **Atualização Periódica das Curvas-Chave:** Efetuar revisões periódicas das curvas-chave, incorporando novos dados coletados para manter a precisão e refletir possíveis mudanças no regime hidrológico.
- **Documentação Completa dos Processos:** Elaborar documentação técnica detalhada de cada etapa do desenvolvimento, calibração, validação e atualização das curvas-chave, incluindo métodos, dados utilizados, ajustes realizados e justificativas técnicas.

9. Análise e Validação de Dados:

- **Controle de Qualidade:** Implementar procedimentos rigorosos de controle de qualidade dos dados.
- **Software de Análise:** Utilizar ferramentas específicas para validação e correção de dados.
- **Relatórios de Análise:** Fornecer relatórios detalhados sobre as validações e correções realizadas.

2.4. Frentes de Trabalho

A operação será organizada em três frentes distintas, conforme detalhado a seguir, com atividades específicas para cada uma:

Frente 1 - Aquisição de Dados de 71 PCDs Existentes:

Abrange a aquisição de dados provenientes da rede de monitoramento hidrológico do IGAM atualmente em operação, composta por 71 estações telemétricas já instaladas, conforme tabela abaixo.

Tabela 1: Estações da Frente 1

CÓDIGO IGAM	ESTAÇÃO	RIO	LATITUDE	LONGITUDE	TIPO	MODALIDADE
2042051	Rosário da Limeira		-20,9789	-42,5094	Plu	Telemétrica
2043133	Conselheiro Lafaiete		-20,625	-43,7536	Plu	Telemétrica
2044079	Lagoa Dourada		-20,9117	-44,0667	Plu	Telemétrica
2142096	São Sebastião da Vargem Alegre		-21,0725	-42,6369	Plu	Telemétrica
2142097	Mirai		-21,1947	-42,6158	Plu	Telemétrica
40053100	Barra do Rio São Miguel	São Miguel	-16,0469	-46,0308	Plu e Flu	Telemétrica
40100100	Barra do Pará	Pará	-19,2083	-45,1408	Plu e Flu	Telemétrica
40185010	Pari	Itapecerica	-20,185	-44,8937	Plu e Flu	Telemétrica

40680001	Entre Rios de Minas	Brumado	-20,6603	-44,0719	Plu e Flu	Telemétrica
40710001	Belo Vale	Paraopeba	-20,4083	-44,0217	Plu e Flu	Telemétrica
40712500	Bonfim	Macaúbas	-20,3744	-44,1858	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
40755000	Crucilândia	Manso	-20,4036	-44,3386	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
40850010	Ponte da Taquara	Paraopeba	-19,4331	-44,5483	Plu e Flu	Telemétrica
40974900	Fazenda São Felix	Borrachudo	-18,4675	-45,6453	Plu e Flu	Telemétrica
41075003	Porto Passarinho	Abaeté	-18,4031	-45,7369	Plu e Flu	Telemétrica
41151001	Fazenda Agua Limpa Jusante	das Velhas	-20,3053	-43,6164	Plu e Flu	Telemétrica
41180001	Itabirito Linígrafo	Itabirito	-20,3011	-43,7981	Plu e Flu	Telemétrica
41210001	Caeté	Córrego do Caeté	-19,9028	-43,6664	Plu e Flu	Telemétrica
41940001	Ponte do Bicudo	do Bicudo	-18,1908	-44,5556	Plu e Flu	Telemétrica
41955000	Lassance	das Velhas	-17,9136	-44,5694	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
42145499	Fazenda Umburana Montante	Jequitaiá	-17,2097	-44,4603	Plu e Flu	Telemétrica
42251001	Fazenda Córrego do Ouro	Escuro	-17,6133	-46,8592	Plu e Flu	Telemétrica
42255500	Santa Izabel	Ribeirão Santa Isabel	-17,2656	-46,9556	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
42550900	Porto dos Poções	Preto	-16,8406	-46,3572	Plu e Flu	Telemétrica
42690002	Porto da Extrema	Paracatu	-17,0303	-46,0136	Plu e Flu	Telemétrica
42860020	Cachoeira do Paredão	Sono	-17,1211	-45,4358	Plu e Flu	Telemétrica
42970900	Porto Alegre	Paracatu	-16,9075	-45,3819	Plu e Flu	Telemétrica
42980500	Barra do Rio - PTE013	Paracatu	-16,5872	-45,1336	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
43300001	Fazenda Carvalho	São Domingos	-15,5242	-46,2844	Plu e Flu	Telemétrica
43429998	Arinos Montante	Uruçuia	-15,9178	-46,1192	Plu e Flu	Telemétrica
44252000	Usina do Pandeiros Jusante	Pandeiros	-15,5136	-44,7539	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
53511000	Barra do Mosquito	Mosquito	-15,5064	-41,3692	Plu e Flu	Telemétrica
54110003	Fazenda Jambeiro - Grão Mogol	Itacambiruçu	-16,5914	-42,9183	Plu e Flu	Telemétrica
54193050	Rubelita	Salinas	-16,4086	-42,0686	Plu e Flu	Telemétrica
54195040	Barra do Salinas	Jequitinhonha	-16,6164	-42,3114	Plu e Flu	Telemétrica
54500000	Araçuaí	Araçuaí	-16,8503	-42,0631	Plu e Flu	Telemétrica
54730006	Fazenda Boa Sorte Jusante	São Miguel	-16,6222	-41,0281	Plu e Flu	Telemétrica
54770100	Fazenda Cajueiro	São Francisco	-16,1194	-40,7403	Plu e Flu	Telemétrica
55610001	Francisco Sá	Todos os Santos	-17,7386	-41,1222	Plu e Flu	Telemétrica
55660001	São Pedro do Pampã	Pampã	-17,3203	-40,6764	Plu e Flu	Telemétrica
56083000	Viçosa Hidro	São Bartolomeu	-20,7772	-42,8806	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
56860001	São Pedro do Suaçuí	Suaçuí Grande	-18,3631	-42,6022	Plu e Flu	Telemétrica
56933020	Barra do Cuieté Jusante	Caratinga	-19,0639	-41,5308	Plu e Flu	Telemétrica
56988550	Ipanema	José Pedro	-19,7906	-41,7075	Plu e Flu	Telemétrica
56990020	São Sebastião da Encruzilhada	Manhuaçu	-19,5228	-41,7061	Plu e Flu	Telemétrica
58910001	Fazenda Umbaúbas	Preto	-21,0506	-42,5142	Plu e Flu	Telemétrica
58921500	Eugenópolis	Gavião	-21,1208	-42,1969	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
60012110	Ponte Vicent Goulart Jusante	Paranaíba	-18,2722	-47,0986	Plu e Flu	Telemétrica

60101100	Abadia dos Dourados	Dourados	-18,295	-47,2439	Plu e Flu	Telemétrica
60134000	Barra do Perdizes	Perdizes	-18,5208	-47,5578	Plu e Flu	Telemétrica
60150050	Estrela do Sul	Bagagem	-18,7378	-47,6908	Plu e Flu	Telemétrica
60359090	Araguari	Dourados	-18,6383	-48,4383	Plu e Flu	Telemétrica
60850001	Fazenda Buriti do Prata	da Prata	-19,3597	-49,1803	Plu e Flu	Telemétrica
60855010	Ponte do Prata	da Prata	-19,0303	-49,7014	Plu e Flu	Telemétrica
60927010	Ponte São Domingos	Paranaíba	-19,2206	-50,6767	Plu e Flu	Telemétrica
61060000	Fazenda Laranjeiras	Aiuruoca	-21,6889	-44,3508	Plu e Flu	Telemétrica
61135000	Ibituruna	Mortes	-21,1425	-44,7397	Plu e Flu	Telemétrica
61176200	Barra do Rio do Cervo	do Cervo	-21,1719	-45,1717	Plu e Flu	Telemétrica
61260000	Bicas	Sapucaí	-22,5119	-45,3914	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
61271000	Itajubá	Sapucaí	-22,4458	-45,4242	Plu e Flu	Telemétrica
61305000	Santa Rita do Sapucaí	Sapucaí	-22,2508	-45,7089	Plu e Flu	Telemétrica
61370000	Ponte dos Rodrigues	Itaim	-22,3542	-45,8539	Plu e Flu	Telemétrica
61510020	Três Corações	Verde	-21,7036	-45,2478	Plu e Flu	Telemétrica
61511900	Chácara Santana	do Peixe	-21,6781	-45,2592	Plu e Flu	Telemétrica
61568050	Machado	do Machado	-21,6858	-45,905	Plu e Flu	Telemétrica
61793990	Uberaba	Uberaba	-19,7281	-47,9781	Plu e Flu	Telemétrica
61939000	Barra Rio São Francisco	São Francisco	-20,0252	-48,4400	Plu e Flu	Telemétrica
	APV					
	APV					
	APV					
	APV					

Frente 2 - Aquisição de Dados Hidrológicos de 30 Novas PCDs do IGAM:

Inclui a aquisição de dados da rede formada por 30 novas estações telemétricas, que serão fornecidas pelo IGAM. Nessa frente, a executora será também responsável pela instalação dessas estações.

Tabela 2: Estações da Frente 2

CÓDIGO	ESTAÇÃO	RIO	LATITUDE	LONGITUDE	TIPO	MODALIDADE
40050000	Iguatama	São Francisco	-20,17292	-45,71601	Plu e Flu	Telemétrica
40579995	Congonhas Linígrafo	Maranhão	-20,51972	-43,835	Plu e Flu	Telemétrica
42460000	Fazenda Limeira	Preto	-16,21028	-47,23389	Plu e Flu	Telemétrica
44850100	Fazenda Santa Marta	Verde Pequeno	-14,85639	-42,75194	Plu e Flu	Telemétrica
44909000	Janaúba (Assieg)	Gorutuba	-15,74861	-43,30889	Plu e Flu	Telemétrica
54010005	Vila Terra Branca Jusante	Jequitinhonha	-17,31333	-43,20861	Plu e Flu	Telemétrica
54230000	Carbonita	Araçuaí	-17,57972	-42,99528	Plu e Flu	Telemétrica

54235000	Ponte MG-214	Itamarandiba	-17,64	-42,67972	Plu e Flu	Telemétrica
54580000	Itaobim	Jequitinhonha	-16,56861	-41,505	Plu e Flu	Telemétrica
54780000	Jacinto	Jequitinhonha	-16,13917	-40,29056	Plu e Flu	Telemétrica
55560000	Fazenda Diacui	Mucuri	-17,48778	-41,24972	Plu e Flu	Telemétrica
55699998	Nanuque - Montante	Mucuri	-17,84194	-40,3825	Plu e Flu	Telemétrica
55800005	Fazenda São Mateus	São Mateus	-18,12333	-40,88306	Plu e Flu	Telemétrica
55884990	Jusante da Barra do Ariranha	São Mateus / Braço Sul	-18,66611	-41,09889	Plu e Flu	Telemétrica
57700000	Caiana	São João	-20,6947	-41,9214	Plu e Flu	Telemétrica
58491000	Matias Barbosa	Paraibuna	-21,8714	-43,3242	Plu e Flu	Telemétrica
58516500	Fazenda Santo Antônio	do Peixe	-21,8592	-43,4439	Plu e Flu	Telemétrica
58610000	Estevão Pinto	Cagado	-21,8964	-43,0414	Plu e Flu	Telemétrica
58765001	Usina Maurício	Novo	-21,4714	-42,8297	Plu e Flu	Telemétrica
58917000	Jussara	Glória	-20,9111	-42,3483	Plu e Flu	Telemétrica
60130000	Fazenda Cachoeira	Perdizes	-18,78111	-47,40889	Plu e Flu	Telemétrica
60845000	Ituiutaba	Tijuco	-18,94361	-49,46472	Plu e Flu	Telemétrica
61012000	Madre de Deus de Minas	Grande	-21,4925	-44,32694	Plu e Flu	Telemétrica
61078000	Itumirim	Capivari	-21,32111	-44,87194	Plu e Flu	Telemétrica
61107000	Porto Tiradentes	das Mortes	-21,12222	-44,23333	Plu e Flu	Telemétrica
61460000	Conceição do Rio Verde	Verde	-21,88722	-45,07917	Plu e Flu	Telemétrica
61500000	Fazenda Juca Casimiro	Lambari	-21,87	-45,26222	Plu e Flu	Telemétrica
61800500	Beira de Santa Rita	Pardo	-22,0067	-46,31033	Plu e Flu	Telemétrica
61815000	Guaxupé	Guaxupé	-21,29389	-46,70389	Plu e Flu	Telemétrica
61865000	Jacutinga	Mogi Guaçu	-22,26917	-46,605	Plu e Flu	Telemétrica

Frente 3 - Aquisição de Dados Hidrológicos de 100 Novas PCDs:

Refere-se à aquisição de dados de 100 novas estações telemétricas, cuja responsabilidade de fornecimento e instalação será integralmente da executora.

Tabela 3: Estações da Frente 3

CÓDIGO	ESTAÇÃO	RIO	LATITUDE	LONGITUDE	TIPO	MODALIDADE
41250000	Vespasiano	Ribeirão Da Mata	-19,68778	-43,92028	Plu e Flu	Telemétrica
41260000	Pinhões	Das Velhas	-19,70546	-43,81462	Plu e Flu	Telemétrica
41300000	Taquaraçu	Taquaraçu	-19,66583	-43,68694	Plu e Flu	Telemétrica
41440005	Represa Jusante	Ribeirão Jequitibá	-19,37139	-44,15306	Plu e Flu	Telemétrica
41600000	Pirapama	Das Velhas	-19,01139	-44,03806	Plu e Flu	Telemétrica
44890000	Fazenda Pedro Cantuária	Ribeirão Confisco	-15,98333	-43,17	Plu e Flu	Telemétrica
45260000	Juvenília	Carinhanha	-14,2575	-44,16083	Plu e Flu	Telemétrica

53500000	Ponte Preta	Ribeirão São João Do Paraíso	-15,5581	-41,9778	Plu e Flu	Telemétrica
54234000	Itamarandiba	Itamarandiba	-18,08959	-42,8395	Plu e Flu	Telemétrica
54260000	Ponte Alta	Araçuaí	-17,28722	-42,82053	Plu e Flu	Telemétrica
54710000	Jequitinhonha	Jequitinhonha	-16,42722	-41,01361	Plu e Flu	Telemétrica
56028000	Piranga	Piranga	-20,68806	-43,30056	Plu e Flu	Telemétrica
56055000	Braz Pires	Xopoto	-20,84778	-43,24194	Plu e Flu	Telemétrica
56065000	Senador Firmino	Turvo	-20,90722	-43,09833	Plu e Flu	Telemétrica
56075000	Porto Firme	Piranga	-20,67028	-43,09167	Plu e Flu	Telemétrica
56085000	Seriquite	Turvo Sujo	-20,72589	-42,91747	Plu e Flu	Telemétrica
56335001	Acaiaca - Jusante	Ribeirão Do Carmo	-20,36167	-43,13944	Plu e Flu	Telemétrica
56415000	Rio Casca	Casca	-20,22667	-42,65028	Plu e Flu	Telemétrica
56484998	Raul Soares Montante	Matipó	-20,09778	-42,43722	Plu e Flu	Telemétrica
56510000	Inst. Florestal Raul Soares	Matipó	-20,09667	-42,45944	Plu e Flu	Telemétrica
56570000	Pingo D'Água	Ribeirão Sacramento	-19,71	-42,44611	Plu e Flu	Telemétrica
56775000	Ferros	Santo Antônio	-19,23167	-43,02139	Plu e Flu	Telemétrica
56800000	Senhora do Porto	Guanhaes	-18,89472	-43,0825	Plu e Flu	Telemétrica
56846000	Porto Santa Rita	Corrente Grande	-18,95056	-42,36056	Plu e Flu	Telemétrica
56846890	Fazenda Aconchego	Suaçu Pequeno	-18,93169	-42,10278	Plu e Flu	Telemétrica
56851000	Campanário	Itambacuri	-18,24139	-41,74861	Plu e Flu	Telemétrica
56870000	Santa Maria do Suaçuí	São Felix	-18,20167	-42,45472	Plu e Flu	Telemétrica
56924500	Santa Rita de Minas	Caratinga	-19,88111	-42,1378	Plu e Flu	Telemétrica
56928000	Inhapim	Caratinga	-19,5497	-42,1222	Plu e Flu	Telemétrica
56935000	Dom Cavati	Caratinga	-19,38472	-42,11111	Plu e Flu	Telemétrica
56960005	Fazenda Vargem Alegre	Manhuaçu	-20,17917	-41,96111	Plu e Flu	Telemétrica
56978000	Santo Antonio Do Manhuaçu	Manhuaçu	-19,67694	-41,83361	Plu e Flu	Telemétrica
56989001	Mutum	São Manoel	-19,81083	-41,43722	Plu e Flu	Telemétrica
58470000	Chapeu D'Uvas	Paraíbuna	-21,5939	-43,5047	Plu e Flu	Telemétrica
58480500	Juiz de Fora - Jusante	Paraíbuna	-21,7783	-43,3253	Plu e Flu	Telemétrica
58670002	Fazenda da Barra (Pirapetinga)	Pirapetinga	-21,6581	-42,3428	Plu e Flu	Telemétrica
58710000	Usina Itueré	Pomba	-21,305	-43,1992	Plu e Flu	Telemétrica
58720000	Tabuleiro	Formoso	-21,3547	-43,2478	Plu e Flu	Telemétrica
58788050	Vale do Pomba	Pomba	-21,4397	-42,5358	Plu e Flu	Telemétrica
60011000	Patos de Minas	Paranaíba	-18,60333	-46,53917	Plu e Flu	Telemétrica
61115000	Usina São João Del Rei	Carandaí	-21,0525	-44,21111	Plu e Flu	Telemétrica
61255500	Borges	Sapucai	-22,5681	-45,4572	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
61460000	Conceição do Rio Verde	Verde	-21,88722	-45,07917	Plu e Flu	Telemétrica
61484000	Cristina - Montante	Lambari	-22,21028	-45,26583	Plu e Flu	Telemétrica
	Ponto Novo		-16,89118	-46,52066	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-15,08229	-44,03042	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-17,15069	-45,88132	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica

	Ponto Novo		-17,77861	-46,17306	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-18,03171	-45,18328	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-16,85914	-40,26209	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-17,25159	-40,57211	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,12567	-42,37967	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-22,19716	-45,88455	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,14697	-45,15453	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-18,5334	-49,24403	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-16,64154	-44,21249	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,92111	-44,17111	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,01333	-45,14147	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,87271	-44,59345	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-15,49469	-42,5388	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-16,57363	-40,16077	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-17,85861	-41,57056	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,27325	-42,05109	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,75669	-42,04583	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,80167	-43,21889	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,01141	-42,84062	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,8597	-49,70103	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,65254	-46,55032	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,98276	-48,48795	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,92683	-46,92472	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,63187	-46,8259	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,74278	-46,58389	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,68519	-46,42062	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,45325	-45,65464	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,86757	-45,05257	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,5048	-45,67094	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-22,23943	-45,9376	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,44833	-45,40306	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,99357	-45,2139	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,74956	-44,83103	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,26028	-45,24167	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-18,98778	-49,41639	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,32379	-46,31506	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-18,4306	-48,09958	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-16,10438	-45,90164	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,28	-43,82167	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,28333	-43,92639	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica

	Ponto Novo		-17,43198	-44,95265	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,32	-46,06611	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,01376	-44,08788	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-15,69584	-42,21854	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,44083	-43,54528	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-22,00597	-43,32623	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,42051	-47,00872	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-20,63552	-46,83864	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,10417	-45,52331	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,0915	-47,85138	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-19,4377	-47,58804	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-21,08056	-42,97861	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica
	Ponto Novo		-22,86969	-46,38407	Plu e Flu	Convencional e Telemétrica

2.5. Seleção de Locais

Esta seção apresenta as diretrizes específicas para a seleção dos locais destinados à instalação das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), no âmbito da ampliação da Rede Hidrometeorológica de Minas Gerais (RHMG), conforme previsto nas Frentes 2 e 3 da operação.

A seleção adequada dos locais é parte essencial do processo de ampliação da rede, pois impacta diretamente a qualidade, representatividade e continuidade das medições hidrológicas. Assim, este item estabelece os critérios técnicos que deverão ser considerados na escolha dos pontos de instalação, assegurando que a expansão da rede ocorra de forma eficiente, padronizada e alinhada aos objetivos estratégicos do monitoramento hidrológico estadual.

As macrolocalizações que norteiam essa ampliação já foram definidas pelo IGAM (tabela Y e Z), com base em estudos técnicos desenvolvidos em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM). O processo foi conduzido por meio de um Grupo de Trabalho (GT IGAM-ANA-CPRM), que realizou reuniões técnicas regulares com o objetivo de estabelecer critérios gerais e específicos para a estruturação da RHMG, alinhando-a aos interesses estratégicos e prioridades do Estado.

Na primeira etapa do trabalho, foram realizadas as seguintes ações:

- a) Definição dos objetivos gerais e específicos da RHMG;
- b) Priorização das estações existentes da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) sob responsabilidade do IGAM, ANA e CPRM;
- c) Identificação de novos pontos para o monitoramento hidrometeorológico de interesse estadual.

A segunda etapa do projeto incluirá a definição de estratégias para incorporar novas tecnologias à rede de monitoramento, além da adequação das operações de campo e de escritório para os próximos anos.

A definição da RHMG seguiu a metodologia desenvolvida pela ANA e pelo SGB/CPRM para a estruturação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR).

Os objetivos gerais da RHMG estão apresentados na Tabela 4, com a ressalva de que não há hierarquização entre eles:

Tabela 4. Objetivos gerais a serem atendidos pela RHMG.

Nº	Objetivo Geral
1	Transferências e compartilhamentos entre estados e circunscrições hidrográficas
2	Eventos hidrológicos críticos
3	Balanço e disponibilidade hídrica
4	Mudanças e tendências de longo prazo
5	Qualidade da água
6	Regulação dos recursos hídricos

Os pontos definidos pelo IGAM compreendem tanto locais onde já existem estações convencionais instaladas, nos quais será realizada a telemetrização para viabilizar a transmissão dos dados em tempo real, quanto novos locais de monitoramento, que demandarão a instalação completa de estações hidrológicas, com Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) e respectivos lances de réguas limnimétricas.

2.5.1. Diretrizes

Para garantir a qualidade e a continuidade das operações das estações da RHMG, é fundamental realizar o reconhecimento prévio dos locais onde serão instaladas as Plataformas de Coleta de Dados (PCDs). Esse reconhecimento visa validar os critérios de macrolocalização definidos em estudos prévios e avaliar as condições de microlocalização, de modo a atender às necessidades técnicas e operacionais específicas de cada estação.

A macrolocalização das estações segue os critérios definidos no planejamento estratégico da RHMG, que consideram os objetivos prioritários para o monitoramento hidrológico no estado. No entanto, a microlocalização demanda uma análise mais detalhada, com base em imagens de satélite, mapas e visitas de campo, para identificar o local exato de instalação.

Tomando como base diretrizes estabelecidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o reconhecimento deverá garantir que sejam atendidas as condições mínimas necessárias para coleta de dados de alta qualidade, apresentadas a seguir.

- A macrolocalização da estação foi definida no planejamento da RHMG. A sua localização deve respeitar obrigatoriamente o atendimento da demanda definida previamente para o determinado trecho de rio, ou seja, a microlocalização não pode prejudicar o objeto em

análise.

- Deverá ocorrer uma avaliação em escritório utilizando ferramentas como mapas e imagens de forma a identificar um local apropriado. Após, deverá ocorrer um reconhecimento em campo para validar os resultados verificados em escritório e avaliar as condições para instalação da estação.
- Uma vez definido o atendimento ao propósito da estação fluviométrica, a seleção do local de instalação deve observar as condições hidráulicas e morfológicas do trecho do rio. É desejável que a locação da estação seja feita próxima a uma ponte para facilitar as medições de vazão com segurança, especialmente em períodos de cheia.
- O controle hidráulico pode ser de seção ou de canal, e pode variar de acordo com o nível do rio. O controle de seção ocorre em consequência da existência de corredeiras, afloramentos rochosos, quedas d'água, soleiras, vertedores que provocam o escoamento supercrítico a jusante. O controle de canal é mais comum em rios de planície com baixa declividade. Os equipamentos de medição do nível da água (régua linimétrica e medidores como transdutores de pressão ou radares) devem ser instalados a montante do controle, no local denominado como poço, onde o escoamento não é turbulento, garantindo o bom funcionamento, evitando altas velocidades nos orifícios dos sensores. Este local deve estar livre de assoreamento e de erosão. Ressalta-se que em algumas situações, quando o curso d'água for muito estreito, é possível construir um controle hidráulico artificial. Em ambos os casos, controle de seção e de canal, a seção medidora deve estar localizada num trecho retilíneo, sem meandros, em seção bem encaixada, com fluxo uniforme ocorrendo de margem a margem, sem variações bruscas da seção como alargamentos, estreitamentos ou presença de ilhas, distante de influência de remanso e de confluência com afluentes.
- Deve-se verificar as condições das margens, devendo preferencialmente ser estáveis, o mais encaixado possível, de modo a conter ondas de cheia e, na medida do possível, livre de vegetação. Quando a estação for locada próxima a uma ponte ou alguma estrutura em concreto bem estável, deve-se prever que pelo menos uma das referências de nível da estação seja instalada nestas estruturas.
- A instalação das régua (dado de cota auxiliar), o local de instalação do(s) sensor(es) e/ou a locação da PCD devem ser baseadas na identificação de níveis históricos máximos e mínimos, de modo que esses dispositivos possam funcionar plena e corretamente para toda a faixa de variação de cotas. Por outro lado, na medida do possível, a estação deve ser instalada em trechos do rio em que, mesmo nas condições de águas baixas, não ocorra rio cortado e não deve ficar submersa durante as águas altas. Na visita de reconhecimento também já deve ser feito o levantamento da seção transversal e a pesquisa com os moradores locais das possíveis marcas históricas existentes dos níveis (cotas) máximos de inundação do rio. A cota máxima é importante para a posição ideal da PCD, das referências de níveis - RNs e das quantidades de lances de régua a serem instaladas na futura estação.
- O local de instalação da estação deve ser acessível durante todo o ano de modo a possibilitar a operação da estação. O local deve permitir, que as leituras das régua e dos sensores sejam realizadas com facilidade. Caso necessário a autorização do proprietário da área contígua à estação, na qual se faz necessário o acesso, deve ser solicitada previamente. A locação da estação deve ser tal que sejam evitados danos causados por barcos, resíduos

flutuantes ou desmoronamento das margens.

- Para locação de estação é necessário considerar as condições de segurança do local, avaliando-se aspectos relacionados à segurança pessoal e considerando as diversas condições possíveis de instalação, operação e manutenção da estação, inclusive para as medições em eventos hidrológicos extremos. A escolha do local deve também levar em consideração a manutenção da integridade da estação, evitando-se com isso, possíveis vandalismos e garantindo sua longevidade. A estação deve ser instalada preferencialmente em pontes, desde que sejam estruturas estáveis e seguras para medições.

Após a visita de reconhecimento de campo para a instalação de uma nova estação, deve-se apresentar documentação abrangente, composta por relatórios descritivos, croquis, fotografias, mapas e, quando aplicável, projetos de instalação da Plataforma de Coleta de Dados (PCD), especialmente nos casos em que seja necessária a construção de infraestrutura de alvenaria para abrigá-la.

Essa documentação deve ser elaborada antes do início da campanha de instalação, pois servirá como referência para o planejamento dos materiais, ferramentas e custos a serem utilizados. Além disso, os relatórios dessa etapa poderão ser empregados para comparar as condições do local no momento da instalação com aquelas observadas durante o reconhecimento, considerando a possibilidade de alterações físicas entre as atividades. O croqui preliminar de instalação deve detalhar os principais componentes a serem implementados na estação fluviométrica, como réguas, PI-PF, RN e sensores de nível, assegurando o registro documental dos critérios que embasaram a escolha do local.

2.6. Disponibilização de Dados

A disponibilização dos dados adquiridos será realizada por meio de uma plataforma digital, cuja implantação, gestão e manutenção são de responsabilidade da executora da operação da rede. Essa plataforma deve garantir o armazenamento seguro dos dados em um banco confiável e proporcionar acesso fácil e ágil aos usuários autorizados, permitindo o acompanhamento em tempo real do status das estações, dos dados coletados e das ações corretivas realizadas.

A plataforma digital deverá apresentar uma interface intuitiva, projetada para atender usuários com diferentes níveis de experiência técnica, incluindo ferramentas de visualização gráfica para dados como vazão, precipitação e níveis d'água, além de oferecer opções de pesquisa e filtros para consultas específicas como, por exemplo, período, estação ou tipo de dado, dentre outros.

A segurança dos dados é prioridade no desenvolvimento e operação da plataforma, devendo ser implementados mecanismos de autenticação e autorização de usuários, além de protocolos de comunicação segura. Políticas de backup periódico devem ser estabelecidas para garantir a integridade e disponibilidade das informações armazenadas. O monitoramento e registro de acessos são obrigatórios, assegurando auditoria e controle das atividades na plataforma.

A solução deve ser responsiva e compatível com dispositivos desktop, tablets e smartphones, garantindo acessibilidade multiplataforma. Também deve apresentar compatibilidade com os principais navegadores de internet, eliminando a necessidade de instalação de softwares adicionais pelos usuários.

A plataforma deverá estar disponível com pelo menos 99% de tempo de atividade (uptime). Para tanto, deverão ser adotadas soluções que distribuam a carga de trabalho e permitam escalabilidade em momentos de alto acesso. Testes regulares deverão ser realizados para identificar e corrigir eventuais problemas, garantindo operação eficiente e contínua.

O desenvolvimento e manutenção da plataforma deverão contemplar a incorporação de novas funcionalidades, baseadas nas necessidades dos usuários e nos avanços tecnológicos, assegurando que atualizações não comprometam a estabilidade da solução.

Deve ser adotada uma política de resposta rápida para correção de falhas ou erros identificados, com disponibilização de canais de comunicação para reporte de problemas por parte dos usuários.

O monitoramento contínuo da plataforma é essencial para identificação de anomalias e prevenção de interrupções, garantindo que o armazenamento e apresentação dos dados estejam em conformidade com os padrões definidos pelo IGAM. Relatórios mensais de desempenho deverão ser elaborados, detalhando taxa de uptime, quantidade de acessos, perfil dos usuários, ocorrências de falhas e tempo médio para resolução. Esses relatórios devem incluir indicadores de desempenho que serão comparados às metas estabelecidas pelo IGAM, servindo como base para avaliar a eficiência e a qualidade da plataforma.

Deve ser elaborado um plano de continuidade operacional, incluindo estratégias para lidar com falhas críticas, desastres naturais ou outras interrupções significativas. Esse plano deve ser submetido para aprovação do IGAM e revisado periodicamente, assegurando o rápido restabelecimento da operação em situações de emergência.

Auditorias regulares de segurança e testes de penetração devem ser realizados para identificação e correção de vulnerabilidades, com apresentação de relatórios detalhados e medidas mitigatórias adotadas.

Treinamentos periódicos deverão ser oferecidos aos usuários para garantir o uso eficiente de todas as funcionalidades da plataforma. Suporte técnico também deve estar disponível para resolução de problemas que impactem o uso ou operação da solução.

Por fim, deve ser assegurada a manutenção e evolução contínua da plataforma ao longo do período contratual, garantindo o atendimento integral aos requisitos estabelecidos.

2.7. Uso do Sistema SIGMA para Gestão de Dados

O Sistema de Gestão do Monitoramento das Águas (SIGMA) é uma plataforma digital em desenvolvimento pelo IGAM, projetada para centralizar o cadastro, a organização e a pré-consistência dos dados hidrológicos coletados em campo. Seu objetivo principal é apoiar e aprimorar a gestão dos recursos hídricos no Estado de Minas Gerais, por meio da unificação e padronização das atividades desempenhadas pelo IGAM e seus parceiros. A plataforma abrangerá tanto o monitoramento das águas superficiais quanto subterrâneas, considerando aspectos qualitativos e quantitativos.

Embora o presente documento apresente modelos e orientações sobre como parte das informações devem ser apresentadas, o SIGMA será o sistema oficial para a organização e análise preliminar dos dados gerados em campo. Quando solicitado pelo IGAM, a utilização da plataforma pela

executora será obrigatória. Caberá ao IGAM fornecer os acessos e promover o treinamento necessário para garantir o uso adequado do sistema.

O sistema disporá de diferentes módulos que auxiliarão na inserção e gestão dos dados levantados em campo pela CONTRATADA, sendo eles:

1. Cadastro de estações de monitoramento:

- a) Nesse módulo será possível cadastrar todas as estações, sejam elas fluviométricas ou pluviométricas, convencionais ou telemétricas.

2. Elaboração de roteiros de monitoramento:

- a) Nesse módulo, será permitido que o analista de escritório elabore diferentes roteiros com diferentes serviços a serem executados pelos técnicos de campo, sendo eles:

- i. Estações fluviométricas:

- 1. Medição de descarga líquida;
 - 2. Medição de descarga sólida;
 - 3. Inspeção de estação convencional;
 - 4. Inspeção de estação telemétrica;
 - 5. Levantamento de seção transversal;
 - 6. Qualidade da água;
 - 7. Nivelamento de réguas;
 - 8. Retriever dos dados da estação telemétrica.

- ii. Estações Pluviométricas:

- 1. Inspeção da estação convencional;
 - 2. Inspeção da estação telemétrica;
 - 3. Retriever dos dados da estação telemétrica.

- b) É válido ressaltar que a execução dos roteiros irá consistir na única forma de entrada dos dados no sistema. Assim, será de responsabilidade da executora a elaboração dos roteiros que serão executados no campo, bem como a especificação dos serviços.

3. Análise de dados:

- a) Nesse módulo será possível realizar a pré-consistência dos dados coletados em campo, de forma que dados com erros grosseiros não constem no sistema. Serão dados passíveis de pré-consistência:

- i. Dados de chuva das estações convencionais;

- ii. Dados de cota das estações convencionais;
- iii. Dados de vazão das estações convencionais;
- iv. Descarga líquida;
- v. Descarga sólida;
- vi. Levantamento da seção transversal;
- vii. Qualidade da água.

4. Curva-chave:

- a) O sistema irá dispor de módulo próprio para cadastro da curva-chave das estações fluviométricas cadastradas no sistema;
- b) O sistema irá dispor de módulo para geração de banco de dados do tipo access, que poderá ser utilizado no software SiADH (Sistema para Análise de Dados Hidrológicos), auxiliando na etapa de determinação dos parâmetros da curva-chave.

O sistema em desenvolvimento pelo IGAM não engloba a gestão de dados telemétricos, devendo a gestão desses ser mantida da mesma forma, através do sistema HIDRO-TELEMETRIA.

2.8. Validação de Dados

A validação de dados constitui etapa fundamental no processo de monitoramento hidrológico, assegurando que as informações fornecidas atendam aos padrões de qualidade, precisão, consistência e completude estabelecidos contratualmente. Essa verificação é essencial para garantir que os dados sejam tecnicamente confiáveis e adequados à gestão dos recursos hídricos e à tomada de decisões estratégicas.

A CONTRATADA deverá apresentar, logo após a assinatura do contrato, dois cronogramas detalhados: (i) Cronograma de Instalações, com os prazos e etapas para a instalação das Plataformas de Coleta de Dados (PCDs); e (ii) Cronograma de Serviços Complementares, contendo a periodicidade de cada serviço técnico exigido, alinhada aos prazos de entrega dos dados hidrológicos. Ambos os cronogramas deverão ser submetidos à aprovação prévia do IGAM e deverão ser atualizados sempre que necessário, sendo seu cumprimento uma condição indispensável para a aceitação dos dados entregues.

A análise e validação dos dados deverá ocorrer de forma contínua e sistemática, com a entrega de relatórios mensais que detalhem os processos de validação realizados, incluindo eventuais correções efetuadas. Adicionalmente, deverão ser elaborados relatórios semestrais contendo análises periódicas de consistência e identificação de anomalias, bem como relatórios anuais com a identificação de padrões, tendências e outras informações relevantes para a gestão hídrica.

A execução dos serviços técnicos, como manutenções preventivas, calibração de curva-chave, levantamento de seção e outros, deverá estar diretamente vinculada à garantia da qualidade dos dados. Esses serviços são obrigatórios sempre que identificados desvios nos dados fornecidos, como falhas de medição, inconsistências ou lacunas, e sua comprovação deve ser apresentada

junto aos relatórios mensais de dados. A CONTRATADA deverá submeter todos os serviços realizados à validação técnica do IGAM, sendo essa validação condição para aceitação formal dos dados.

Qualquer ajuste na execução dos serviços que possa impactar a qualidade das informações deverá ser previamente comunicado e aprovado pelo IGAM. A CONTRATADA deverá ainda permitir a supervisão direta da execução dos serviços pelo IGAM ou por representantes por ela designados, assegurando a transparência e o controle da operação contratual.

A entrega dos dados hidrológicos somente será aceita quando comprovada a adequada execução dos serviços técnicos previstos e a conformidade com os critérios estabelecidos. Até o sétimo dia útil de cada mês, a CONTRATADA deverá apresentar os relatórios mensais de execução, contendo a descrição das atividades realizadas, as ações corretivas adotadas, os resultados obtidos e os dados validados, conforme diretrizes técnicas do IGAM.

2.9. Diretrizes Gerais

Conforme mencionado anteriormente, o produto final da contratação é exclusivamente a entrega de dados hidrológicos de qualidade. Contudo, o contrato contempla a execução de serviços complementares, como a instalação e manutenção de Plataformas de Coleta de Dados (PCDs), implantação de réguas limnimétricas, desenvolvimento e calibração de curvas-chave, levantamento topográfico, bem como a consistência e validação dos dados. Esses serviços são considerados meios necessários para viabilizar a produção de dados hidrológicos de excelência, estando diretamente vinculados à obtenção e à garantia da confiabilidade dos dados gerados. A aceitação dos dados fornecidos estará condicionada à comprovação da execução adequada dos serviços complementares.

Todos os serviços relacionados à geração, confiabilidade e disponibilização desses dados serão de responsabilidade integral da CONTRATADA, que deverá cumprir as especificações técnicas, operacionais e administrativas descritas detalhadamente.

É importante ressaltar que a CONTRATADA será integralmente responsável pela operação e manutenção tanto das estações fluviométricas quanto das estações pluviométricas incluídas no escopo do contrato. O prazo de execução dos serviços será contado a partir do início do contrato para as estações já existentes e a partir da instalação para as que ainda serão implantadas.

A CONTRATADA será responsável por implementar rotinas diárias de verificação do funcionamento dos equipamentos e da integridade dos dados coletados, assegurando sua consistência e completude.

Em casos de vandalismo, perda total da estação, obsolescência dos equipamentos ou outros eventos críticos relacionados às estações da rede própria do IGAM, abrangendo tanto as já instaladas quanto as que o IGAM disponibilizará para instalação, a substituição do equipamento deverá ser previamente submetida à consulta ao IGAM. Nesta consulta, o IGAM decidirá se fornecerá um novo equipamento ou se caberá à CONTRATADA o fornecimento do substituto, o que poderá resultar na reclassificação da estação e na consequente alteração de sua frente de trabalho.

As informações descritivas das 201 estações abrangidas pela contratação, incluindo tanto as estações já instaladas quanto aquelas que serão implantadas, estão organizadas nas tabelas

apresentadas no item 2.4. Frentes de Trabalho. Nessas tabelas constam dados como nome, código, localização, rio, tipo de estação (pluviométrica ou fluviométrica) e modalidade (telemétrica ou convencional), que servirão de referência para a execução dos serviços previstos neste contrato.

Nas estações onde o IGAM possui responsabilidade apenas sobre a estação telemétrica, os serviços deverão ser executados exclusivamente para as PCDs. Por outro lado, nas estações que são ou serão telemétricas e convencionais, todos os serviços previstos serão executados. Assim, atividades como medições regulares de vazão, desenvolvimento, calibração, validação e atualização de curvas-chave, bem como levantamentos topobatimétricos, serão realizadas apenas nas estações classificadas como telemétricas e convencionais, conforme definido no tópico 2.4. Frentes de Trabalho. Para estações exclusivamente telemétricas, os serviços serão restritos às atividades relacionadas às PCDs e aos dados coletados por elas.

No que se refere à instalação das estações previstas, das 130 a serem implantadas, somente Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) serão instaladas nas estações classificadas como telemétricas, conforme definido no tópico 2.4. Frentes de Trabalho. Já nas estações classificadas como telemétricas e convencionais, serão instaladas tanto as PCDs quanto os respectivos lances de réguas limnimétricas.

Para as estações da Frente 3, ou seja, as 100 novas estações telemétricas cuja responsabilidade de fornecimento e instalação será integralmente da CONTRATADA, esta também deverá fornecer, além das estações telemétricas, as estações convencionais, conforme a modalidade descrita no tópico 2.4. Frentes de Trabalho. Todos os componentes, equipamentos, materiais e estruturas necessários estarão incluídos.

Para essas 71 estações telemétricas já instaladas, a CONTRATADA deverá realizar visitas técnicas iniciais para avaliar as condições das instalações e dos equipamentos, identificando eventuais substituições necessárias. A atualização do sistema de transmissão das estações fará parte desse processo.

A macrolocalização das 130 estações a serem instaladas foi definida em estudo pelo IGAM, ficando a cargo da CONTRATADA a definição da microlocalização (seção), em conformidade com as diretrizes do tópico 3.5. Seleção de Locais. Caso sejam identificadas dificuldades técnicas ou operacionais em alguma microlocalização, a CONTRATADA deverá apresentar justificativa técnica e proposta de ajuste à CONTRATANTE, para aprovação prévia.

Considerando o volume total de estações e a periodicidade prevista para os serviços complementares, a CONTRATADA poderá organizar a execução desses serviços em até três roteiros distintos durante um período inicial de até três meses, caso julgue necessário. Essa divisão inicial poderá incluir tanto atividades que demandem deslocamento, como manutenções preventivas, quanto serviços que não exijam deslocamento, como o desenvolvimento e atualização de curvas-chave. Após a conclusão desse período inicial, a periodicidade estabelecida no Termo de Referência deverá ser rigorosamente cumprida. A CONTRATADA terá autonomia para definir os conjuntos de estações de cada roteiro, considerando critérios de eficiência operacional e logística, mas deverá comunicar previamente à CONTRATANTE o planejamento detalhado.

Em todas as frentes, a CONTRATADA deverá garantir a gestão completa dos dados coletados, armazenando-os em um banco de dados seguro e disponibilizando-os por meio de uma plataforma digital de fácil acesso. A plataforma deverá permitir à CONTRATANTE o acompanhamento em tempo real do status das estações, dos dados coletados e das ações corretivas realizadas.

As informações coletadas serão continuamente analisadas e validadas, com a elaboração de relatórios técnicos que identifiquem tendências e padrões relevantes, assegurando a precisão e a confiabilidade dos dados para a gestão eficiente dos recursos hídricos.

A CONTRATADA deverá apresentar relatórios técnicos detalhados para todos os serviços prestados. Em todos os relatórios, a CONTRATADA deverá apresentar evidências fotográficas, dados coletados em campo e informações técnicas detalhadas.

Deverá ser disponibilizada, de forma contínua, uma equipe técnica capacitada para suporte às atividades operacionais, assegurando a resolução ágil de falhas, dúvidas ou dificuldades técnicas que comprometam a operação das estações. Todas as atividades de suporte prestadas deverão ser devidamente documentadas e disponibilizadas à CONTRATANTE.

Todos os serviços deverão ser realizados em conformidade com as normas legais, regulatórias e ambientais aplicáveis, assegurando a sustentabilidade e a integridade dos processos. A CONTRATADA será responsável por garantir que sua equipe técnica esteja capacitada e atualizada para execução de todas as atividades previstas.

3. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

3.1. Instalação de Plataformas de Coleta de Dados

3.1.1. Definição

A Plataforma de Coleta de Dados (PCD) é um sistema automatizado composto por sensores, registradores e dispositivos de transmissão de dados, utilizado para monitorar e registrar parâmetros hidrometeorológicos, como precipitação, nível d'água, vazão, temperatura, entre outros. As PCDs são projetadas para operar de forma autônoma, em ambientes remotos, com baixo consumo de energia e alta confiabilidade, permitindo o envio de informações em tempo real para sistemas de monitoramento e gestão de recursos hídricos.

3.1.2. Diretrizes Iniciais

A obrigatoriedade em se estabelecer um padrão para a instalação desses equipamentos decorre da necessidade de se garantir a uniformidade, a qualidade e a exatidão dos dados de pluviosidade e do nível da água do corpo hídrico coletados por estas PCDs.

As seções a seguir descrevem os procedimentos específicos a serem adotados na instalação:

A) Verificação do equipamento recebido

Ao receber um novo equipamento o técnico de campo deverá checar o estado do aparelho recebido:

- Verificar se o equipamento não está amassado e se todas as abraçadeiras, as porcas e as peças e numeradas na lista de materiais estão presentes;
- Conferir a presença do seguinte conjunto básico de componentes a serem instalados:

- ❖ 1 (um) sensor de chuva;
 - ❖ 1 (um) sensor de nível da água do corpo hídrico (pressão ou radar);
 - ❖ 1 (um) sensor de pressão barométrica;
 - ❖ 1 (um) sistema de alimentação elétrica por captação de energia solar (painel fotovoltaico);
 - ❖ 1 (um) regulador de carga da bateria;
 - ❖ 1 (um) sistema de transmissão de dados por satélite GOES, GSM ou IEEE;
 - ❖ 1 (um) datalogger para o processamento e o armazenamento dos dados adquiridos;
 - ❖ 1 (uma) caixa de acondicionamento metálica com “shield” de proteção;
 - ❖ 1 (um) suporte para a instalação da caixa de acondicionamento, do painel solar e das antenas de transmissão;
 - ❖ 1 (um) suporte (tubo galvanizado de 1½") autônomo e exclusivo para a instalação do sensor de chuva;
 - ❖ Solução técnica adequada de aterramento; e
 - ❖ Baterias, cabos e conectores para o correto funcionamento da PCD e de todos os seus componentes.
- Verificar se todas as entradas e as saídas disponíveis no painel de conectores, na face inferior da caixa, estão conectadas internamente e protegidas contra as potenciais correntes induzidas por descargas elétricas.
 - Verificar se o conector extra está interligado à interface padrão SDI-12, o que requer um sistema de aterramento que garanta a devida proteção à estação.
 - Verificar se o suporte (tubo galvanizado de, no mínimo 2" (duas polegadas) da PCD) comporta a instalação conjunta da caixa de acondicionamento, do painel solar e da antena de transmissão de dados.
 - O suporte para o sensor de chuva que deve ser instalado, de maneira que o plano de coleta do sensor fique a uma altura de 1,5 (um inteiro e meio) metro acima do solo e livre da interferência dos demais equipamentos da PCD.

A seguir é apresentada a Ficha de Inspeção para a Instalação de Estação Telemétrica que deve ser preenchida para cada PCD (Figura 1).

FICHA DE INSPEÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DE ESTAÇÃO TELEMÉTRICA (PLATAFORMA DECOLETA DE DADOS)		Data: Hora:
	Estação:	Código P:
	Bacia Hidrográfica:	Código F:
	Município:	Corpo hídrico:
	Datum:	Área de drenagem (km ²):
	Latitude:	Longitude:
Equipe de campo	Nome:	Entidade:
	Nome:	Entidade:
Situação encontrada		
<p>Margens: () Esquerda () Direita; Natureza das margens: () Rocha, () Cascalho () Areia () Silte () Argila, () Mista; Estabilidade das margens: () Boa, () Ruim; Vegetação nas margens: () Grande porte () Médio porte, () Pequeno porte, () Sem vegetação; Inclinação das margens: () Pequena, () Média, () Grande Existe cercado instalado para a proteção da PCD? () Sim, () Não Qual é o tipo de cercado? () Madeira () Metálico Medidas: _____ m X _____ m. Existência de ponte: () Não () Sim, preencher os dados abaixo: Localização: () Montante () Jusante, a uma distância de _____ m do local da PCD. Material da ponte: () Ferro, () Madeira, () Concreto () Mista. Passarela lateral na ponte: () Sim () Não. Distância entre o centro do canal (local do Radar) até a margem, pela ponte: _____ m. Conforme as informações locais, o nível do corpo hídrico atinge a base da ponte? () Sim () Não. Conforme as informações locais, qual é a altura máxima entre o nível do corpo hídrico e a base da ponte na estiagem? _____ m. Qual é a natureza do solo? () Rocha, () Cascalho, () Areia () Silte () Argila, () Misto; Qual é a distância entre o atual nível d'água e o possível local para a instalação do sensor de pressão? _____ m.</p>		
Sugestões apresentadas		
<p>Sugere-se a instalação dos seguintes sensores de nível: () Transdutor de Pressão, () Radar, () Radar e/ou Pressão; A PCD pode ser instalada na margem e com segurança? () Sim, () Não; Que tipo de infraestrutura é considerada como necessária para que a PCD possa ser instalada na margem e com segurança? () Haste original, () Cercado metálico, () Abrigo de alvenaria, () Poste, () Não necessita, () Outros - especificar. Observações:</p>		
RELATÓRIO FOTOGRÁFICO		
<p>Inserir aqui, no mínimo, 2 (duas) fotografias de cada um dos itens a seguir: 1 – Visão geral (panorâmica); 2 – Localização da PCD; 3 – Margem; 4 – Ponte (se for o caso).</p>		

Figura 1: Ficha padrão de instalação de PCD

3.1.3. Instruções Gerais

No momento da instalação todos os componentes deverão ser instalados e conectados sem a presença de qualquer tipo de energia, seja proveniente da bateria ou do painel/coletor solar, para não haver risco de danificar os equipamentos. Destaca-se neste caso, principalmente, o cabo que interliga a antena do satélite à PCD.

Com relação à localização da plataforma, o local selecionado deve apresentar as condições propícias à instalação de todos os componentes da PCD. As estações deverão ser instaladas observando principalmente:

- A estação deve ser instalada em um local seguro, preferencialmente cercada e em conformidade com as recomendações técnicas definidas para cada tipo de equipamento;

- O local de instalação deve ser realizada no trecho o mais retilíneo possível do rio, sem potencial efeito de remanso evidente como pontes, aterros que estreitam o rio ou efeito de jusante como confluências.
- Evitar a proximidade com barreiras artificiais, como os quebra-ventos, porque tendem a aumentar a turbulência no local de medição. Os obstáculos individuais ou irregulares também precisam ser evitados ou, em último caso, mantidos a uma distância superior a 4 (quatro) vezes a sua altura;
- O local deve apresentar um relevo plano. As áreas com uma declividade acentuada precisam ser evitadas, principalmente em encostas voltadas para a direção dos ventos predominantes;
- O terreno pode ser coberto com grama curta ou cascalho;
- Evitar os locais onde esteja prevista a construção de edificações;
- Facilidade de acesso ao local;
- As condições apropriadas para a construção de todas as instalações da PCD;
- A seção transversal deve ser apropriada à medição de descarga em toda a faixa de variação do nível do corpo hídrico. As distintas seções transversais podem ser utilizadas para a determinação deste parâmetro, desde que estejam relativamente próximas à estação de monitoramento de nível;
- Ao ser escolhido o local, deve ser levado em conta o tipo de transmissão de dados e a averiguação do alcance apropriado de um sistema de telemetria;
- O nível do corpo hídrico precisa estar associado a uma referência de nível (RN). Devem ser construídos dois marcos de referências de nível (RN), para serem instalados em locais seguros, afastados da calha do rio e terem a mesma referência de nível, devidamente referenciada ao Sistema Geodésico Brasileiro (IBGE);
- Recomenda-se que a estação esteja exposta completamente a luz solar durante a maior parte do dia.

3.1.4. Classificação da estação

A condição ideal para a instalação de uma estação telemétrica seria em uma área plana, em uma clareira rodeada com vegetação de altura uniforme onde o pluviômetro estaria naturalmente protegido do vento. Como na prática é raro encontrar-se um local ideal para uma nova instalação, recomenda-se classificar o local da instalação em classes de acordo com a inclinação do relevo ou a presença de obstáculos no local de instalação. Assim, para uma melhor avaliação da qualidade dos dados de chuva coletados no local, recomenda-se que o Responsável Técnico realize a classificação da estação de acordo com as regras apresentadas abaixo. A classe equivalente da estação deverá ser registrada no Histórico da estação para utilização em futuros estudos de consistência dos dados coletados.

A) Classe 1

Área plana e horizontal, circundada por uma área aberta com a inclinação menor do que 19° (dezenove graus). O pluviômetro está rodeado por obstáculos de altura uniforme, visualizados sob um ângulo de visada entre 14° e 26° , ou, área plana e horizontal, circundada por área aberta com uma inclinação menor que 19° (dezenove graus). Se o pluviômetro for protegido artificialmente contra o vento, o instrumento não necessita ser protegido por obstáculos de altura uniforme. Nesse caso, qualquer outro obstáculo deve estar a uma distância de, pelo menos, 4 (quatro) vezes a sua altura.

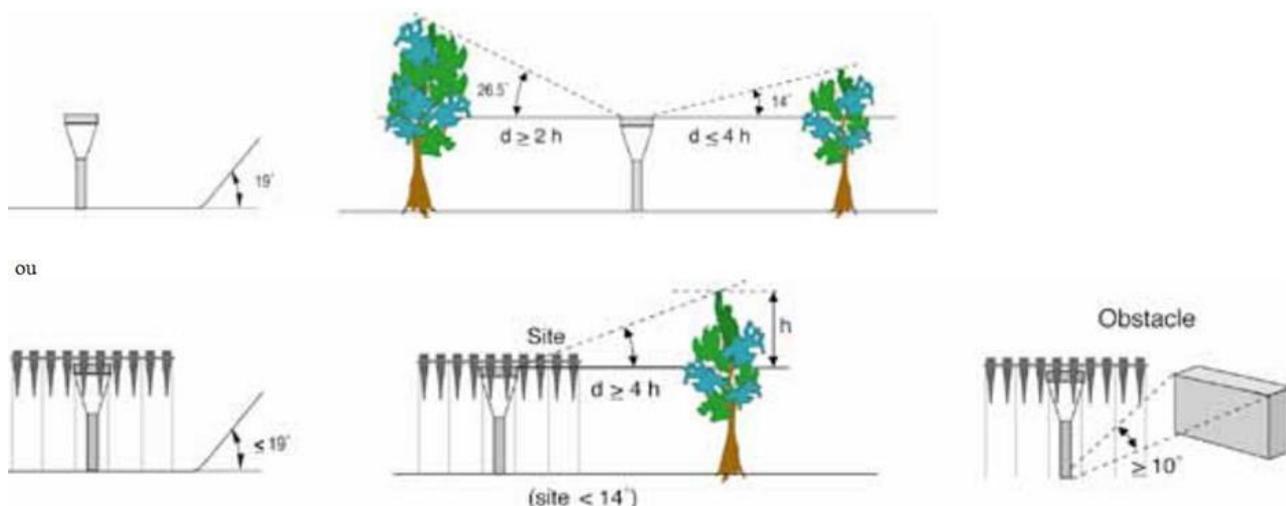


Figura 2: Estação Classe 1

B) Classe 2 - incerteza estimada aumentada devido ao local em até 5%.

Área plana e horizontal circundada por uma área aberta com a inclinação menor que 19° (dezenove graus). Possíveis obstáculos devem estar situados a uma distância de, pelo menos, 2 (duas) vezes a altura do obstáculo (com respeito à altura do aro do pluviômetro).

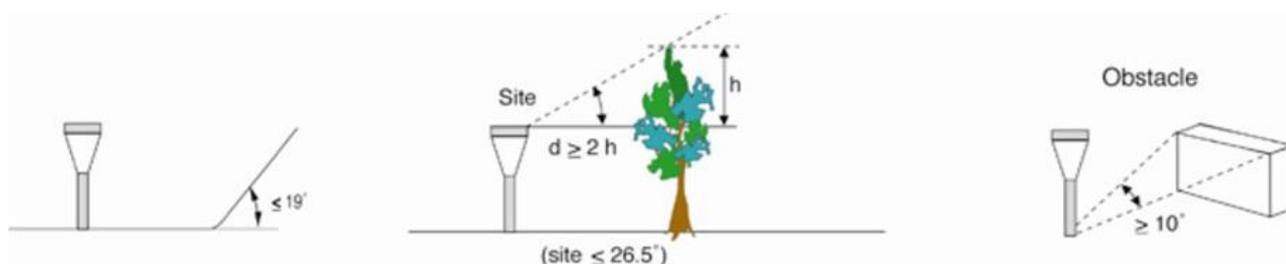


Figura 3: Estação Classe 2 - incerteza estimada adicional aumentada em até 5%

C) Classe 3

Área plana e horizontal, circundada por área aberta com uma inclinação menor que 30° (trinta graus); Possíveis obstáculos devem estar situados a uma distância maior que a altura do obstáculo.

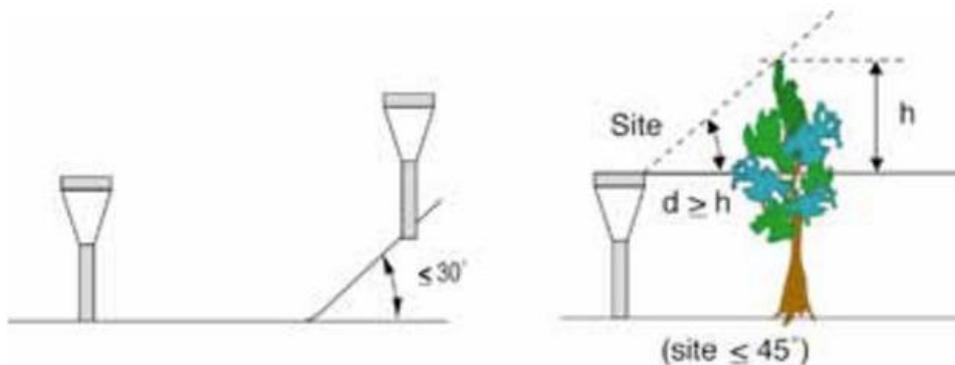


Figura 4: Estação Classe 3 - incerteza estimada aumentada devido ao local em até 15%

D) Classe 4 - incerteza estimada aumentada devido ao local em até 25%

Área com uma inclinação maior que 30° (trinta graus). Possíveis obstáculos devem estar situados a uma distância menor que a altura do obstáculo.

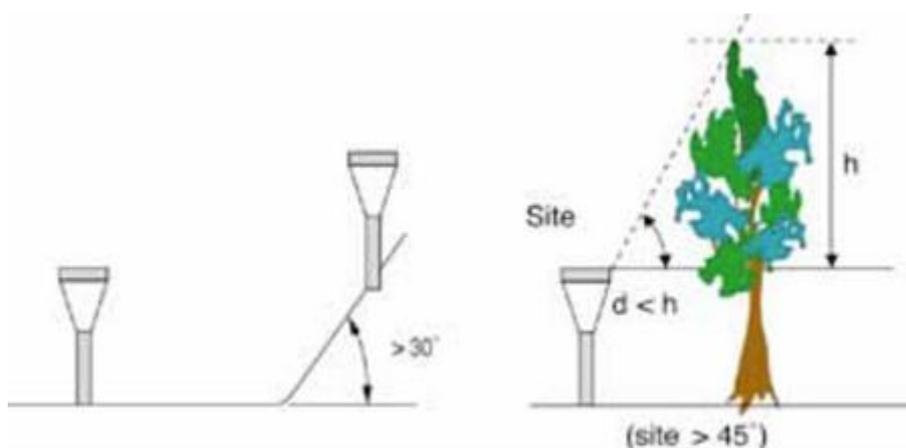


Figura 5: Estação Classe 4 (incerteza adicional estimada em até 25%)

E) Classe 5 - incerteza estimada aumentada devido ao local em até 100%

Obstáculos mais próximos que a metade da altura (árvores, telhado, parede, etc.)



Figura 6: Estação Classe 5 (incerteza adicional estimada em até 100%)

3.1.5. Procedimentos para a instalação dos sensores

A instalação dos sensores hidrometeorológicos deverá atender ao padrão estabelecido pela ANA nas Orientações para Elaboração do Relatório de Instalação de Estações Hidrométricas de 2014. A seguir são especificados alguns condicionantes:

Pluviômetro: preferencialmente, deverá ser instalado em um terreno plano, protegido e livre de obstáculos e de riscos de inundações. A superfície de captação deve estar em num plano horizontal, não pode apresentar deformações e deve estar a uma altura mínima de 1,5 (um inteiro e meio) metro acima do solo. Os obstáculos deverão estar a uma distância igual ou superior a 2 (duas) vezes a sua altura em relação à superfície de captação do pluviômetro.

Antenas: as medidas a seguir devem ser observadas na instalação deste componente:

- Evitar emendas nos cabos de rádio frequência (antenas);
- Os cabos devem ser instalados em lances contínuos para um bom funcionamento do sistema.
- Quando necessário, aumentar o comprimento do cabo, através da utilização de conectores;
- Os cabos devem apresentar impedância de 50 Ω (cinquenta ohms) certificados pela ANATEL;
- A finalização dos cabos junto aos conectores sempre será feita por meio de solda (estanhados);
- Os cabos utilizados devem ser o mais curto possível, evitando-se deixar grandes sobras enroladas;
- Evitar a instalação do cabo com curvas anguladas (a ponto de vincar o condutor) e não estrangulá-lo com fitas plásticas ou similares, preferindo o uso de cintas suficientemente apertadas. Isolar todos os conectores com uma fita de autofusão para prevenir a entrada de umidade;
- Fixar bem a antena para evitar que se mova ou oscile, prejudicando a comunicação;

- As antenas direcionais devem ser apontadas na direção do satélite GOES.

Painel Solar: o painel fotovoltaico deve ser instalado considerando-se os seguintes itens:

- Para um melhor rendimento do painel solar a sua instalação deve ser orientada em direção ao Norte verdadeiro com um ângulo de inclinação de 10° (dez graus) somados à latitude do local. (Ex. $-35^\circ 10' + 10^\circ = 45^\circ$ de inclinação horizontal);
- Quando for necessário aumentar o comprimento do cabo, deverão ser utilizados os fios com uma bitola igual ou superior a do original. Neste caso, a emenda deverá ser preferencialmente soldada e protegida com uma fita de autofusão, para evitar a entrada de umidade;
- O painel solar deve ser utilizado com um controlador de carga e nunca deve ser ligado diretamente à bateria, para não haver danos; e
- O painel solar possui polaridade, sendo fundamental a não inversão dos fios. No caso de dúvida, deverá ser utilizado um multímetro para conferir.

Aterramento: o dimensionamento correto de um aterramento é complexo e leva em consideração diversos fatores como a resistividade e o tipo do solo, a geometria e a constituição da haste de aterramento, formato em que as hastes são distribuídas, entre outros. A seguir são descritas algumas orientações básicas para a sua execução:

- O sistema deve possuir uma resistência inferior a 5Ω (cinco ohms), medida que pode ser obtida com o auxílio de um terrômetro (equipamento que mede a resistência do terreno);
- Para atingir a resistência desejada, o normal é a utilização de hastes instaladas em paralelo. No caso de não ser possível alcançar este parâmetro, o tratamento químico do solo pode ser a solução;
- As barras devem agrupar-se de maneira a formar polígonos, que podem ser abertos ou fechados;
- Deve-se manter a distância entre as hastes o mais próximo possível do seu comprimento;
- A união entre as hastes e a cordoalha de cobre deve ser bem feita, de preferência utilizando as soldas exotérmicas. Não sendo viável, deve-se dar preferência a abraçadeiras próprias e de boa qualidade;
- Para melhorar a eficiência e evitar acidentes, as hastes e a cordoalha devem ser enterradas em uma profundidade superior a 20 (vinte) cm;
- A cordoalha de cobre deve ser conectada diretamente na caixa da PCD através de abraçadeira apropriada. Neste caso a ligação deve ser completada até a haste de cobre (copperweldt) utilizando um fio de cobre na cor verde e com a bitola de 4 (quatro) milímetros.



Figura 7: Tubulação de proteção do sensor de nível d'água: tipo transdutores de pressão, à esquerda (Estação Passo dos Farrapos, RS) e radar ultrassônico, à direita (Estação Picada Café, RS)

Com referência à transferência de dados, as PCDs deverão ser instaladas para que possam funcionar de forma automática e com a transmissão telemétrica. Quanto à instalação propriamente dita, a CONTRATADA será responsável por todas as ferramentas necessárias ao trabalho da mão-de-obra, assim como, pela construção e o preparo da infraestrutura de implantação das PCDs. De outra parte, todo o material de apoio necessário ao funcionamento eletrônico da estação e a infraestrutura necessária à instalação da seção de réguas e do levantamento batimétrico da seção do corpo hídrico monitorado, também ficará a cargo da CONTRATADA. Na instalação devem ser utilizados os componentes eletrônicos, estruturais e os materiais, em geral:

- Componentes eletrônicos: medidores multímetros, cabos eventuais, carregadores de baterias, fusíveis e demais necessários;
- Componentes estruturais: postes de concreto (7 (sete) m), canos galvanizados e/ou aço zincado bitola 2" (duas polegadas), com uma parede de 1,55 (um inteiro e cinquenta e cinco centésimos) milímetros (para outras dimensões consultar o IGAM), as abraçadeiras e as emendas (abraçadeiras duplas, giratórias e fixas, para um tubo de 48,3 (quarenta e oito inteiros e três décimos) milímetros SAE 5160 12.9 ZB, luva/emenda para um tubo de 48,3 (quarenta e oito inteiros e três décimos) milímetros ZA - tipo especificação INTERFORMA, os tijolos, o cimento, as tábuas e outros que efetivamente se fizerem necessários à infraestrutura física para a proteção da PCD; os palanques e as guias de madeira dura tratada (resistente a exposição às intempéries) e/ou perfis metálicos do tipo "U" para a instalação das seções das réguas; e as réguas graduadas, em alumínio e/ou com uma pintura eletrostática a pó, do tipo poliéster; e
- Materiais em geral: canos de PVC e a cola específica; parafusos para a fixação e as porcas, com as diversas bitolas; os parafusos para poste (1/2" (meia polegada) x 8" (oito polegadas) com a porca e a arruela); os parafusos com as buchas (tipo "parabolt" 1/2" (meia polegada) x 2 1/2" (duas e meia polegadas)); os pregos, etc.

Informações complementares podem ser obtidas com o Departamento de Recursos Hídricos ou com a Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica da Agência Nacional das Águas. Em todo o caso, a decisão final cabe ao IGAM.

Padrão de instalação - Este TR estabelece 2 (dois) padrões para a instalação das PCD's, de acordo com as condições ideais do local definido.

- Padrão A: compreende a PCD e os seus componentes estruturais de suporte, incluindo a possibilidade do cercamento. Um abrigo de alvenaria deverá ser executado, quando necessário (Figura 8).



Figura 8: Instalação de PCD em um poste baixo e cercado por grade.

Padrão B: compreende a PCD e os seus componentes estruturais de suporte, na qual se inclui o poste de concreto com 7 (sete) metros de altura, sem a necessidade de cercamento, conforme Figura 9.



Figura 9: Instalação da PCD em poste alto, de concreto, na Estação Rosário do Sul, RS.

3.1.6. Cadastramento da estação junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Toda a estação telemétrica pertencente à Rede Hidrometeorológica Nacional deverá ser cadastrada junto à ANA para que os dados coletados possam ser disponibilizados ao público em geral. O processo de cadastramento é bastante simples e rápido. O operador da estação deverá

contatar o IGAM e fornecer os dados necessários para o cadastramento da estação. Isso é feito pelo preenchimento de uma ficha descritiva contendo as coordenadas geográficas e o Datum da estação, o nome da estação, a entidade responsável, o croquis para o acesso, os pontos de referência para a localização da estação, os equipamentos instalados, as fotos, etc. Após o cadastramento da estação, a ANA disponibilizará ao IGAM um código único de 8 (oito) algarismos para a sua identificação na Rede Hidrometeorológica Nacional, que será repassado à CONTRATADA. Os dados coletados de chuva e nível serão disponibilizados no sítio da ANA.

3.2. Instalação de Réguas Limnimétricas

3.2.1. Definição

As réguas limnimétricas são instrumentos graduados utilizados para medir o nível da água em corpos hídricos, como rios, reservatórios e lagos. Essas réguas, geralmente fixadas em estruturas estáveis ou diretamente nas margens, permitem a leitura direta do nível da água em relação a um referencial de nível (RN) previamente estabelecido.

3.2.2. Especificações Técnicas das Réguas Limnimétricas

Confeccionada em alumínio anodizado preparado com tinta de fundo fosfatizante e primer que garantam alta durabilidade, medindo 01 metro de comprimento, 07 centímetros de largura e 02 milímetros de espessura. Marcas com espaçamento de 01 centímetro e numeração de 02 em 02 centímetros. Os caracteres deverão ser impressos fotomecanicamente nas cores vermelha e preta, camada anódica de 20 microns com proteção delgada de sais de óxido pelo processo de autovácuo, garantindo alta durabilidade e proteção ultravioleta. A escala será numerada somente com números pares. Os números ímpares serão representados apenas por uma linha na cor preta, comprimento de 20 milímetros e espessura de 03 milímetros. As dezenas na escala terão a seguinte formatação: fonte arial em negrito, tamanho 72, cor vermelha e serão indicados por uma linha de cor vermelha com comprimento de 40 mm e espessura de 05 mm. Os demais números terão a seguinte formatação: fonte arial, tamanho 48, em negrito, cor preta e serão indicados por uma linha de cor vermelha com comprimento de 45 milímetros e espessura de 03 milímetros. Conferir o projeto na Figura 10.

A régua deverá possuir, ainda, 03 (três) orifícios oblongos de (AxL) 35x7 milímetros (superior, meio e inferior) que permitam o ajuste de sua altura ao suporte.

Acessórios: Cada régua deverá ser fornecida com 01 (uma) placa do mesmo material, com dimensões 25 x 45 milímetros (L x A), com dois furos dispostos horizontalmente conforme Figura 1, contendo um número de identificação (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9) impresso em fonte Arial, negrito, tamanho 100, na cor preta, conforme % do quantitativo apresentado na tabela abaixo do desenho da placa numérica.

Observação: as réguas deverão ser entregues embaladas adequadamente para transporte aéreo ou terrestre em conjuntos de 10 (dez) unidades.

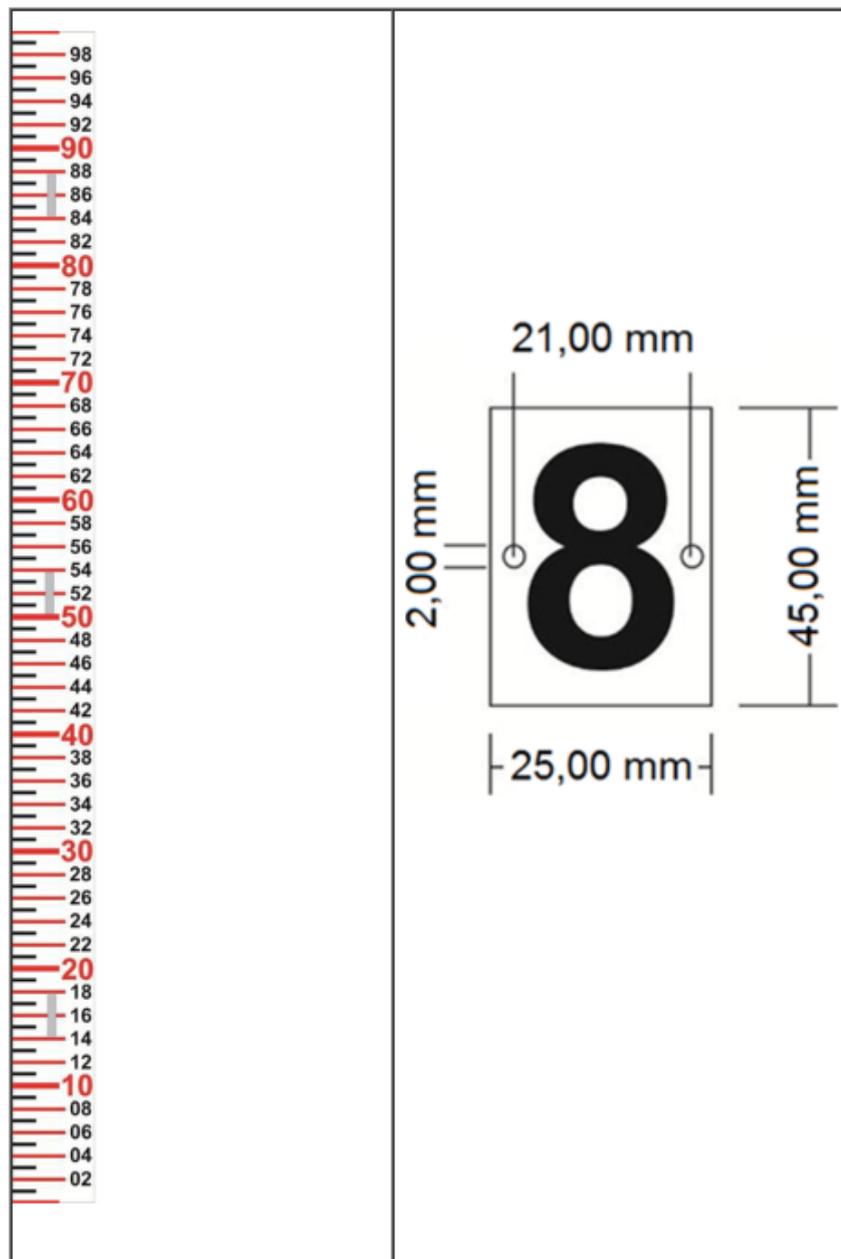


Figura 10: Projeto das réguas e Placa de Identificação

3.2.3. Especificação dos Serviços de Instalação das Réguas Limnimétricas

A instalação dos conjuntos de réguas limnimétricas nos corpos hídricos consistirá na execução das seguintes etapas:

- Instalação das réguas limnimétricas;
- Instalação dos mourões e das ripas;
- Construção e identificação das RN - Referências de Nível, do vertedouro de barragens, açudes e corpos lagunares e da seção de réguas;
- Nivelamento geométrico entre as RN do vertedouro de barragens e açudes;
- Nivelamento geométrico entre as RN das seções de réguas dos corpos hídricos;

- Determinação altimétrica, referenciado ao sistema geométrico, das RN instaladas;
- Nivelamento geométrico entre as RN e as seções de réguas;
- Instalação de uma placa de identificação da estação.

No caso de, durante a fiscalização, forem encontrados problemas nos resultados na implantação das réguas e dos RN e dos respectivos nivelamentos geométricos e levantamentos GNSS em 1 (uma) estação da etapa trabalhada, o trabalho deverá ser refeito, sem ônus para o IGAM, os levantamentos topográficos e geodésicos, em todas as estações daquela etapa. Neste caso, uma nova verificação será realizada em, pelo menos, uma das estações daquela mesma etapa, após as correções realizadas, nos termos da Lei nº 14.133, de 01 de abril de 2021.

Deverá ser instalada seção de réguas limnimétricas em cada corpo hídrico indicado para a mensuração da afluência ou defluência daqueles corpos hídricos, mesmo que já existam réguas limnimétricas em tais locais.

Os lances de réguas limnimétricas devem ser instaladas considerando uma variação altimétrica de 1 (um) metro entre réguas e deve ser definido de acordo com a cheia e a estiagem máximas observadas, relatadas ou estimadas por equações de regionalização ou outras formas de estimativa que estejam disponíveis ou que sejam tecnicamente reconhecidas.

A seção das réguas limnimétricas deverá ser instalada preferencialmente:

- No mesmo local da seção já existente, quando aplicável;
- Nas ombreiras da barragem ou na lateral de menor declividade, no caso de corpos hídricos como lagoas, lagos, açudes ou barragens;
- Em uma área segura e de fácil acesso;
- Em local sugerido pelo executor, desde que previamente aprovado pelo IGAM ou seu representante; ou
- Em local definido diretamente pelo IGAM ou seu representante.

Deverão ser observadas as especificações técnicas das réguas limnimétricas estabelecidas pelo IGAM, para a consecução desta atividade. Caberá ao executor a aquisição dos mourões e das ripas “ecológicos” para o escoramento das réguas, bem como, dos demais insumos como: a areia, o cimento, as britas, a chapa metálica de identificação das RN, entre outros.

3.2.3.1. Instalação de réguas em açudes e barragens

Devem ser instalados 2 (duas) RN para cada seção de réguas limnimétricas e uma terceira RN no vertedouro da barragem ou açude, quando for construído em concreto, constituindo-se por uma chapa metálica com um pino central de baixo relevo (pequeno). No caso do vertedouro ser uma estrutura escavada em rocha irregular, o executor deverá instalar a terceira RN, com uma chapa metálica na sua face superior, próxima à crista de vertimento (ponto mais baixo do vertedouro), sendo que sua cota deverá obrigatoriamente estar relacionada ao vertimento.

Os lances de réguas limnimétricas devem ser instaladas considerando uma variação altimétrica de 1 (um) metro. Estas deverão ter, pelo menos, 2 (duas) réguas acima da cota de vertimento

das barragens ou açudes (na parte superior da seção) e uma dentro da água (na parte inferior da seção). Se o nível na régua dentro da água, estiver abaixo de 20 (vinte) centímetros, deverá ser instalada uma régua subsequente àquela.

O referenciamento altimétrico das RN e, conseqüentemente, das régua limnimétricas, serão relativos ao nível de vertimento (de caráter local) e, também, em relação ao nível do mar (altitude ortométrica). As cotas locais (em relação ao vertedouro) serão determinadas necessariamente por nivelamento geométrico, enquanto as altitudes ortométricas, a partir de nivelamento geométrico ou levantamentos geodésicos GNSS, estáticos.

3.2.3.2. Especificações técnicas e instalação dos mourões e das ripas

Os mourões para a fixação das régua limnimétricas, a serem utilizados neste Contrato, deverão, necessariamente, seguir as seguintes especificações técnicas, a saber:

- Produzidos em material “ecológico”, reciclável, com uma proteção à radiação UV e contra os fungos;
- Não poderá absorver água (deverá trabalhar totalmente submerso) nem empenar em função da exposição ao tempo;
- Dimensões mínimas de largura e profundidade com 120 (cento e vinte) milímetros e 90 (noventa) milímetros, respectivamente;
- Possuir uma cruzeta interna ou serem totalmente rígidos;
- A espessura da parede externa, quando não rígido, não poderá ser inferior a 10 (dez) milímetros;
- Deverá ser resistente à umidade, imune às pragas, ter uma excelente resistência física e ser próprio para o uso externo (sob a incidência de luz solar);
- Deverá aceitar a utilização de parafusos e pregos; e
- Quando não rígido, ter a parte superior fechada para evitar o acúmulo de água e a proliferação de insetos. A tampa não poderá ser de fácil remoção (aparafusada, por exemplo).

As ripas de travamento deverão ter as mesmas condições construtivas dos mourões, exceto em seu dimensionamento, que deverá ter, no mínimo, 30 (trinta) milímetros de espessura e 90 (noventa) milímetros, de largura.

Antes do início do processo de instalação dos mourões e das ripas, deverá ser apresentada uma declaração do fabricante ou material publicitário deste, indicando que o produto atende aos requisitos acima expostos.

3.2.3.3. Instalação das régua limnimétricas nos mourões

Deverão ser realizado os seguintes procedimentos:

- Deverá haver um comprimento livre de 150 (cento e cinquenta) milímetros entre a

superfície do solo e a parte inferior da régua;

- Deverá haver um comprimento livre de 80 (oitenta) milímetros entre a parte superior da régua e a parte superior do mourão;
- Os mourões deverão ser afixados no solo, em locais secos, e enterrados a uma profundidade mínima de 400 (quatrocentos) milímetros e preso por uma massa de concreto com o diâmetro mínimo de 30 (trinta) centímetros. O traço do concreto deverá ser: um saco de cimento de 20 (vinte) quilogramas para 3 (três) latas ou 72 litros de areia e 3 (três) latas ou 72 litros de brita. Outra alternativa deverá ser oferecida pelo executor nos casos de solo rochoso, cabendo a aprovação prévia por parte do IGAM. Nos locais onde há lâminas d'água, quando necessário, os mourões deverão ser fixados por abraçadeiras ou parafusos para as estruturas de metal previamente fixadas no leito do corpo hídrico. A fixação não deverá permitir a movimentação dos mourões quando submetidos a esforços mecânicos;
- Os mourões deverão ser travados, no mínimo, por 2 (duas) ripas de material “ecológico”, devidamente fixadas através de 2 (dois) parafusos cada, e na outra extremidade, fixadas ao solo, quando seco, por concreto com um diâmetro, mínimo, de 25 (vinte e cinco) centímetros e com o mesmo traço do concreto descrito acima. Se houver uma lâmina de água, utilizar a solução descrita no item anterior. As 2 (duas) ripas deverão formar entre si um ângulo de 90 (noventa) graus e serem fixadas a 70 (setenta) centímetros de altura, nos mourões;
- Instalar os sinalizadores flexíveis na parte superior de cada régua, com o comprimento de 40 (quarenta) centímetros, para manter a segurança das embarcações. Por sinalizador flexível entende-se uma peça plástica, flexível, do tipo lâmina, que mostre às embarcações que no local existe uma régua, quando esta estiver submersa.

3.2.3.4. Identificação (numeração) das régua limnimétricas nos mourões

Deverão ser realizados os seguintes procedimentos:

- Posicionar a respectiva numeração na parte inferior do mourão, logo abaixo da régua limnimétrica;
- Posicionar a respectiva numeração na parte superior do mourão, logo acima da régua;
- As régua limnimétricas deverão ser afixadas no lado direito do mourão;
- Posicionar a respectiva numeração na lateral esquerda do mourão, de forma vertical, em três pontos distintos, sendo um deles na parte central da régua e os dois restantes nas cotas 25 (vinte e cinco) e 75 (setenta e cinco) centímetros, respectivamente;
- Os números deverão ser pintados em cor contrastante com a do mourão, e deverão ter as dimensões mínimas de 15 (quinze) milímetros x 25 (vinte e cinco) milímetros, cada número;

- A qualidade da tinta não deve sofrer desgaste rápido devido às intempéries, a exposição ao sol e ao contato com a água;
- As réguas limnimétricas serão identificadas com devida cota, que por sua vez, deverá estar atrelada ao nível de vertimento do corpo hídrico, cuja informação pode ser retirada da sua curva: Cota x Área x Volume.

A Figura 11 mostra o esquema de instalação da régua limnimétrica na superfície do corpo do mourão, a identificação da escala e todos os dimensionamentos.

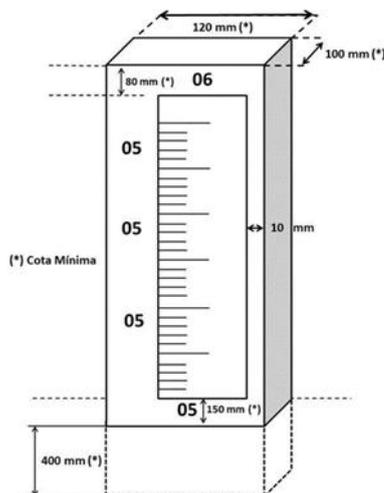


Figura 11: Esquema de identificação a ser aplicado aos mourões de suporte da régua limnimétrica mostrando as dimensões do corpo do mourão e a escala impressa.

O parâmetro de instalação das réguas limnimétricas pode ser verificado na Figura 12.



Figura 12: Seção de réguas limnimétricas

3.2.3.5. Construção e identificação das RN do vertedouro e da seção de réguas

Se a estrutura construtiva do vertedouro for em concreto, deverá ser instalada uma RN sobre a crista daquela, por meio de uma chapa metálica com um pino central de baixo relevo (pequeno). Teoricamente, a cota de vertimento deveria ser única ao longo de toda aquela estrutura, porém, é possível a existência de recalques, onde as variações normais de até 5 (cinco) centímetros podem ocorrer no vertedouro. Desta forma, deverá ser posicionada a RN sobre o ponto com a menor cota local e considerá-la como sendo a de vertimento (ver a Tabela das Curvas: Cota x Área x Volume). Este vértice, por sua vez, deverá ser denominado de RN-SANG.

No caso do vertedouro ser definido por uma estrutura escavada em rocha, deverá ser instalada uma RN próximo à crista de vertimento, preferencialmente por meio de uma chapa metálica com um pino central encravada naquele maciço rochoso, ou alternativamente com um marco tronco piramidal. O ponto efetivo de vertimento deverá ser identificado em campo por nivelamento geométrico e, em seguida, definir a cota local da RN implantada em função daquele ponto. Seguindo a mesma nomenclatura, este vértice também deverá ser denominado de RN-SANG.

Em cada uma das seções de réguas limnimétricas dos corpos hídricos, nos pontos de afluência ou defluência devem ser instaladas 2 (duas) RN, com uma chapa metálica e com um pino central ou com um marco tronco piramidal, posicionadas preferencialmente à distância inferior a 10 (dez) metros da primeira régua superior daquela seção, em local seguro, salvo de danos e afastadas de possíveis obstáculos materiais. A nomenclatura a ser adotada nestes casos é a seguinte:

- Nome do corpo hídrico ou da estação fluviométrica;
- Nome do marco (vértice); e
- O nome do marco deverá ser RN-1 para aquela que estiver mais próxima da seção de réguas e de RN-2, para a subsequente.

No caso do uso de marcos de concreto tronco-piramidais, estes deverão ter o seguinte padrão construtivo: a base inferior de 25 (vinte e cinco) centímetros x 25 (vinte e cinco) centímetros, a base superior de 15 (quinze) centímetros x 15 (quinze) centímetros e uma altura de 30 (trinta) centímetros, aflorando cerca de 10 (dez) centímetros do solo, sendo a sua fixação por meio de concreto com o mesmo traço especificado anteriormente. Cada marco de concreto deve ser encabeçado por uma chapa de metal não ferroso com 6 (seis) centímetros de diâmetro e um pino de, no máximo, 5 (cinco) milímetros de altura.

As RN de concreto deverão ser pintadas de branco (exceto da chapa de metal) e ter em 2 (duas) faces, pintados em vermelho, o valor da cota em relação ao nível de vertimento.

O parâmetro de instalação das RN pode ser verificado na Figura 13.



Figura 13: RN instaladas

A programação do nivelamento geométrico entre as RN, contendo as especificações e normas a serem seguidas, deverá ser apresentada previamente para aprovação do IGAM. Como referencial, devem ser adotados os critérios adotados de outras instituições nacionais, como a ANA e a SGB-CPRM.

3.2.3.6. Determinação altimétrica de uma RN da seção de régua dos corpos hídricos e dos pontos de afluência e defluência

As RN de cada uma das seções de régua dos corpos hídricos e aquelas dos pontos de afluência e defluência deverão também ser referenciadas altimetricamente à Rede Altimétrica Nacional pertencente ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) ou empregando-se os levantamentos GNSS associados ao Modelo Geoidal disponibilizado pelo IBGE (MAPGEO 2010).

A determinação altimétrica deverá ser realizada por meio de levantamentos GNSS diferenciais estáticos, associados ao Modelo Geoidal disponibilizado pelo IBGE (MAPGEO 2010), observando-se as seguintes condições técnicas:

- Empregar obrigatoriamente os receptores GNSS de dupla frequência;
- Os pontos de referência (ou de base) deverão pertencer obrigatoriamente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) ou ser do tipo SAT, sendo que as coordenadas planialtimétricas destes (empregando a altitude geométrica) devem ser injuncionadas no processamento final dos dados;
- As linhas de base formadas deverão ser inferiores a 50 (cinquenta) quilômetros;
- O tempo de ocupação deverá ser superior a 4 (quatro) horas, sendo a taxa de gravação mínima de 15 (quinze) segundos;
- No instante do rastreamento o PDOP deverá ser inferior a 5 (cinco), com a observância mínima simultânea de 6 (seis) satélites;
- O sistema de referência a ser adotado nesta atividade é o SIRGAS-2000, época 2000,4 (Sistema Geocêntrico para as Américas - Realização 2000,4); e
- Caso alguma das condições acima não possa ser realizada, a empresa CONTRATADA deverá comunicar essa situação à CONTRATANTE, que de forma conjunta, definirão uma nova estratégia de levantamento.

O parâmetro de determinação altimétrica de uma RN da seção de régua dos corpos hídricos e dos pontos de afluência e defluência podem ser verificados na Figura 14.



Figura 14 - Determinação altimétrica de uma RN da seção de régua dos corpos hídricos e dos pontos de afluência e defluência.

3.3. Levantamento Topobatimétrico

3.3.1. Definição

O levantamento topobatimétrico do perfil da seção transversal da seção de régua é um procedimento técnico que consiste na medição detalhada da geometria do leito e das margens de um corpo hídrico em um ponto de monitoramento equipado com régua limnimétrica. Este levantamento é realizado utilizando instrumentos topográficos e batimétricos, com o objetivo de mapear as variações de profundidade, declividade e morfologia da seção transversal, além de identificar possíveis alterações geomorfológicas.

3.3.2. Considerações Preliminares

As especificações técnicas descritas abaixo são mínimas e de atendimento obrigatório.

A execução dos serviços de levantamento topobatimétrico de todas as seções transversais deve incluir o transporte de coordenadas, o cadastro das estruturas e o georreferenciamento de estações telemétricas e as marcas de cheia, observando as especificações técnicas descritas nos itens a seguir desse documento.

Os perfis das seções transversais (ou de controle) serão obtidos por meio de levantamentos batimétricos (área molhada) e por levantamentos topográficos (área seca). Nos primeiros, o controle das profundidades será realizado por ecobatímetros ou outro equipamento, desde que aprovado pela IGAM, enquanto o controle posicional poderá ser efetivado por métodos terrestres (teodolitos ou estações totais) ou espaciais (GPS). Para o levantamento da área seca, ou seja, de pontos sobre o traço seco da seção transversal deve-se empregar o mesmo referencial altimétrico usado no levantamento batimétrico, podendo ser executado também por métodos terrestres ou espaciais.

Cada seção topobatimétrica será materializada por marcos de concreto, localizados em cada margem do rio, sobre o alvo, e de forma intervisível, cujas coordenadas planialtimétricas serão determinadas geodesicamente.

3.3.3. Definições

A) Levantamento planimétrico

Entende-se por APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO ao conjunto de pontos materializados no terreno, distribuídos aleatoriamente no território nacional, com as coordenadas obtidas geodesicamente, pertinentes ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), os quais proporcionam aos levantamentos topográficos o controle posicional, referenciando-os ao seu sistema de referência planimétrico (Datum). Nesse projeto adotar-se-á como sistema de referência planimétrico o SIRGAS-2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - realização 2000). Entende-se por APOIO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO ao conjunto de pontos materializadas no terreno, com as coordenadas cartesianas X e Y obtidas a partir de pontos do APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO, com a finalidade de servir de base planimétrica ao levantamento topobatimétrico.

B) Levantamento altimétrico

Entende-se por APOIO GEODÉSICO ALTIMÉTRICO ao conjunto de referências de nível (RN) materializadas no terreno, distribuídos aleatoriamente no território nacional, pertinentes ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), as quais proporcionam aos levantamentos topográficos o controle altimétrico, referenciando-os ao seu sistema de referência altimétrico (Datum). Neste Projeto adotar-se-á o sistema geodésico altimétrico brasileiro, ou seja, o Datum Imbituba, definido pela Estação Maregráfica do Porto da cidade de Imbituba, no Estado de Santa Catarina.

Entende-se por APOIO TOPOGRÁFICO ALTIMÉTRICO ao conjunto de pontos materializados no terreno, com as altitudes obtidas a partir de pontos do APOIO GEODÉSICO ALTIMÉTRICO, servindo de suporte altimétrico ao levantamento topobatimétrico, como referência de nível.

C) Levantamento de seções topobatimétricas

Entende-se por LEVANTAMENTO DE SEÇÕES TOPOBATIMÉTRICAS ao serviço que visa a determinação do leito submerso de uma seção do corpo hídrico e da parte seca, do traço daquela seção sobre o alveo e a planície de inundação. Em termos gerais, a execução de um serviço de topobatimetria compreende o posicionamento planimétrico, realizado por meio de levantamento por GPS, ou por técnicas topográficas convencionais, e o altimétrico, empregando o nivelamento geométrico ou trigonométrico na parte seca e ecobatímetros para determinação de profundidades, na parte molhada.

D) Ondulação geoidal local

O GEÓIDE é um modelo físico da Terra, cuja forma é materializada por uma superfície equipotencial do campo gravitacional terrestre que, em média, coincide com o nível médio dos mares considerados em repouso. O ELIPSÓIDE é uma superfície matemática, resultante da rotação de uma elipse em torno do seu eixo menor, com forma e dimensões próximas ao GEÓIDE, e utilizada como referência nos levantamentos geodésicos. Estas superfícies, geralmente, não são coincidentes e nem paralelas, sendo a separação entre ambas denominadas por ondulação geoidal (N).

Nos levantamentos por GPS, as altitudes são determinadas com respeito ao ELIPSÓIDE (h). Contudo, as altitudes empregadas nas obras de engenharia precisam necessariamente estar referenciadas a um modelo físico (GEÓIDE). A distância mensurada entre a superfície terrestre e o Geóide, na vertical do lugar, é denominada de Altitude Ortométrica (H). De forma simplificada pode-se afirmar que $N = h - H$.

Pelo exposto, fica evidente que o valor da ondulação geoidal N é válido apenas para o ponto onde $(N=h-H)$ for determinado. Contudo, é necessária a determinação de N ao longo de uma região da superfície terrestre. Para tal, rastreia-se na região de interesse um conjunto de RN (cujas altitudes ortométricas pertencem ao SGB) com o GPS e por meio de interpolação matemática determina-se uma superfície de referência para a ondulação geoidal (N).

E) Sistema Geodésico Brasileiro - SGB

Sistema que engloba os apoios geodésicos planimétricos, altimétricos e gravimétricos, implantados e materializados na porção de superfície terrestre delimitada pelo território nacional. Os apoios são determinados por procedimentos operacionais, com as coordenadas calculadas segundo os modelos geodésicos de precisão, tendo como sistema de referência o South American Datum (SAD-69) e o Geocêntrico, para as Américas (SIRGAS).

O SAD-69 e o SIRGAS são sistemas de referência de concepções distintas, a definição do primeiro é topocêntrica, sendo que a sua origem e orientação estão na superfície terrestre, enquanto a do SIRGAS é geocêntrica (centro da Terra). Cabe aqui salientar que o SIRGAS é, a partir de 2014, o único sistema de referência legalizado no País, base para o SGB e do Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

F) Princípio da vizinhança

As especificações técnicas e as normas gerais partem do pressuposto de que os levantamentos geodésicos e os topográficos obedecem ao princípio da vizinhança, segundo o qual, cada novo ponto determinado deve ser amarrado ou relacionado a todos os pontos previamente determinados para a otimização da distribuição dos erros. Assim, cada novo ponto determinado tem exatidão sempre inferior à dos que lhe serviam de base à sua determinação, não importando o seu grau de precisão.

3.3.4. Condições Gerais de Execução

Entende-se, o Levantamento Topobatimétrico como a representação planialtimétrica de uma seção de medição, materializada no terreno por meio de 2 (dois) marcos de concreto, posicionados um em cada margem do corpo hídrico, sobre o alvéo, de forma intervisível.

Na parte molhada da seção topobatimétrica deverão ser coletados, no mínimo, 1 (um) ponto a cada 2 (dois) metros na linha percorrida. Enquanto, na parte seca da seção topobatimétrica deverão ser coletados, no mínimo, 1 (um) ponto a cada 5 (cinco) metros na linha percorrida, ou menor, em casos nos quais sejam observados a mudança brusca de declividade. Assim, buscase que a densidade de pontos ao longo da seção topobatimétrica seja compatível com um levantamento na escala 1:2.500. Além disso, os métodos, os processos e os instrumentos empregados nesse levantamento não devem conduzir os erros nas operações geodésicas e topográficas de forma a comprometer a exatidão inerente à escala pretendida.

O levantamento dos pontos na parte seca da seção topobatimétrica deverá ser obrigatoriamente realizado com estações totais ou com GPS de mono ou dupla frequência. Na parte molhada, o posicionamento da embarcação, em tempo real, deverá ser executado com o GPS de mono ou dupla frequência empregando-se as correções diferenciais provenientes de uma base próxima, com as coordenadas geodésicas previamente determinadas. Poderão ser aceitas as medições efetuadas empregando-se as correções diferenciais via satélite, tipo WADGPS ou similar, desde que a acurácia posicional seja melhor ou igual a 1 (um) m. Com respeito à mensuração da profundidade, esta deverá ser executada com um equipamento de registro contínuo digital, com o registro de ecogramas, com a precisão da medição isolada, superior ou igual a 0,10 (dez décimos) m, devidamente instalado na lateral ou no fundo da embarcação, que deverá se deslocar em uma velocidade condizente com o fluxo da água do corpo hídrico e conforme o adensamento de pontos preconizado no parágrafo anterior. É aconselhável que a antena do GPS e o transdutor doecobatímetro sejam posicionados sobre o mesmo eixo, de modo a evitar a aplicação de correções de “offset”.

3.3.5. Implantação dos Marcos das Seções Topobatimétricas

Como mencionado anteriormente, cada seção topobatimétrica será materializada em campo por meio de 2 (dois) marcos de concreto, posicionados em ambas as margens do corpo hídrico, sobre o alveo, afastado do local da linha da enchente máxima esperada, de forma intervisível e que o seu alinhamento se encontre perpendicularmente ao fluxo do curso de água.

Deverão ser implantados os marcos de concreto, definidores dessas seções topobatimétricas, em campo, em local seguro, a salvo de danos, e afastadas de possíveis obstáculos materiais. Caso essas condições não possam ser atendidas, o IGAM deverá ser comunicado quanto aos motivos que impossibilitaram a execução do procedimento, devendo ser sugerido um novo local para a realização da tarefa. A implantação dos marcos deverá ocorrer somente após anuência formal do IGAM.

Em termos construtivos, os marcos de concreto serão no formato tronco-piramidal, com base inferior de 0,20 (dois décimos) m por 0,20 (dois décimos) m, base superior de 0,12 (um décimo e dois centésimos) m por 0,12 (um décimo e dois centésimos) m e altura de 0,30 (três décimos) m, aflorando cerca de 0,10 (um décimo) m do solo. Cada marco de concreto deve ser encabeçado por uma chapa de metal não ferroso com 0,06 (seis centésimos) m de diâmetro e pino de 0,07 (sete centésimos) m de altura, devendo ter como inscrições:

1. Nome do IGAM;
2. Nome do marco (vértice); e
3. Expressão “Protegido por Lei”.

Os nomes dos marcos seguirão a seguinte sistemática:

1. Os 2 (dois) primeiros dígitos correspondem ao nome do rio (PG: Piranga; DC: Doce; PC: Piracicaba; CT: Caratinga);
2. Os 3 (três) dígitos subseqüentes correspondem a distância, em quilômetros, contados a partir da primeira seção localizada mais a montante, ao longo do curso de cada rio;
3. Os 2 (dois) últimos dígitos correspondem a posição relativa dos marcos em relação ao fluxo de água de cada corpo hídrico. Nesse caso, os marcos posicionados na margem esquerda receberão a inscrição (ME) e aqueles da margem direita, a inscrição (MD).

3.3.6. Determinação planimétrica dos marcos do apoio topográfico e das seções topobatimétricas

O trabalho para a determinação das coordenadas planimétricas das seções topobatimétricas será efetuado em duas fases distintas, a saber:

A primeira etapa corresponde à materialização de uma poligonal enquadrada a marcos do APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO presentes na região de interesse. Pela configuração observada pelo IGAM sugere-se que a(s) poligonal(ais) enquadrada(s) utilizem as estações VICO, GVAL e CEFE, ambas pertencentes à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC);

A segunda etapa corresponde à determinação propriamente dita das coordenadas planimétricas dos marcos definidores das seções topobatimétricas a partir dos vértices pertencentes à poligonal enquadrada materializada na etapa anterior (APOIO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO), por meio de linhas de base simples.

Em ambas as etapas, o levantamento deverá ser executado com o GPS de mono ou dupla frequência, em linhas de base inferiores a 40 (quarenta) km, com uma ocupação superior a 1 (uma) hora e a taxa de gravação de 5 (cinco) segundos, com o PDOP inferior a 5 (cinco) e rastreamento simultâneo de, no mínimo, 6 (seis) satélites naquele período. Os equipamentos GPS a serem empregados nesse processo deverão garantir a precisão nominal de 5 (cinco) mm + 1 (um) ppm x D (distância medida em km).

No processamento das linhas de base e no ajustamento da(s) poligonal(ais) enquadrada(s), as coordenadas planialtimétricas dos pontos do APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO deverão ser injuncionadas.

Enfatiza-se que o sistema de referência planimétrico a ser adotado nessas etapas será o SIRGAS-2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - realização 2000).

O dimensionamento e o material a ser empregado na construção desses marcos deverão seguir os mesmos padrões estabelecidos para aqueles das seções topobatimétricas. Com respeito a sua identificação, os nomes iniciar-se-ão com “POL-01-01” para o ponto mais próximo da primeira

estação APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO até “POL-n-n” para o ponto antecessor a última estação do APOIO GEODÉSICO PLANIMÉTRICO.

Deverão ser feitos registros fotográficos de cada marco implantado, destacando a sua localização e a identificação da chapa metálica.

Outra metodologia poderá ser proposta para a execução dessa atividade, devendo esta ser apresentada por escrito ao IGAM antes do início dos trabalhos de campo. Essa metodologia proposta deverá ser devidamente justificada, podendo ser aceita ou não pelo IGAM.

3.3.7. Execução do modelo geoidal local e determinação altimétrica dos marcos das seções topobatimétricas

Para a determinação da altimetria ortométrica dos marcos que materializam as seções topobatimétricas, face à geometria das RN do APOIO GEODÉSICO ALTIMÉTRICO presentes na região de interesse, será realizada uma modelagem simplificada do geóide local. Em termos gerais, deverá ser efetuada a transferência direta da altitude ortométrica e da ondulação geoidal de RN do APOIO GEODÉSICO ALTIMÉTRICO para os marcos do APOIO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO e das seções topobatimétricas.

Em termos operacionais, deve-se transportar a altitude de uma RN pertencente ao APOIO GEODÉSICO ALTIMÉTRICO para um marco próximo às seções topobatimétricas, pertencente ao APOIO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO. A partir desses, as altitudes ortométricas dos marcos das seções topobatimétricas deverão ser determinadas. Essas tarefas deverão ser efetuadas com GPS de mono ou dupla frequência, em linhas de base inferiores a 40 (quarenta) km, com ocupação superior a 1 (uma) hora e taxa de gravação de 5 (cinco) segundos, com PDOP inferior a 5 (cinco) e rastreamento simultâneo de no mínimo 6 (seis) satélites naquele período. Os equipamentos GPS a serem empregados nesse processo deverão garantir a precisão nominal de 5 (cinco) mm + 3 (três)ppm x D (distância medida em km).

Os operadores de campo deverão ter o cuidado em anotar a altura da antena e a sua marca para ser possível a adequada correção altimétrica.

Outra metodologia poderá ser proposta para a execução dessa atividade, devendo esta ser apresentada por escrito ao IGAM, 5 (cinco) dias antes da reunião de planejamento. Essa metodologia deverá ser defendida no dia daquela reunião, podendo ser acatada, ou não, pelo IGAM.

3.3.8. Levantamento da parte seca das seções topobatimétricas

A parte seca das seções topobatimétricas será determinada por topografia convencional, empregando-se as estações totais ou teodolitos associados com distanciômetros eletrônicos. Contudo, recomenda-se o uso das primeiras por possibilitarem a coleta de um grande número de informações e a eliminação de erros grosseiros provenientes do uso de cadernetas de campo preenchidas à mão. O equipamento de mensuração a ser empregado nesse trabalho deverá permitir uma leitura angular direta, com a precisão nominal igual ou superior a 10” (dez polegadas), tanto no plano horizontal, quanto no vertical. Para a mensuração de distâncias, esse equipamento

deve permitir observações com a precisão de 5 (cinco) mm + 5(cinco) ppm x D (distância medida em km).

Deve-se estacionar o equipamento de medição sobre um dos marcos que definem a seção topobatimétrica e realizar a visada de “ré” no outro marco posicionado na margem oposta do corpo hídrico rio, materializando o plano do perfil. Quando a visada de ré não puder ser feita no outro marco do eixo da seção, a ré poderá ser feita utilizando outro marco do apoio topográfico, desde que este seja de mesma qualidade. Em seguida o topógrafo deverá posicionar o prisma de vante sobre o plano do eixo a ser levantado, por uma distância sucessiva de 5 (cinco) m, ou inferior, conforme a variação da declividade, coletando as informações planialtimétricas (distância e cota) desses pontos até o início da parte molhada da seção topobatimétrica. Caso a declividade seja inferior a 3% (três por cento), a distância entre os pontos na parte seca da seção topobatimétrica poderá ser superior ao preconizado acima. Tal procedimento deverá ser executado nas duas margens. Caso exista a necessidade da inserção de pontos intermediários para facilitar a definição da seção topobatimétrica, esses devem constituir marcos de uma poligonal enquadrada aos que definem aquelas seções, com um fechamento angular de 15”(quinze polegadas) N, no qual N corresponde ao número de vértices da poligonal.

O levantamento deverá ser executado até a linha da enchente máxima ou o limite máximo de 1.000 (mil) m contados a partir de cada margem do corpo hídrico, o que acontecer primeiro. O levantamento a partir de cada margem não pode ser inferior a 250 (duzentos e cinquenta) m.

Para cada seção deverão ser feitos registros fotográficos destacando a situação de cada uma das margens do corpo hídrico (o solo, a vegetação, as construções, etc.).

3.3.9. Levantamento da parte molhada das seções topobatimétricas

A ecobatimetria deve ser realizada por equipamento digital de registro contínuo e com a marcação em ecogramas, devidamente instalado na lateral ou no fundo de uma embarcação com as dimensões e o motor apropriados com as condições locais, onde serão executadas essas atividades. A precisão de leitura do ecobatímetro deverá ser igual ou superior a 10 (dez) cm.

O posicionamento planimétrico da embarcação, em tempo real, será executado com o GPS de mono ou dupla frequência empregando-se as correções diferenciais provenientes de uma base próxima (link de rádio transmissão), com as coordenadas geodésicas previamente determinadas. Poderão ser aceitas medições efetuadas empregando-se as correções diferenciais via satélite, do tipo WADGPS ou similar, desde que a acurácia posicional seja melhor ou igual a 1 (um) m. Os pontos de referência para esse levantamento serão os definidores das seções topobatimétricas. Esperam-se as precisões iguais ou superiores a 30 (trinta) cm. Nesse levantamento a taxa de gravação deverá ser de 1 (um) segundo, com PDOP inferior a 5 (cinco) e rastreamento simultâneo de, no mínimo, 6 (seis) satélites naquele período.

O GPS e o ecobatímetro deverão ser instalados sobre o mesmo eixo, para evitar o uso de fatores de correção de “offset”.

A parte seca e a molhada são integrantes de uma mesma seção topobatimétrica. Assim, é necessário que ao longo do levantamento sejam aplicados os mesmos referenciais planialtimétricos. Para a correta amarração entre as partes seca e molhada é fundamental a instalação de régua limnimétrica em cada seção de medição, para a medição do nível de água -

NA, ficando fixa no local somente durante a execução da atividade. A altitude ou cota dessa régua poderá ser determinada por nivelamento geométrico (duplo nivelamento com a precisão de 20 (vinte) mm K, onde K é a distância média do nivelamento e o contranivelamento, contada em km) ou, por nivelamento trigonométrico (empregar o mesmo equipamento descrito na seção de levantamento da parte seca das seções topobatimétricas). As leituras do NA devem ser anotadas durante o levantamento batimétrico daquela seção, conjuntamente com a hora, o dia, o mês e o ano. Cadastro das estruturas e georreferenciamento das estações telemétricas e marcas de cheia concomitantemente aos levantamentos topobatimétricos deve ser realizado o cadastramento e o georreferenciamento das principais estruturas existentes nos corpos hídricos, tais como pontes, pilares, barragens, vertedouros, diques, bueiros, adutoras, etc., com o objetivo de caracterizar os obstáculos ao escoamento das águas. Em relação às pontes, devem ser indicados o posicionamento, as formas e as dimensões dos pilares, bem como, as dimensões e as cotas superior e inferior do tabuleiro.

Quando as seções topobatimétricas são coincidentes com as estações telemétricas, deve-se realizar o nivelamento das réguas e as referências de nível, visando compatibilizar as cotas das bases cartográficas com as cotas das seções representativas das estações fluviométricas.

Quando as seções topobatimétricas se localizam na área urbana deve-se observar a existência de marcas de cheia e fazer o seu nivelamento altimétrico, de forma a tornar possível a posterior demarcação da mancha de inundação da área urbana. As marcas de cheias correspondem à altura máxima alcançada pelas águas e são representadas normalmente por manchas horizontais observadas em muros e casas.

As estruturas que forem cadastradas, as estações telemétricas e as marcas de cheia deverão ser identificadas através de croquis, com a indicação da seção correspondente. Os croquis devem apresentar também os pontos obtidos no levantamento topobatimétrico - cotas na parte seca, cotas no fundo do corpo hídrico e cotas nas margens esquerda e direita.

No croqui, devem-se destacar as referências de nível das estações telemétricas, os lances de réguas e a correspondência entre os níveis observados e as cotas altimétricas correspondentes. Devem-se destacar, também, as marcas de cheias identificadas. Deverão ser feitos registros fotográficos das estruturas cadastradas evidenciando como esta afeta o fluxo das águas, da situação das margens dos corpos hídricos, dos lances de régua e a referência de nível das estações telemétricas e das marcas de cheia. Deve-se usar no levantamento cadastral e georreferenciamento das estações telemétricas e marcas de cheia, os mesmos equipamentos e a metodologia aplicada na determinação da área seca. Nesta etapa do trabalho deverão ser utilizados os mesmos sistemas de referência aplicados no levantamento das seções topobatimétricas.

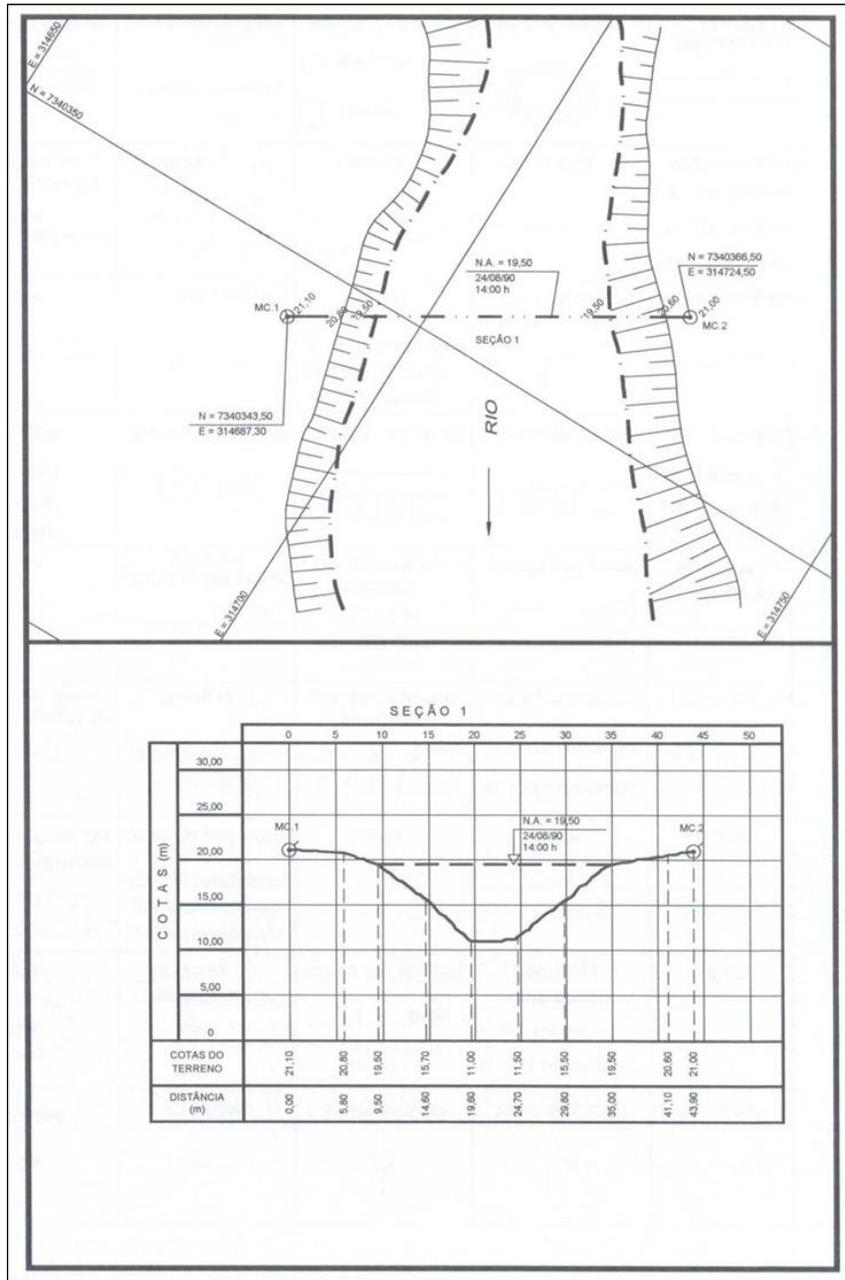


Figura 15: Perfil da seção topobatimétrica

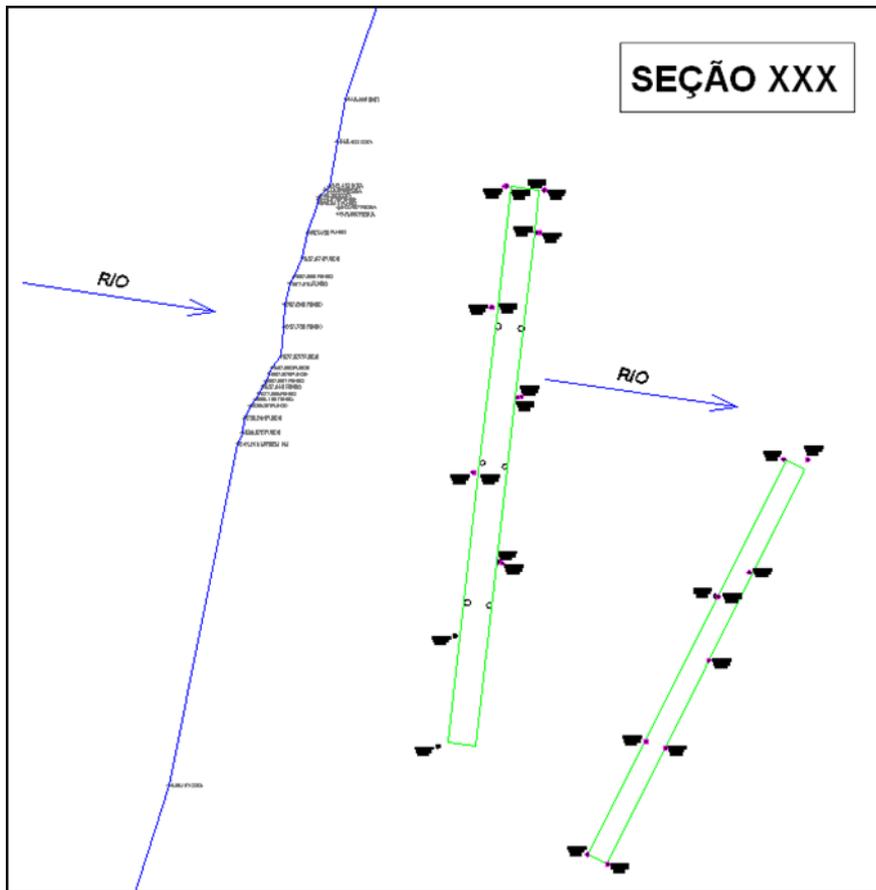


Figura 16: Croqui para cadastro de estrutura

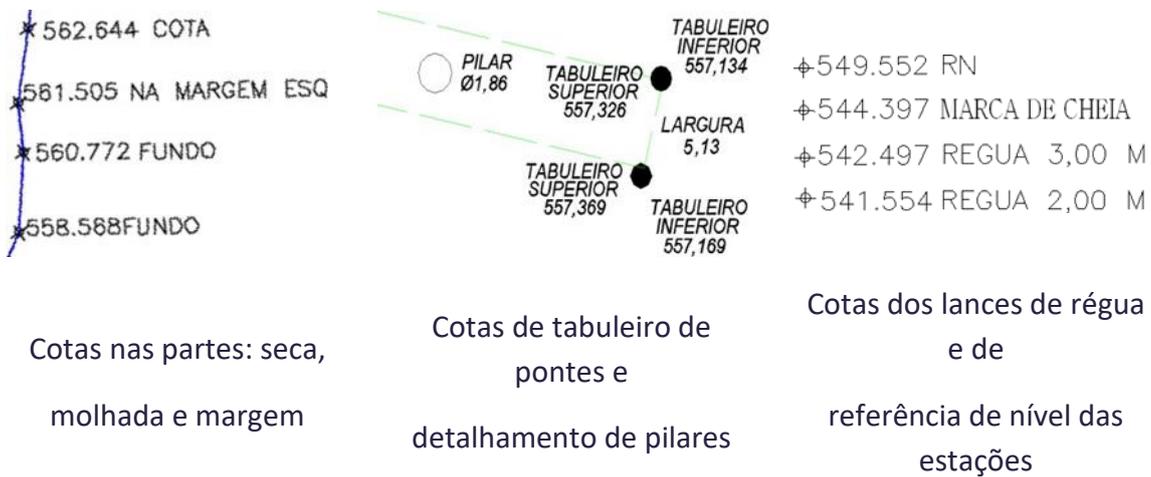


Figura 17: Exemplos de descrição

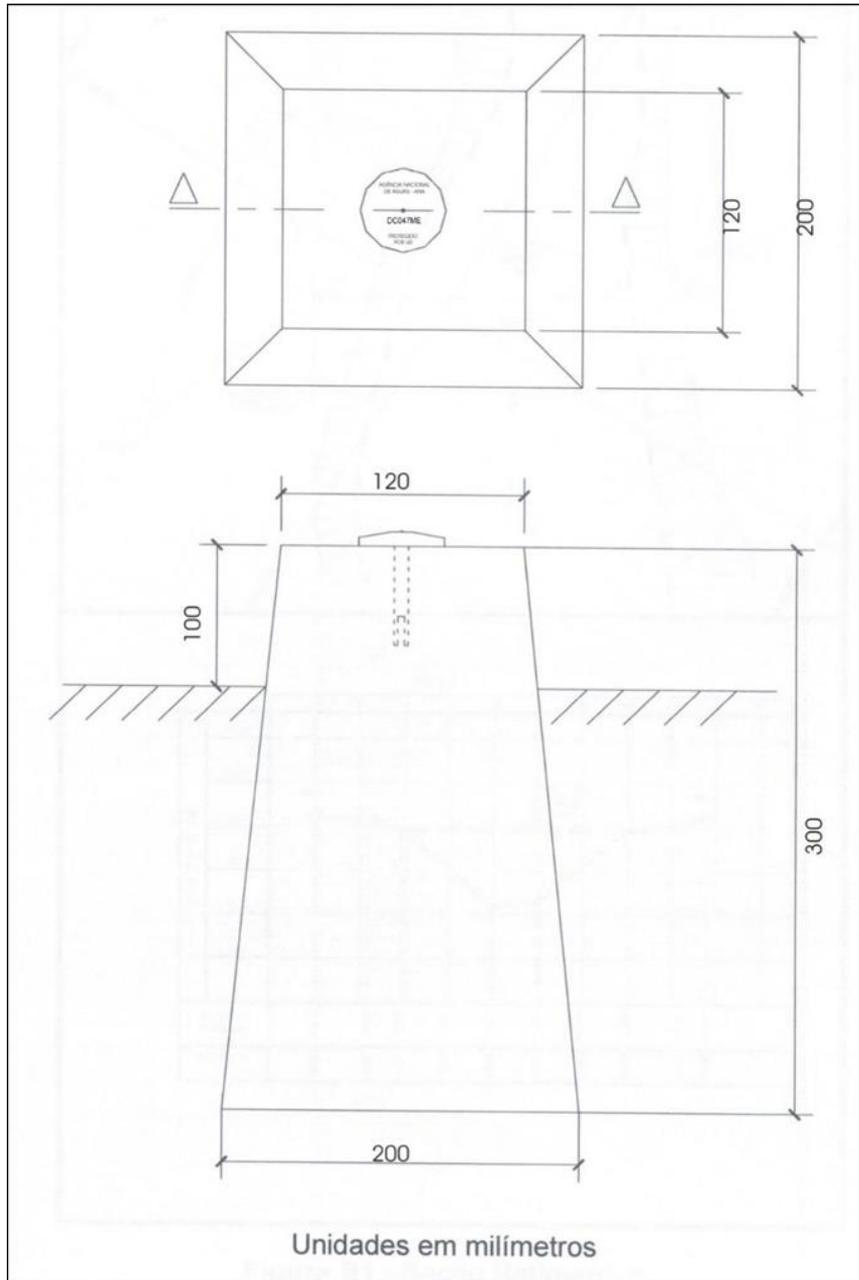


Figura 18: Marco de concreto - Vista Superior e Lateral

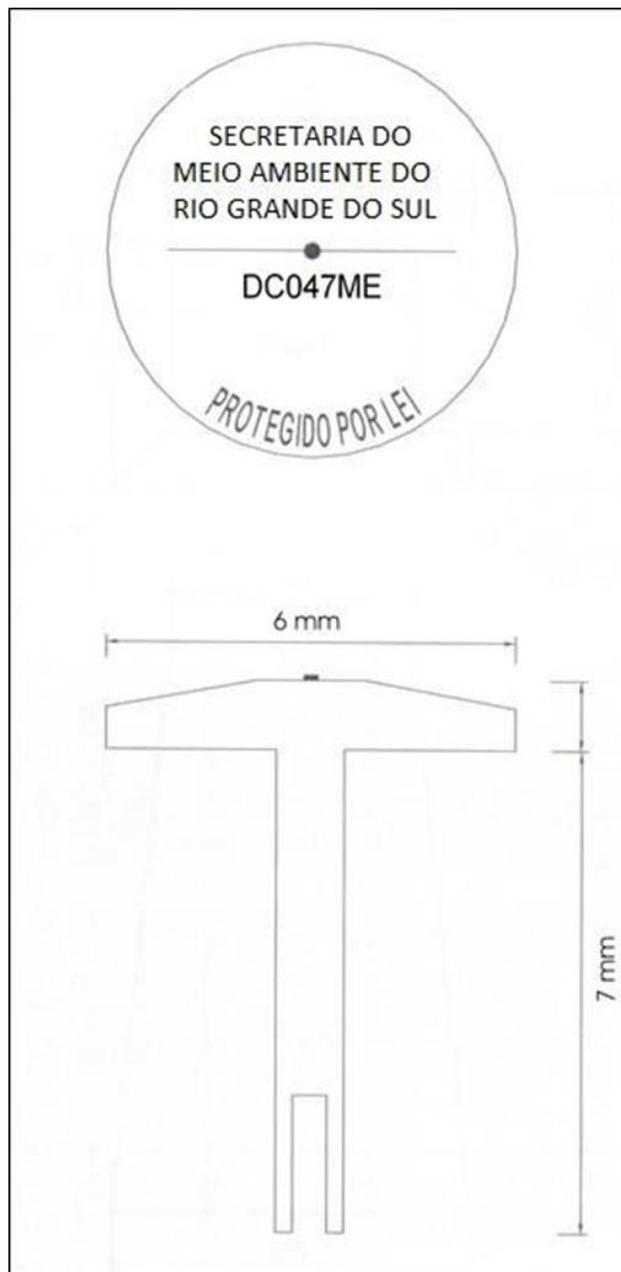


Figura 19: Detalhes do marco de concreto e do pino metálico

3.4. Manutenção Preventiva

3.4.1. Definição

Manutenção preventiva é um conjunto de ações planejadas e sistemáticas realizadas em equipamentos, sistemas ou infraestruturas com o objetivo de prevenir falhas, preservar a funcionalidade, prolongar a vida útil e assegurar o desempenho ideal. Essas ações são executadas de forma periódica ou com base em critérios técnicos estabelecidos, visando identificar e corrigir potenciais problemas antes que resultem em interrupções ou danos significativos.

No contexto de estações telemétricas, a manutenção preventiva inclui inspeções, calibrações, limpezas, ajustes e substituições de componentes.

3.4.2. Diretrizes

Durante a execução da manutenção preventiva, é indispensável assegurar o cumprimento das condições mínimas descritas a seguir:

3.4.2.1. Estações Telemétricas

- A) Download dos dados e informações armazenadas na memória interna da PCD
- Realizar o download dos dados e informações hidrometeorológicos, inclusive com a possibilidade de filtrar o conjunto de dados a ser baixado pela data de aquisição.
 - Realizar o download e upload dos parâmetros de configuração da PCD e dos sensores.
 - Realizar a limpeza (apagar) dos dados e informações armazenados na memória interna.
- B) Verificação preliminar dos dados
- Após o download, verificar a integridade e coerência dos dados de chuva e nível do rio registrados, comparando o último dado de nível com o correspondente valor na régua linimétrica.
 - Identificar possíveis falhas nos dados transmitidos, correlacionando-as com parâmetros como a tensão da bateria, para diagnóstico de problemas no sistema de alimentação ou outros fatores.
- C) Verificação da configuração geral da PCD
- Confirmar a versão do firmware e, caso necessário, realizar sua atualização.
 - Validar a identificação da PCD (nome, código, etc.) e corrigir qualquer discrepância.
 - Ajustar a data e horário, garantindo a precisão do registro temporal.
- D) Verificação da programação das rotinas de coleta e armazenamento de dados
- Revisar as frequências e a duração de coleta (amostragem), independentemente para cada sensor ou conjunto de sensores.
 - Verificar a definição de regras de coleta e registro dos dados (por exemplo, registro do instante de cada “basculada” do sensor de chuva; intervalo de coleta dos dados de nível d’água em função da variação observada nesses dados; registro dos dados lidos num sensor em função dos dados lidos por um segundo sensor).
 - Verificar a coerência dos dados de nível d’água medidos pelo sensor de nível com os indicados nas régua e, se for o caso, corrigir o offset do sensor.
 - Verificar a compensação da influência da pressão atmosférica pelo barômetro, no caso de sensor de nível transdutor de pressão.

- Ativar ou desativar sensores para realizar coletas.
- Ativar ou desativar sensores para armazenamento dos dados coletados.
- Verificar a definição do formato de armazenamento e transmissão dos dados.
- Verificar a configuração/programação da interface serial padrão SDI-12 e RS-485.

A programação da PCD deverá ser executada por meio do upload de um programa de configuração que contém as instruções gerais de operação (sensores, frequência de coleta e transmissão, formato dos dados, etc.) disponibilizado pelo IGAM.

E) Verificação da programação das rotinas de transmissão de dados

- Verificar a seleção dos dados a serem transmitidos (por exemplo, nível da água dos sensores de nível, chuva acumulada, pressão barométrica, etc.).
- Verificar o formato da palavra de transmissão.
- Verificar os parâmetros de status operacional da PCD a serem transmitidos (por exemplo, carga da bateria e temperatura interna).
- Verificar a definição do intervalo de transmissão.
- Verificar os parâmetros e o status da transmissão via sinal GSM, quando for o caso (por exemplo, endereço FTP, endereço IP, login, senha, etc.).
- Verificar a transmissão de alarmes no caso da ocorrência de eventos pré-definidos.

Geralmente, os dados coletados pelas estações automáticas telemétricas serão transmitidos via Satélite GOES. No entanto, as PCDs são dotadas, também, de modem para transmissão dos dados via sinal GSM (telefonia móvel) e, se necessário e possível, sob demanda do IGAM, poderão ser configuradas para ambos modos de transmissão.

F) Verificação do sistema de fornecimento de energia da PCD

- Realizar a limpeza do painel solar.
- Realizar a medição da corrente elétrica fornecida pelo painel solar.
- Verificar o estado da carga e da validade da bateria.

G) Aferição e ajustes nos sensores e componentes da PCD

- Devem ser realizados teste e manutenção de cada instrumento instalado, com execução dos procedimentos específicos para cada equipamento, de acordo com as recomendações dos fabricantes.
- Devem ser feitas leituras dos sensores para verificar a exatidão destas. É extremamente importante verificar se o datalogger está registrando a data e a hora corretamente.

- Os sensores de nível devem ser inspecionados quanto: a estabilidade das estruturas de fixação (suportes e tubulação); a limpeza dos sensores (lama e incrustações nos sensores submersíveis, e sujeira e incrustações nos sensores sem contato com o corpo hídrico); e, no caso de sensores sem contato (radar), adicionalmente, deve se verificar se a área de leitura está livre de obstruções, como vegetação ou anteparos.
- O sensor de nível deverá ser ajustado caso haja divergência superior a 1cm entre a sua medição e a leitura realizada no sensor manual de referência (geralmente, régua linimétrica).
- Nas estações automáticas aparelhadas com pluviômetro, a manutenção desses instrumentos deverá seguir as orientações descritas no documento “Tutorial para a verificação de Pluviômetros Automáticos” a ser fornecido pelo IGAM.
- A inspeção dos sensores pluviométricos automáticos deverá observar: desobstrução da área de captação (se existente); funcionamento do sistema de medição (sistemas de básculas, etc.); e, principalmente, a exposição do equipamento.
- Para a verificação do funcionamento do sensor de precipitação deverá ser utilizado o kit para calibração de pluviômetro configurado para intensidades de chuva de 50mm/hora e 150mm/hora. Caso haja divergência superior a 5% o equipamento deverá ser calibrado.
- A verificação do sensor de temperatura da água deve ser realizada por meio de medida direta com um termômetro manual. Caso haja uma divergência maior que 2°C, devem ser realizados os ajustes necessários no sensor.

H) Verificações finais e cópia de segurança dos dados coletados

Após a realização de todas as atividades na estação, incluindo as medições, deverá ser realizada uma verificação final de todos os equipamentos (inclusive os dados de hora e cota registrados no datalogger da PCD) e registrada cota do rio no momento do término da inspeção. Se possível, deve ser verificado se os dados estão sendo transmitidos e recebidos corretamente. A equipe não deve deixar a estação antes de assegurar o correto funcionamento de todos os instrumentos instalados.

O último passo a ser realizado no campo será a realização de cópia de segurança de todas as informações levantadas e dos dados coletados (retrieve dos dados da PCD, fotos, registros da inspeção, fichas de medições, etc.), a qual deverá ser gravada em um pen drive ou HD externo, e as informações encaminhadas ao escritório base o mais rápido possível.

I) Relatório da Manutenção Preventiva da Plataforma de Coleta de Dados (PCD)

Após a conclusão da manutenção preventiva, deverá ser elaborado um relatório final individualizado para cada PCD. Este relatório deverá conter todas as informações detalhadas conforme o modelo apresentado a seguir.

Identificação da Estação

Nome da estação:		Código:	Roteiro:
Tipo:	Marca PCD:	Tipo PCD:	
Entidade operadora:		Entidade Responsável (ER):	
NR CPRM:		Patrimônio ER:	
Tipo de visita:			
Equipe responsável:			

Data início (dd/mm/aaaa):	Hora início (24)(DF):
---------------------------	-----------------------

Situação encontrada

Cota régua:	
Limpeza da estação:	Condição da proteção PCD:
Exposição do pluviômetro:	Status da PCD:

Leitura instantânea dos sensores

Cota sensor de nível (cm):	Temperatura do ar (°C):
Offset sensor de nível (cm):	Temperatura interna (°C):
Pressão barométrica (mb):	Tensão da bateria (V):
Temperatura da água (°C):	Tensão da bateria (multímetro)(V):
Chuva acumulada (mm):	Tensão Painel Solar (V):
Umidade relativa (%):	

Serviços executados

Itens defeituosos:	Limpeza (comp. da PCD):
--------------------	-------------------------

Aferição do pluviômetro

Marca/modelo:	Volume de água na garrafa de aferição (ml):
Diâmetro (cm):	Volume (ml) equivalente a "mm" na proveta:
Área de captação (cm²):	
Volume da balança:	

Antes da manutenção:

Qtde. basculada(und):
 Qtde. basculada esperada(und):
 Erro (%):

Depois da manutenção:

Qtde. basculada (und):
 Qtde. basculada esperada (und):
 Erro (%):

Código do Relatório:

Identificação da Estação			
Nome da estação:		Código:	Roteiro:
Tipo:	Marca PCD:	Tipo PCD: Hidrológica	
Entidade operadora:		Entidade Responsável (ER):	
NR CPRM:		Patrimônio ER:	
Tipo de visita:			
Equipe responsável:			
Situação após vistoria			
Data início (dd/mm/aaaa):		Hora início (24)(DF):	Cota régua:
Limpeza da estação:		Condição da proteção PCD:	
Exposição do pluviômetro:		Status da PCD:	
Leitura instantânea dos sensores			
Cota sensor de nível (cm):		Temperatura do ar (°C):	
Offset sensor de nível (cm):		Temperatura interna (°C):	
Pressão barométrica (mb):		Tensão da bateria (V):	
Temperatura da água (°C):		Tensão da bateria (multímetro)(V):	
Chuva acumulada (mm):		Tensão Paine Solar (V):	
Umidade relativa (%):			
Retrieve			
Houve retrieve:			
Nome do arquivo:		Período do retrieve:	
Cota min. registrada (cm):		Volt. min bateria registrada (v):	
Cota max. registrada (cm):		Volt. max. bateria registrada (v):	
Pressão barométrica min. registrada (mb):		Chuva acumulada para período de retrieve (mm):	
Pressão barométrica max. registrada (mb):		Temp min. do ar registrada (°C):	
Temp. inter. min. registrada (°C):		Temp max. do ar registrada (°C):	
Temp. inter. max. registrada (°C):			
Código do Relatório:			

Figura 20: Relatório da Manutenção Preventiva da Plataforma de Coleta de Dados (PCD).

3.4.2.2. Estações Convencionais

Todas as atividades de campo deverão ser registradas em fotos e formulário (Ficha de Inspeção - Figura 21), como os exemplos apresentados a seguir, buscando caracterizar a situação das estações encontrada e deixada.

- Os registros fotográficos das atividades deverão ser realizados conforme orientação a seguir.
- Antes e depois da manutenção das réguas limnimétricas, referências de Nível (RN).
- Situação geral da seção de réguas.
- À montante e jusante da seção de réguas.
- Situação das margens.

- Qualquer situação identificada que possa causar interferência hidrológica. (ex.: extração de areia, construção de pontes, erosão, etc).
- A) Verificação e manutenção das réguas limnimétricas
- Verificar as cotas de todos os lances de réguas, utilizando as Referências de Nível (RN) como base.
 - Realizar a manutenção das RNs, incluindo pintura e atualização das cotas.
 - Substituir imediatamente qualquer RN danificada, construindo um novo marco referencial, se necessário.
 - Nivelar todos os lances de réguas a partir das RNs para assegurar a correta leitura das oscilações dos níveis dos rios.
 - Confirmar a estabilidade dos lances de réguas, especialmente em visitas que antecedem o período de cheias.
 - Caso seja constatada instabilidade, aplicar travamentos para evitar inclinações ou deslocamentos causados por correntezas.
- B) Limpeza e conservação das estruturas da estação
- Realizar a limpeza de todos os equipamentos instalados nos pontos de monitoramento e na área de entorno.
 - Limpar e pintar cercados de proteção, bem como realizar o corte de vegetação e arbustos nas margens dos rios junto às réguas e na seção de medição.
 - Realizar o corte de vegetação nas áreas internas e externas aos cercados de proteção.
- C) Registro das atividades realizadas
- Fotografar e registrar todas as atividades de campo em formulários específicos (Ficha de Inspeção), documentando a situação da estação antes e após a manutenção.
 - Os registros fotográficos deverão incluir: Situação das réguas limnimétricas e RNs antes e depois da manutenção; Condições gerais da seção de réguas (montante e jusante); Estado das margens do rio; Qualquer situação que possa interferir hidrológicamente, como extração de areia, construção de pontes ou processos de erosão.
- D) Manutenção geral das RNs e infraestrutura
- Garantir a pintura das RNs e o registro atualizado de suas cotas.
 - Corrigir qualquer dano identificado na infraestrutura, substituindo ou ajustando componentes, conforme necessário.

As estações automáticas telemétricas a serem operadas consistem em estações fluviométricas equipadas, além da estrutura convencional, com instrumentos adicionais para medição do nível da água (sensores), medição de chuva (pluviômetro) e armazenamento e transmissão de dados via satélite (PCD).

Durante todas as visitas de manutenção, é essencial inspecionar não apenas a PCD e seus acessórios (antenas, painel solar, suporte e abrigo), mas também as estruturas que abrigam os sensores (tubulações, caixas de passagem, valas e ancoragens), as régua linimétricas e as RNs, com atenção especial nas visitas que precedem o período de cheias na região.

A programação, configuração e atualização da PCD, assim como a realização de testes e verificações, devem ser efetuadas utilizando um software próprio instalado em um computador conectado ao datalogger. Por meio dessa comunicação, é possível realizar uma série de procedimentos, como atualização do firmware, programação das rotinas de coleta, armazenamento e transmissão de dados e informações de interesse (parâmetros de configuração da PCD e dos sensores em operação e status operacional), configuração e calibração dos sensores (offset, ganho, etc.), além do download e upload de parâmetros de configuração e dados armazenados na memória interna do datalogger.

O IGAM não fornecerá os softwares, firmwares ou programas necessários para a operação das PCDs, nem treinará as equipes de campo nos procedimentos operacionais ou rotinas de manutenção.

Para a operação e manutenção das estações telemétricas é necessário que cada equipe de campo disponha de um computador portátil com sistema operacional Windows e porta de comunicação USB. O uso do computador portátil é imprescindível para comunicação com a PCD (download de dados, programação do datalogger, leitura dos sensores, etc.).

Os computadores portáteis deverão ser disponibilizados pelo executor, que deverá observar a compatibilidade dos equipamentos com as estações telemétricas a serem operadas, bem como as formas de comunicação entre as PCDs e os computadores portáteis.

Em alguns casos, serão necessários o uso de cabos de conversão RS232-USB de primeira linha para estabelecer comunicação entre a PCD e o computador portátil, cuja disponibilização também será exigida.

3.5. Manutenção Corretiva

3.5.1. Definições

3.5.1.1. Manutenção Corretiva

Manutenção corretiva é o conjunto de ações realizadas para diagnosticar, reparar e restaurar o funcionamento de sistemas, equipamentos ou infraestruturas que apresentam falhas, defeitos ou interrupções em suas operações. Esse tipo de manutenção é caracterizado por ser reativa, ou seja, ocorre após a identificação de um problema que compromete a funcionalidade ou o desempenho esperado de um ativo.

As atividades da manutenção corretiva incluem, mas não se limitam a:

- Identificação e diagnóstico de falhas: análise para localizar e determinar a causa raiz do

problema.

- Reparos ou substituições: execução de consertos, ajustes ou troca de componentes defeituosos para restaurar a funcionalidade.
- Testes de verificação: validação do funcionamento correto do sistema após a intervenção.
- Registro de ocorrências: documentação detalhada das ações realizadas, incluindo diagnóstico, soluções aplicadas e tempo de inatividade.

Uma abordagem eficiente de manutenção corretiva busca minimizar o impacto operacional, garantir a segurança e a confiabilidade dos ativos, além de estar alinhada às melhores práticas de gestão de manutenção.

No contexto de estações telemétricas e monitoramento hidrológico, a manutenção corretiva envolve:

- Substituição de equipamentos danificados ou avariados, como sensores, transmissores e fontes de alimentação.
- Reparo de estruturas físicas, como mastros, cabos e proteções.
- Atualização de software ou reconfiguração de sistemas de comunicação.
- Verificação e calibração de equipamentos após reparos para garantir a precisão dos dados coletados.

3.5.1.2. Tempo de Resposta

Intervalo entre a identificação da falha e o início das atividades de manutenção no local.

3.5.1.3. Tempo de Resolução

Intervalo entre a identificação da falha e a conclusão da manutenção corretiva, com pleno restabelecimento do funcionamento do sistema.

3.5.2. Criticidade e Prazos de Atendimento

A CONTRATADA deverá atender os incidentes de acordo com os critérios de criticidade especificados na tabela abaixo, garantindo tempos de resposta e solução proporcionais à gravidade do evento. Esses prazos são estabelecidos para assegurar que as falhas identificadas sejam corrigidas rapidamente, evitando comprometer a confiabilidade dos dados transmitidos pela rede telemétrica.

Tabela 5: Critérios de criticidade.

Criticidade	Eventos	Tempo de Resposta	Tempo de Resolução
Leve	Intermitência, sujeira nos sensores, manutenção da área de instalação	Imediato e deslocamento agendado	7 dias
Moderado	Parada parcial na transmissão de dados, problemas críticos de energia	Imediato e deslocamento próximo	72 horas
Crítico	Parada total na transmissão de dados, violação, ausência de energia	Imediato	48 horas

3.5.3. Relação entre Criticidade e Confiabilidade

A implementação do quadro de criticidade tem como objetivo prevenir a degradação da confiabilidade da transmissão de dados. Assim, o atendimento aos prazos estipulados para resposta e solução de incidentes deve contribuir diretamente para o cumprimento dos seguintes índices de desempenho da rede telemétrica:

- 93% dos dados recebidos sem atraso.
- 95% dos dados recebidos sem perda de registros.

Caso os incidentes classificados como críticos, moderados ou leves não sejam resolvidos dentro dos prazos estabelecidos, isso poderá impactar negativamente os índices de confiabilidade da transmissão de dados, resultando em penalidades adicionais.

3.5.4. Diretrizes Gerais

As falhas devem ser notificadas à CONTRATANTE imediatamente após sua detecção, utilizando os canais de comunicação estabelecidos, como e-mail ou telefone. Todas as notificações devem ser registradas em um sistema de gestão que contenha informações detalhadas sobre a falha identificada, o local, a data e a hora da identificação. Este sistema deve ser mantido atualizado e estar disponível para acompanhamento pela CONTRATANTE.

A manutenção corretiva deve incluir inspeção visual, diagnóstico detalhado da falha, substituição de componentes defeituosos e testes operacionais para verificar o pleno funcionamento dos equipamentos. Todas as atividades devem ser realizadas por profissionais capacitados e em conformidade com as normas técnicas vigentes, garantindo que sejam executadas de forma segura e em conformidade com as regulamentações ambientais e de segurança do trabalho. Quaisquer alterações permanentes nos sistemas devem ser previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

Para as estações pertencentes à rede própria inicial do IGAM, as peças necessárias para a manutenção serão fornecidas pelo IGAM. No entanto, em situações que envolvam vandalismo, perda total da estação, obsolescência dos equipamentos ou outros eventos críticos, a substituição do equipamento deverá ser previamente consultada ao IGAM. Nesta consulta, o IGAM determinará

se fornecerá um novo equipamento ou se a CONTRATADA será responsável pelo fornecimento do substituto, podendo implicar na reclassificação da estação e na consequente alteração de sua frente de trabalho. Essa decisão será registrada formalmente, garantindo alinhamento entre as partes e a continuidade das operações.

Nos casos em que for necessária a substituição de peças para estações da rede própria inicial do IGAM, os prazos para início e conclusão das manutenções corretivas passarão a contar a partir do momento em que as peças forem disponibilizadas pela CONTRATANTE. A CONTRATADA deverá realizar os reparos ou substituições com agilidade, respeitando os prazos de resposta e resolução estipulados no quadro de criticidade.

A CONTRATADA deve manter um estoque mínimo de componentes críticos para substituição imediata. Os componentes utilizados devem ser originais ou homologados pelo fabricante do equipamento, assegurando a confiabilidade e a durabilidade das manutenções realizadas. Além disso, todas as peças substituídas ou reparadas devem ser devidamente registradas, permitindo o rastreamento completo do histórico de intervenções.

Cada intervenção deve ser documentada em um relatório abrangente que inclua a identificação da estação, uma descrição detalhada da falha e das ações tomadas, as datas e horários de início e término da manutenção, os equipamentos e componentes substituídos ou reparados, evidências fotográficas antes e após a intervenção, além dos testes realizados e seus resultados. Este relatório deve ser entregue à CONTRATANTE em até cinco dias úteis após a conclusão da manutenção.

Para garantir a confiabilidade da transmissão de dados, a CONTRATADA deve assegurar que pelo menos 93% dos dados sejam recebidos sem atraso e 95% sem perda de registros. Interrupções ou falhas que excedam esses limites estarão sujeitas à aplicação de multas, a ser definidas em contrato. A CONTRATADA deve realizar inspeções preventivas regulares para identificar potenciais problemas antes que resultem em falhas que comprometam a transmissão de dados.

A identificação da necessidade de manutenção corretiva será responsabilidade da CONTRATADA, que deverá realizar diagnósticos regulares e ações preventivas para evitar falhas. A CONTRATANTE fará o acompanhamento contínuo e poderá aplicar sanções em caso de demora injustificada na identificação ou execução das manutenções, ou se forem detectadas falhas na identificação de problemas.

A CONTRATANTE considera que a intermitência nos dados coletados compromete diretamente a qualidade e a confiabilidade das informações, sendo, portanto, classificada como uma situação que demanda ações de manutenção corretiva para sua resolução. Em casos de intermitência na transmissão, a CONTRATADA deverá realizar verificações detalhadas para identificar e corrigir as causas, independentemente de serem relacionadas a equipamentos ou ao tratamento de dados. Tais problemas não devem ser relegados exclusivamente a campanhas programadas, sendo obrigação da CONTRATADA tratá-los como falhas operacionais.

A CONTRATADA deverá respeitar as condições e especificações técnicas constantes dos manuais de serviço dos fabricantes dos equipamentos. Alterações permanentes no sistema, ou qualquer solução que comprometa a garantia e a durabilidade dos equipamentos, devem ser previamente aprovadas pela CONTRATANTE.

Todas as atividades de manutenção devem ser realizadas de acordo com as diretrizes estabelecidas no Manual Técnico de Operação e Manutenção de Estações Telemétricas (ANA,

2020), assegurando a adoção das melhores práticas. Além disso, a CONTRATADA deve garantir que os equipamentos estejam calibrados regularmente, conforme especificações do fabricante, e que os técnicos sejam periodicamente treinados em novas tecnologias e procedimentos relacionados à manutenção de PCDs.

A documentação completa das intervenções, incluindo os registros de todas as manutenções realizadas, deve ser consolidada e submetida periodicamente à CONTRATANTE, assegurando a transparência e a rastreabilidade de todas as ações executadas. Este registro é fundamental para a tomada de decisões baseadas em dados e para a avaliação da eficiência das operações de manutenção.

A CONTRATADA estará sujeita à aplicação de multas em duas situações distintas e complementares. A primeira refere-se ao não cumprimento dos índices de confiabilidade contratualmente estabelecidos, que exigem que 93% dos dados sejam transmitidos sem atraso e 95% sem perda de registros. A segunda diz respeito ao descumprimento dos prazos de resposta e solução definidos no quadro de criticidade, com penalidades proporcionais à gravidade do atraso e ao impacto gerado. Essas penalidades são independentes entre si e cumulativas, assegurando que tanto a manutenção preventiva quanto corretiva sejam realizadas com a devida urgência, garantindo a operação confiável e contínua da rede telemétrica e mitigando riscos associados a falhas na transmissão de dados.

3.6. Medição de Descarga Líquida

3.6.1. Definição

A descarga líquida, em hidrologia, refere-se ao volume de água que flui através de uma seção transversal de um corpo hídrico, como um rio ou canal, por unidade de tempo. Geralmente expressa em metros cúbicos por segundo (m^3/s).

3.6.2. Diretrizes e Orientações Gerais

Todas as medições hidrológicas em uma estação fluviométrica deverão ser realizadas na mesma seção de medição previamente definida. Caso seja necessário alterar o local da medição devido a circunstâncias específicas, como interferências ou alterações no regime do curso d'água, a mudança deverá ser devidamente justificada no Relatório de Operação.

As medições realizadas devem ser registradas em fichas de campo ou em arquivos gerados pelos próprios equipamentos de medição. Esses registros deverão ser anexados aos Relatórios Mensais de Operação.

Os equipamentos utilizados nas medições hidrológicas (molinetes hidrométricos, medidores acústicos de vazão, entre outros) devem estar em boas condições de conservação e funcionamento, além de devidamente calibrados.

O uso de equipamentos não calibrados ou com certificados vencidos sujeita à aplicação das penalidades previstas no contrato.

Durante períodos de cheia, se forem observadas variações no nível de água de, pelo menos, 20 centímetros enquanto a equipe estiver na estação, e o nível estiver acima ou próximo do máximo

registrado na série histórica da estação, deverão ser realizadas medições de descarga líquida extras para acompanhar a evolução da onda de cheia.

As condições hidráulicas da corrente de água no momento da medição, principalmente a velocidade e a profundidade, determinarão a escolha da seção de medição de descarga líquida e, conseqüentemente, o equipamento de medição a ser utilizado. Embora a equipe de campo deva estar previamente orientada sobre as condições esperadas em cada estação, a situação real só poderá ser confirmada no local. Por esse motivo, é fundamental que a equipe esteja equipada com, no mínimo, dois medidores apropriados para diferentes condições hidráulicas, garantindo a realização de medições precisas.

As medições de descarga líquida deverão, preferencialmente, ser realizadas com equipamento acústico.

Ao término de cada medição, ainda no local, a equipe deverá realizar uma avaliação preliminar dos resultados e, se necessário, repetir a medição ou ajustar o procedimento.

- Equipamento acústico: a avaliação se dará com base no grau de incerteza da medição apontado no relatório de medição do próprio instrumento - o qual leva em conta aspectos como: estabilidade e uniformidade do leito, distribuição dos perfis de velocidade, número de verticais e o percentual de vazão medida em cada vertical em relação à vazão total.
- Equipamento mecânico: a avaliação e classificação da medição será baseada, ainda que com certo grau de subjetividade, na percepção da equipe que realizou a medição, levando-se em conta aspectos como a estabilidade e uniformidade do leito, as condições de medição das velocidades nas diferentes verticais e profundidades, a distribuição das velocidades amostradas, o número de verticais medidas, dentre outros. De acordo com essa avaliação, a medição pode ser classificada como:
 - ❖ Excelente: medições com grau de incerteza médio de 2%;
 - ❖ Boa: medições com grau de incerteza médio de 5%;
 - ❖ Regular: medições com grau de incerteza médio de 8%; e
 - ❖ Ruim: medições com grau de incerteza maior que 10%.

Medições classificadas como “Regular” ou “Ruim” devem ser repetidas ou justificadas.

No caso de medições realizadas com medidor acústico embarcado, o resultado deve ser avaliado, ainda em campo, a partir do software de operação do equipamento e, também, com o apoio do software livre QRev, do USGS, disponível em <https://hydroacoustics.usgs.gov/movingboat/QRev.shtml>.

Após validada a medição, a equipe de campo deverá comparar a descarga líquida medida com a vazão calculada a partir da curva-chave da estação. Caso haja uma divergência superior a 10%, deverá ser realizada nova medição de descarga líquida, com outro medidor e, preferencialmente, em outra seção de medição. A segunda medição poderá confirmar a primeira e, assim, indicar que a curva-chave precisa ser atualizada; ou, por outro lado, ser aderente à curva-chave e, assim, indicar alguma deficiência no equipamento ou nos procedimentos aplicados na primeira medição. Caso a segunda medição seja divergente da curva-chave e da primeira medição, deverão ser

realizadas novas medições a fim de identificar a causa - alteração da curva-chave ou falha do equipamento ou nos procedimentos adotados.

A) Medição de descarga líquida pelo acústico (doppler)

O uso dos medidores acústicos para medição de descarga líquida proporciona uma maior resolução da distribuição da velocidade da água e da morfologia da seção de medição e, conseqüentemente, favorece uma maior acurácia da medição quando comparada com a medição com equipamento mecânico. Além disso, quando do uso do medidor acústico, os dados são processados em tempo real e o valor da descarga líquida é obtido imediatamente após o procedimento, juntamente com parâmetros indicadores da qualidade da medição, o que permite avaliá-la e, se for o caso, repeti-la.

Quando do uso de medidores acústicos, devem ser seguidos todos protocolos, recomendações e boas práticas aplicáveis, dentre os quais, os procedimentos preliminares de verificação, ajuste e operação dos equipamentos empregados - ajuste do relógio, teste do sistema, calibração da bússola, verificação da temperatura medida pelo instrumento, teste para verificar ocorrência de fundo móvel, montagem e configuração.

Dentre tais recomendações e protocolos, devem ser observados os do fabricante do equipamento e aqueles propostos pelo grupo hydroacoustics do United States Geological Survey - USGS, disponíveis em <https://hydroacoustics.usgs.gov>.

Os medidores de descarga líquida acústicos podem ser portáteis, para medições a vau em profundidades de até cerca de 1 m, e embarcados, para medições em seções mais profundas.

B) Medição de descarga líquida com molinete fluviométrico

Caso não seja possível executar medição de descarga líquida com medidor acústico, essa impossibilidade deverá ser justificada no registro de campo e no Relatório Mensal de Operação. Nessa situação, deverá ser utilizado um molinete fluviométrico adequado às condições de medição, sendo imprescindível que o equipamento esteja devidamente calibrado.

Os molinetes empregados deverão ter sido aferidos num prazo máximo a 1 (um) ano, em laboratórios especializados, e os respectivos laudos ou atestados, contendo as equações de calibragem, devem ser apresentados ao IGAM, caso solicitado. Além disso, testes mecânicos, como o spin test, devem ser executados para verificar as condições de funcionamento do equipamento antes do início da medição.

Nas medições de descarga líquida com molinete hidrométrico (técnicas convencionais), geralmente, será aplicado o “Processo Detalhado”, salvo em situações excepcionais, quando poderá ser aplicado o “Método dos Dois Pontos”.

- Método de Dois Pontos: medições da velocidade da água a 20% e 80% da profundidade. o método dos dois pontos poderá ser empregado nas situações em que o tempo para execução da medição seja fator preponderante para se garantir a segurança da equipe e a acurácia do valor total medido, como, por exemplo, nas medições em cheias e nas medições em seções sujeitas a grande variação de vazão e do nível da água. O método ainda pode

ser aplicado nas estações fluviométricas onde, por meio de estudo comparativo, seja comprovado que o método produz resultado semelhante ao obtido pelo “Processo Detalhado”, com desvios padrões inferiores a 5%. O emprego do “Método dos Dois Pontos” deverá ser justificado no Relatório de Operação, ao qual deverão ser juntadas evidências (fotografias dentre outras) da circunstância que ensejou sua aplicação.

- Processo Detalhado: no processo detalhado, são realizadas medições da velocidade da água, com o molinete hidrométrico, em diversas posições ao longo da profundidade de cada vertical, conforme critérios estabelecidos na Tabela 2.

Tabela 6: Determinação do número de pontos na vertical para medição de vazão.

Nº de pontos	Posição na vertical (*) em relação a profundidade (p)	Cálculo da velocidade média (V_m) na vertical	Profundidade (m)
1	0,6 p	$V_m = V_{0,6}$	0,15 - 0,6
2	0,2 e 0,8 p	$V_m = (V_{0,2} + V_{0,8})/2$	0,6 - 1,2
3	0,2; 0,6 e 0,8 p	$V_m = (V_{0,2} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/4$	1,2 - 2,0
4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 p	$V_m = (V_{0,2} + 2V_{0,4} + 2V_{0,6} + V_{0,8})/6$	2,0 - 4,0
6	S; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8p e F	$V_m = [V_S + 2(V_{0,2} + V_{0,4} + V_{0,6} + V_{0,8}) + V_F]^{1/10}$	> 4,0

V_S - velocidade medida na superfície e V_F - velocidade medida no fundo do rio

*A posição S (superfície) corresponde à profundidade de 0,10 metros e a posição F (fundo) corresponde àquela determinada pelo comprimento da haste de sustentação do lastro do molinete.

Ainda em relação ao Processo Detalhado, as verticais de amostragem de velocidade da água serão afastadas entre si de 5% a 10% da largura da seção molhada, conforme as condições hidrológicas e morfológicas da seção de medição. A maior concentração de verticais de amostragem deverá ser estabelecida nas áreas de maior fluxo ou de maior turbulência. Nos cursos d'água com pequena largura, poderá ser reduzido o número de verticais de amostragem, de modo que os intervalos sejam de, pelo menos, 0,30 m entre verticais consecutivas. Em cada vertical, quando necessário, deverá ser determinado o ângulo de arraste formado pelo cabo de sustentação e a vertical, o qual deverá ser registrado nas planilhas de medição de descarga líquida.

3.7. Curva-chave

3.7.1. Definição

A curva-chave é a relação matemática que descreve a correspondência entre o nível da água (cota) e a vazão em um trecho de rio ou corpo hídrico. Esta relação é essencial para a conversão de medições de nível em valores de vazão, viabilizando a análise hidrológica e o gerenciamento de recursos hídricos.

3.7.2. Desenvolvimento das Curvas-Chave

A determinação de curvas-chave deve ser feita ajustando pares de valores de cota (h) versus vazão (Q) a uma equação potencial, uma das formas mais utilizadas para representar a relação nível *versus* descarga. A equação potencial é dada pela seguinte equação:

$$Q = a(h - h_0)^n$$

Onde:

Q : Vazão (m^3/s);

h : Nível d'água (m) - leitura na régua;

a , n e h_0 : constantes a serem determinados;

h_0 corresponde ao valor de h para vazão $Q = 0$.

O coeficiente h_0 , em termos físicos, corresponde ao valor do nível da superfície da água (cota) para o qual a vazão é zero. Numa estação fluviométrica o menor nível observado no posto pode dar uma indicação do valor desse coeficiente.

Os valores dos parâmetros das equações potenciais podem ser estimados analiticamente, por métodos aritméticos ou por otimização, neste último caso é necessário o uso de ferramentas computacionais. Para a estimativa do valor inicial do coeficiente h_0 pode ser utilizado o Método de Johnson, conforme descrito em Rantz et al (1982) e India (1999).

Para a obtenção dos parâmetros das equações das curvas-chave pode ser empregada, como ferramenta computacional, o Solver do Excel (Microsoft). Para tanto deve ser utilizada a planilha do Resultado 450-Curva-Chave do *software* SiADH, desenvolvido pela ANA, ou gerar planilha semelhante. Nessa planilha, a vazão calculada é obtida a partir dos valores de a , h_0 e n , segundo a expressão da equação potencial.

No Resultado 450-Curva-Chave do *software* SiADH é possível determinar os parâmetros de curvas-chave com até 2 (dois) tramos obtendo-se, portanto, duas equações potenciais válidas para uma amplitude de cotas e um período específico. Contudo, quando necessário adicionar mais tramos, a planilha deve ser adaptada para esse fim. Além disso, os parâmetros da equação potencial podem ser obtidos de forma que a soma dos quadrados dos desvios seja mínima ou, alternativamente, a média dos desvios absolutos seja minimizada, de modo a aproximar, ao máximo, os valores de vazão calculados aos valores reais medidos. Dependendo do caso, outras funções objetivo podem ou devem ser utilizadas. Esse processo é iniciado definindo-se valores aleatórios para a e n e o valor inicial de h_0 estimado pelo Método de Johnson.

Em seguida, no menu de Ferramentas do Excel, deve ser escolhida a opção "Solver" para a qual devem ser definidas as condições e restrições seguintes:

- Minimizar o valor da soma dos desvios ou, alternativamente, minimizar a média dos valores absolutos dos desvios (célula de destino);
- Maximizar a continuidade entre os tramos, caso exista mais de um;
- Valores de a , n e h_0 como células variáveis;

- Impor limite superior para o valor de h_0 menor que o nível mínimo observado;
- Impor limite inferior para o valor de n maior que 1,2;

Com base nas condições acima relacionadas, o Solver ajusta os valores das constantes a , n e h_0 ; Os seguintes critérios devem ser utilizados, no mínimo, para avaliar o ajuste da curva-chave às medições, são eles:

- Análise visual das curvas-chave traçadas, tanto em escala normal quanto em escala bilogaritmica, verificando suas compatibilidades entre si.
- Distribuição uniforme dos desvios nos gráficos de desvio versus cota, o que indicaria igual distribuição de pontos nos dois lados da curva.
- Distribuição uniforme dos desvios nos gráficos de desvio versus tempo, o que indicaria que a curva-chave representa bem a relação cota-descarga para todo o período de sua validade.
- Desvio absoluto médio percentual.
- Quantidade de medições acima e abaixo de cada curva, tanto em valores absolutos como em percentuais.

O Resultado 450-Curva-Chave do SiADH fornece os gráficos para a avaliação explicitada acima, assim como outros dados e informações que podem auxiliar a avaliação das curvas-chave da estação.

Os desvios das medições de vazão em relação à curva-chave válida para o período da medição devem ser calculados. O conceito de desvio a ser adotado deve ser a diferença percentual entre os valores de vazão calculados e medidos. Valores de diferenças até 5% são considerados bons e até 10% são considerados satisfatórios, dependendo da precisão da medição de vazão. Desvios superiores a esses limites devem ser investigados.

A extrapolação de curvas-chave, seja para o tramo superior ou para o inferior, visa determinar a relação Cota x Vazão para todo o intervalo de variação do nível de água observado no posto uma vez que, em geral, seja por causa dos custos associados ou por dificuldades operacionais (principalmente no caso de águas altas), não há medições suficientes para cobrir toda a amplitude de cotas observadas nos registros históricos da estação.

Nas extrapolações de curvas-chave devem ser utilizados, no mínimo, três métodos distintos para determinar o tramo superior extrapolado. Citam-se alguns dos métodos possíveis de serem utilizados para extrapolação do tramo superior da curva-chave os métodos Logarítmico, Área x Velocidade, Stevens (Chézy), Stevens (Manning), Manning, Declividade-Conveyance, dentre outros.

No que se refere ao tramo inferior da curvas-chave, deve ser utilizada extrapolação logarítmica utilizando a equação potencial. Jaccon e Cudo (1989) alertam que esse método pode ser utilizado apenas para rios perenes e se existir um controle de jusante estável.

3.7.3. Diretrizes Gerais

Deverá estabelecer curvas-chave específicas para cada estação de monitoramento classificada como "Convencional e Telemétrica", conforme definido no tópico 2.4 Frentes de Trabalho. As curvas deverão ser desenvolvidas de forma a refletir a relação hidrológica específica de cada estação, assegurando a confiabilidade dos dados gerados.

Os métodos empregados para a calibração inicial das curvas-chave deverão ser estatísticos reconhecidos e amplamente validados na literatura técnica, garantindo a representatividade dos dados e a consistência dos resultados. Esses métodos deverão considerar os dados obtidos em campo, ajustando as curvas conforme as condições hidráulicas e morfológicas de cada local monitorado.

É imprescindível que se realize processos de calibração rigorosos, ajustando as curvas com base em medições de vazão coletadas em campo. Após a calibração, as curvas deverão ser validadas por meio de comparações com os dados reais coletados, de modo a assegurar a precisão e a confiabilidade dos resultados apresentados.

As curvas-chave deverão ser revisadas e atualizadas periodicamente, incorporando novos dados coletados em campo para refletir possíveis mudanças no regime hidrológico. O intervalo máximo para revisão e atualização será de 12 meses, salvo em situações em que mudanças significativas no regime hidrológico demandem ajustes adicionais antes desse período.

Deverá ser elaborada uma documentação técnica detalhada de todas as etapas relacionadas às curvas-chave, incluindo desenvolvimento, calibração, validação e atualização. Essa documentação deverá conter informações sobre os métodos empregados, os dados utilizados, os ajustes realizados e as justificativas técnicas para cada decisão tomada durante o processo. A documentação também deverá incluir gráficos, tabelas e análises que evidenciem a adequação das curvas-chave aos dados reais medidos em campo.

Caso sejam utilizados outros métodos ou ferramentas, será necessário demonstrar que os resultados apresentados possuem o mesmo nível de precisão e detalhamento.

Todos os processos relacionados ao desenvolvimento, calibração, validação e atualização das curvas-chave deverão estar em conformidade com as normas técnicas vigentes e as melhores práticas hidrológicas, assegurando a confiabilidade dos dados para uso na gestão eficiente dos recursos hídricos.

3.8. Consistência de Dados

3.8.1. Definição

Consistência de dados é o processo de verificação e validação da integridade, precisão e confiabilidade das informações coletadas, garantindo que estejam de acordo com padrões estabelecidos, características físicas do local de medição e exigências técnicas específicas. Este conceito engloba a identificação, correção e eliminação de inconsistências nas séries de dados hidrológicos, permitindo sua utilização segura para análises e decisões relacionadas ao monitoramento hidrológico.

3.8.2. Métodos de Detecção e Correção de Erros

Os dados telemétricos devem ser submetidos a testes/análises para detecção de inconsistências, sejam baseados na estatística do histórico dos dados, ou no conhecimento das características físicas do local onde se realiza as medidas. A seguir são apresentados os testes que devem ser minimamente realizados para detecção de inconsistências nas séries de cota, chuva e vazão.

3.8.2.1. Verificação de valores impossíveis

Um intervalo físico de variação pode ser entendido como valores máximos e/ou mínimos de uma variável possível de ocorrer em determinado local ou de ser medido por determinado sensor. Isto pode estar associado a restrições hidráulicas do local ou a características técnicas de construção ou instalação dos sensores. Como exemplos, podemos citar:

- Um dado negativo proveniente de um sensor de chuva está incorreto;
- Valores de cota limimétrica inferiores a cota do talvegue do rio ou superiores a cota máxima (maximorum) de um reservatório;
- Valores fora dos limites de medição do sensor.

Este tipo de teste normalmente é o primeiro a ser aplicado em um algoritmo de controle de qualidade de dados. Assim, uma vez que o dado tenha sido classificado como estando fora dos limites físicos ou aceitáveis para determinada medição, o mesmo poderá ser excluído dos testes posteriores.

Na figura abaixo mostra-se um exemplo de nível de cota que não poderia ser excedida devido a característica dos rios, e poderia ser configurada como restrições de entrada.

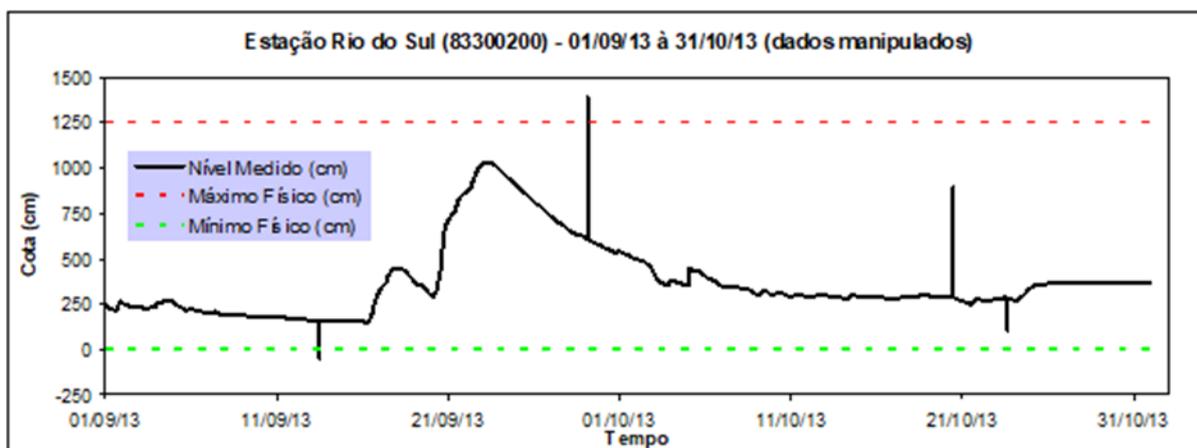


Figura 22: Exemplo da aplicação do teste da detecção valores de cota fora do intervalo físico.

3.8.2.2. Detecção de variações sazonais locais

Consiste em checar se as observações se encontram dentro de intervalo realista para o local de medição. Os limites do intervalo devem ser definidos e ajustados gradualmente utilizando informações disponíveis e a experiência adquirida com os dados. A característica do local pode ser avaliada de acordo com as restrições geométricas ou controles hidráulicos, por exemplo. Outro método para determinar a variação local é a utilização de ferramentas estatísticas. Por exemplo, o

intervalo pode ser definido como sendo o mínimo e máximo histórico ou o intervalo de confiança de 95% ou 99% dos valores observados.

A Figura abaixo apresenta um exemplo da aplicação do teste da detecção de variações sazonais para uma série de dados de cota. Este tipo de teste é eficiente em remover dados espúrios, ou seqüências de dados errôneos, que estão fora da faixa de valores estatisticamente aceitáveis para o local monitorado (estação) em determinado período do ano. Entretanto, o teste é falho em identificar dados espúrios cujos valores se encontram dentro da faixa estatisticamente aceitável. Para remover este tipo de erro nos dados outros tipos de testes devem ser utilizados.

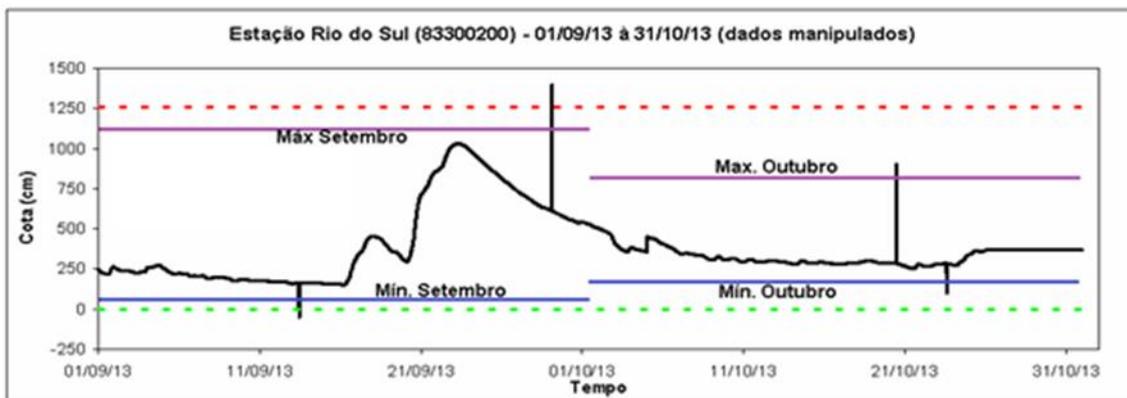


Figura 23: Exemplo da aplicação do teste da detecção de variações sazonais (Range).

3.8.2.3. Teste de gradiente (Step)

O teste do gradiente (ou derivada) da série detecta aumento ou diminuição súbita ou irregular na série de dados de cota ou vazão. Basicamente, verifica-se se a diferença entre o valor atual e o valor anterior é menor que a variação horária máxima pré-estabelecida para o local monitorado (estação). Esta referência pode ser obtida a partir das características dos dados históricos da estação ou mesmo utilizado outro critério hidrológico. Os valores utilizados como limites podem ser tanto absolutos quanto relativos. A utilização de valores relativos pode ser interessante para diferenciar os limites de subida e descida de um nível de cota. Do ponto de vista da hidrologia, normalmente a taxa de aumento é maior que a taxa de descida da série de nível d'água. A Figura abaixo apresenta um exemplo da aplicação do teste do gradiente para uma série de dados de cota.

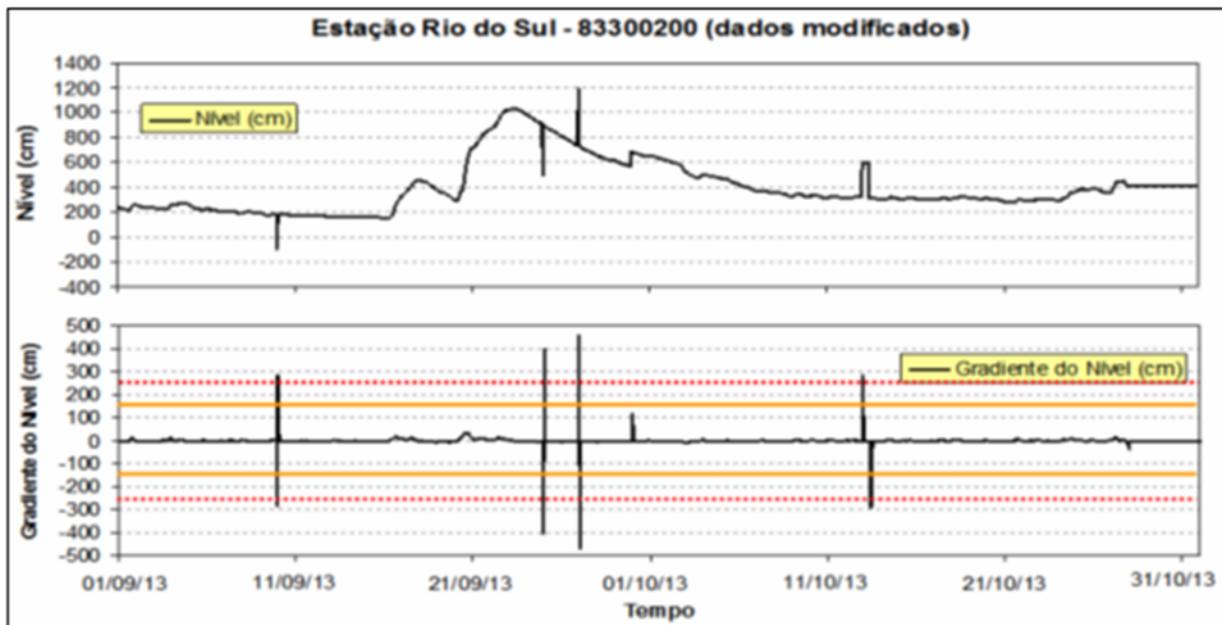


Figura 24: Exemplo da aplicação do teste do gradiente da série (step).

3.8.2.4. Estacionariedade da amostra (Persist)

Este teste é baseado na comparação entre o desvio padrão de uma amostra de n valores da série de dados hidrológicos e um desvio padrão de referência. Valores de desvio padrão da amostra inferiores ao valor de referência sinaliza a estacionariedade ou persistência de um determinado valor na amostra. Esta estacionariedade poderá ser decorrente tanto de uma sequência de dados com valores quase constantes (por exemplo devido a regularização da série de vazão por uma barragem), quanto a problemas com o sensor de nível (travamento) que passa a registrar valores constantes ao longo do tempo (ANA, 2014). Nas estações da ANA também tem ocorrido a presença de valores constantes na série de cota devido ao transdutor de pressão ficar fora d'água durante períodos de seca. A Figura abaixo apresenta um exemplo da aplicação do teste da estacionariedade da amostra.

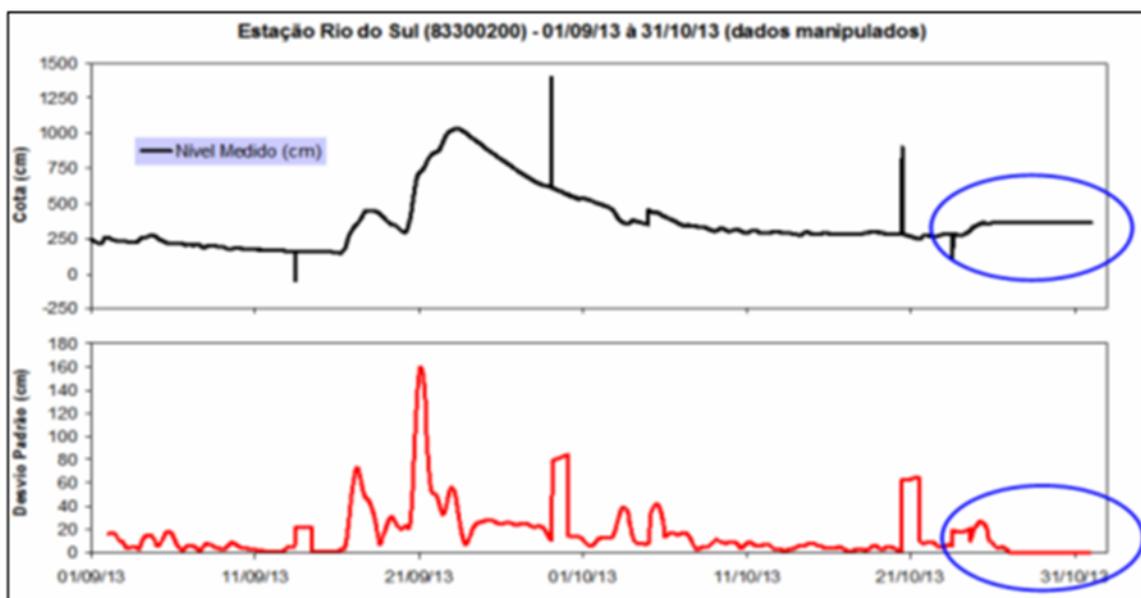


Figura 25: Exemplo da aplicação do teste da estacionariedade da amostra (Persist).

3.8.2.5. Detecção de lacunas de dados

A detecção de falhas ou lacunas nos dados serve principalmente para excluir o intervalo com falhas, de uma determinada estação, para que a série de dados possa ser usada para na comparação com outras estações. Além disso, uma estatística de falhas pode ser usada para gerar um indicador de disponibilidade de dados da estação e mostrar, no caso de estações telemétricas, que a estação pode estar parada ou com falhas de transmissão. Estações que são bem mantidas raramente tem falhas nas series temporais. A aplicação deste tipo de teste é bastante simples. O mais comum é utilizar um indicador de disponibilidade dos dados, calculado com base na razão entre a quantidade de dados disponíveis pela quantidade de dados esperados, em um dado intervalo de tempo.

3.8.2.6. Consistência espacial

A correlação entre medições obtidas a partir de sensores instalados em locais com correlação espaciais significativa pode ser utilizada como um parâmetro para avaliação da consistência de medição.

Esta classe de métodos, também, pode ser vista como um caso especial de redundância método analítico. Por exemplo, uma técnica de verificação de consistência espacial baseia-se na ideia de que uma observação em uma determinada estação é consistente com as observações de estações a montante ou a jusante. Normalmente está correlação acontece com algum tempo de atraso (Lag Correlation).

3.8.3. Ferramentas e Análises Complementares

Em relação aos dados fluviométricos convencionais a Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH) da ANA desenvolveu e tem utilizado, desde 2011, o Sistema para Análise de Dados Hidrológicos (SiADH), ferramenta computacional que tem por objetivo facilitar e estruturar a análise de dados de cotas e vazões que permitem ao usuário identificar inconsistências e possíveis incoerências nos dados hidrológicos armazenados em banco de dados no formato Hidro 1.2, porém já tem disponíveis no software análises para dados telemétricos também.

Para a análise dos dados telemétricos, poderá optar por utilizar os resultados de análises do SiADH ou, alternativamente, gerar planilhas e figuras com resultados equivalentes que atendam aos mesmos padrões de qualidade e detalhamento exigidos. Ressalta-se que a utilização do SiADH não dispensa a realização dos testes mencionados no item "Métodos de Detecção e Correção de Erros".

Quanto às análises disponíveis no SiADH, para as estações cujo propósito seja exclusivamente a instalação e/ou manutenção da estação telemétrica, sem a necessidade da medição de vazão para geração da curva-chave, ficam dispensadas as análises relacionadas aos resultados das medições de vazão.

Para realização de análise preliminar diária de dados telemétricos, os resultados do SiADH que devem ser consultados são:

- 090-Cotas Versus Tempo com Medições - Telemetria.

- 200-Vazões Médias Diárias Versus Tempo com Medições - Telemetria.
- 206-Diagrama de Dados de Cotas - Telemetria.
- 224-Diagrama de Dados de Vazões - Telemetria.
- 252-Pares Cota Vazão e Curva-Chave - Telemetria.
- 257-Vazões Médias Diárias Brutas e Percentis Versus Tempo - Telemetria.
- 299-Vazões e Cotas Médias Diárias Versus Tempo com Medições - Telemetria.
- 390-Vazões Versus Tempo com Medições - Telemetria.

Para realização de análise preliminar anual de dados telemétricos, os resultados do SiADH que devem ser consultados são (além dos especificados anteriormente para análise preliminar diária):

- 202-Cotas Médias Diárias Brutas Versus Tempo - Telemetria.
- 208-Vazões Específicas Médias Diárias Versus Tempo - Telemetria.
- 214-Planilha Excel para Análise de Dados de Cotas - Telemetria.
- 218-Vazões Médias Mensais (Incremental Negativo - Incrementais Mensais) - Telemetria.
- 219-Teste de Continuidade de Vazões Médias Mensais - Telemetria.
- 220-Curvas de Permanência de Vazões Médias Diárias - Telemetria.
- 221-Curvas de Permanência de Vazões Médias Mensais - Telemetria.
- 222-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Diárias - Telemetria.
- 223-Curvas de Permanência de Vazões Específicas Médias Mensais - Telemetria.

3.8.4. Diretrizes Gerais

As diretrizes estabelecidas para a análise e consistência de dados visam garantir a qualidade e a confiabilidade das informações fluviométricas, além de padronizar os procedimentos a serem adotados. Estas diretrizes incluem orientações metodológicas, requisitos de registro e apresentação de resultados, conforme descrito abaixo:

3.8.4.1. Proposta de Metodologia Alternativa

Poderão ser propostas metodologias alternativas para a execução da análise e consistência de dados, desde que apresentadas por escrito ao IGAM.

A metodologia alternativa, caso necessário, deverá ser defendida em reunião técnica organizada pela IGAM.

A aceitação da proposta estará sujeita à análise do IGAM, que poderá aprová-la ou rejeitá-la, com base na adequação técnica e nos objetivos contratuais.

3.8.4.2. Registro e Correção de Dados

A correção ou o ajuste dos dados deve seguir uma abordagem conservadora, baseada em critérios rigorosos e devidamente respaldados por evidências técnicas.

Alterações nos dados não serão permitidas quando fundamentadas em interpretações subjetivas ou extrapolações desprovidas de base técnica consistente.

Toda modificação ou ajuste realizado nos dados deve ser:

- Documentada de forma detalhada, incluindo as razões técnicas para a alteração;
- Registrada de maneira que permita a rastreabilidade, possibilitando que outros profissionais entendam o que foi feito e por que, sem a necessidade de consulta direta aos técnicos responsáveis.

3.8.4.3. Apresentação de Relatórios e Resultados

Após a realização da análise e consistência dos dados, deverão ser elaborados e entregues relatórios estruturados, contendo:

- Dados brutos e tratados: Apresentar as séries originais coletadas e os dados resultantes do processo de consistência.
- Gráficos de consistência: Incluir representações visuais, como diagramas e curvas, que auxiliem na interpretação dos dados e na identificação de inconsistências.
- Relatórios explicativos: Descrever eventuais inconsistências encontradas, as ações corretivas realizadas e os critérios técnicos utilizados.
- Indicadores de Qualidade dos Dados: Os relatórios de consistência devem incluir indicadores quantitativos que demonstrem a qualidade dos dados analisados, como:
 - ❖ Percentual de dados consistidos;
 - ❖ Taxa de inconsistências identificadas e corrigidas;
 - ❖ Taxa de falhas na transmissão de dados telemétricos.

Esses relatórios serão utilizados pelo IGAM como referência para avaliar a qualidade do monitoramento e subsidiar decisões relacionadas à gestão hídrica.

3.8.4.4. Frequência de Entrega de Informações

Mensalmente, os dados que apresentarem erros evidentes ou discrepâncias significativas identificadas no período deverão ser corrigidos e apresentados juntamente com o relatório mensal de entrega de dados. Esse relatório deverá conter um resumo das inconsistências detectadas, as ações corretivas adotadas e as respectivas justificativas técnicas para cada correção aplicada.

Semestralmente, deverá ser entregue um relatório consolidado e abrangente, contendo uma análise detalhada da consistência dos dados coletados no período. Esse relatório deverá identificar padrões recorrentes de inconsistências, propor medidas preventivas e apresentar os resultados de

uma consistência mais aprofundada, com a aplicação de todos os métodos descritos neste documento. Os dados consistidos deverão vir acompanhados de justificativas claras e da metodologia utilizada para cada correção, de forma a garantir a rastreabilidade e permitir a validação técnica por parte do IGAM.

3.8.4.5. Referências e Documentos de Apoio

As metodologias adotadas devem seguir as diretrizes estabelecidas no documento “Metodologias para Análise de Dados Fluviométricos de Estações Telemétricas” (2016), da Agência Nacional de Águas (ANA).

ANEXO V - TERMO DE REFERÊNCIA - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE METEOROLOGIA

1- REQUISITOS DO SISTEMA

- 1.1. Deve ser disponível em nuvem permitindo acesso tanto por desktop como smartphones.
- 1.2. Deve poder ser utilizada imediatamente após início do contrato enquanto são realizadas as customizações solicitadas pelo Igam.
- 1.3. A forma de apresentação e layout da plataforma deve apresentar layout responsivo, permitindo a visualização completa e facilitada de todas as funcionalidades em smartphones.
- 1.4. Deve assimilar dados e informações meteorológicas observacionais e de modelagem, obtidos em diversas fontes e ferramentas, de maneira automática e nas diversas escalas temporais em que esses dados e informações estejam disponíveis para coleta. A assimilação de dados utiliza dados públicos e disponibilizados sobre livre acesso pela internet. O acesso às fontes de dados não públicos deverá ser provido pelo Igam;
- 1.5. A partir da assimilação dos dados e informações, o sistema deve ser capaz de produzir e permitir exportação de mapas, gráficos e planilhas;
- 1.6. Deve permitir atualizações como, por exemplo, no caso do surgimento de alguma nova fonte de informação;
- 1.7. Deve criar bancos de dados para facilitar estatísticas e pesquisas;
- 1.8. Deve possuir uma base cadastrável de e-mails para recebimento dos produtos meteorológicos, permitindo cadastro de novos e-mails e edição dos já existentes.
- 1.9. Deve possuir sistema de autenticação de usuários, além de registrar e manter o log dos acessos;
- 1.10. Deve possuir um módulo específico para configuração de acessos de diferentes perfis (Administrador, Meteorologista, Gestor);
 - 1.10.1. No nível administrador deve ser permitido cadastrar novos usuários do sistema e mudar o nível de acesso dos usuários;
 - 1.10.2. No nível meteorologista deve ser permitido o acesso a todo o sistema, ambientes e informações, permitindo que cada técnico possa personalizar seu acesso, deixando sua área configurada com a disposição das camadas da forma que mais lhe facilitar executar as atividades em cada um dos três ambientes (previsão, Nowcasting e Climatologia);
 - 1.10.3. No nível gestor deve ser permitido acesso às estatísticas, visualização das informações e documentos gerados (número de alertas em um período específico, municípios alertados etc);

1.11. Deve possuir uma base cadastrável de e-mails para recebimento dos boletins informativos diários, permitindo cadastro de novos e-mails e edição dos já existentes;

1.12. Deve possuir 3 ambientes: Previsão, Nowcasting e Climatologia;

1.12.1. Ambiente Previsão

1.12.1.1. Permitir a elaboração de mapas georreferenciados, com camadas espaciais passíveis de alteração (tamanho e formato de área), de acordo com a intenção do meteorologista previsor. Seguir os moldes de cores RGB já utilizados pelo SIMGE. A saber: mapas de tempo, mapas de tempo severo com 4 níveis de severidade + camada de tempestade ordinária, mapas de chuva para 24 horas e tendência de chuva; ainda, conter o conjunto Base Maps do pacote ESRI

1.12.1.2. Deve permitir a exportação dos mapas nas extensões .png, .shp, .kml e outros. Quando em formato .png, estar acompanhado de título, legenda, fonte (simge/igam), bem como da validade da previsão;

1.12.1.3. Deve permitir a listagem das microrregiões que serão atingidas. Como exemplo, dentro da previsão de tempo severo, fazer distinção de acordo com o nível de severidade que cada microrregião estará inserida;

1.12.1.4. Deve contar com espaços para a inserção dos textos dos avisos que, em conjunto com os mapas, irão compor a previsão do dia. Exportar em .pdf e .doc. Em seguida, ser disponibilizada diretamente no site do SIMGE a um comando do meteorologista previsor;

1.12.1.5. Deve realizar a partir das rodadas disponíveis de modelos meteorológicos a criação de campos personalizados.

1.12.2. Ambiente Nowcasting

1.12.2.1. Deve disponibilizar camada de Radares: CEMADEN e/ou REDEMETS (Almenara/MG, Gama/DF, Jaraguari/MS, Mateus Leme/MG, Pico do Couto/RJ, São Francisco/MG, São Roque/SP, Santa Tereza/ES, Três Marias/MG);

1.12.2.2. Deve disponibilizar camada de Satélite (Família de satélites GOES);

1.12.2.3. Deve disponibilizar dados de estações automáticas, dados Synop e Metar (Aeroportos, Automáticas e convencionais do INMET, DAVIS, Wunderground);

1.12.2.4. Deve disponibilizar camada de Pluviômetros (CEMADEN);

1.12.2.5. Deve disponibilizar camada de pluviômetros disponíveis no banco de dados da ANA;

- 1.12.2.6. Deve disponibilizar camada de Descargas Atmosféricas (IN, NS) com capacidade para plotar histórico (RINDAT, BrasilDAT, GLM) ou CEMIG;
- 1.12.2.7. Deve permitir traçar polígonos para a emissão de alertas aos municípios dentro de área selecionada;
- 1.12.2.8. O polígono deverá ser, também, exportado em extensão .kml;
- 1.12.2.9. Alertas emitidos para regiões limítrofes com outros estados deverão ter seus polígonos estritamente contidos dentro do território mineiro. Essa medida visa evitar má comunicação com o sistema de envio de alertas da Defesa Civil Estadual, que utiliza os limites geográficos definidos pelo Google Maps como referência.
- 1.12.2.10. Deve disponibilizar uma caixa texto já com uma frase padrão, passível de alteração, com tempo de duração do alerta e com as cidades selecionadas;
- 1.12.2.11. Deve permitir, no ambiente de nowcasting, manter esses municípios com algum destaque pelo tempo escolhido de vigência do alerta, a fim de proporcionar melhor diferenciação entre qual está em alerta e qual não está. Ao fim do período pré-selecionado, tais municípios deverão sair do destaque. E que, essa camada em destaque, apareça para todos os usuários que estão no ambiente de nowcasting, independente de quem emitiu os alertas;
- 1.12.2.12. Alertas emitidos também deverão possuir um banco de dados próprio, com condições para a geração de mapas e estatísticas.
- 1.12.3. Ambiente Climatologia
- 1.12.3.1. Deve permitir que o sistema acesse dados de estações meteorológicas e pluviômetros utilizados no ambiente Nowcasting e Previsão e das rodadas modelos meteorológicos de tempo e de clima (disponibilizadas pelos centros meteorológicos nacionais e internacionais) de maneira automática e nas diversas escalas temporais em que esses dados e informações estejam disponíveis para coleta. A assimilação de dados utiliza dados públicos e disponibilizados sobre livre acesso pela internet;
- 1.12.3.2. Devem estar inclusas as estações dos estados que tem divisa com Minas Gerais;
- 1.12.3.3. Deve permitir selecionar as estações que serão utilizadas para geração de informações;
- 1.12.3.4. Deve permitir a entrada manual de dados através de planilhas;
- 1.12.3.5. Deve permitir exportação de planilhas e mapas, realizar estatísticas sobre os dados, cálculos etc. A elaboração de mapas deve ser georreferenciados, com camadas espaciais passíveis de alteração (tamanho e formato de área), de acordo com a intenção do meteorologista;

1.12.3.6. Deve possuir uma base cadastrável de e-mails para recebimento dos produtos meteorológicos, permitindo cadastro de novos e-mails e edição dos já existentes. O texto do corpo do e-mail deve ser padrão que será entregue pelo Igam no início do contrato.

1.12.3.7. Deve permitir o envio de alertas via e-mail, web, WhatsApp e/ou Telegram de forma automatizada a partir da plataforma.

2 - REQUISITOS TÉCNICOS DE INFRAESTRUTURA DA SOLUÇÃO

2.1. A plataforma deve ter uptime maior que 98% do tempo durante a prestação do serviço, caso o servidor utilizado esteja sob controle do prestador de serviço. Caso a solução seja hospedada em servidor próprio da CONTRATANTE esta cláusula não é factível de ser atendida;

2.2. As partes que compõem o sistema deverão ser integradas entre si de forma automatizada e autônoma. O sistema deverá funcionar diariamente de forma semiautônoma;

2.3. O ambiente cloud que armazena os dados disponibilizados na plataforma web deverá possuir os seguintes certificados e evidências no quesito quanto a segurança: SSAE 16, Tier III ou Tier IV;

2.4. O ambiente cloud que armazena os dados disponibilizados na plataforma web deverá possuir políticas de escalabilidade e backup;

2.5. A plataforma deverá ser em formato web, não devendo haver necessidade de instalação nem utilização de plug-ins nos navegadores para a execução da camada cliente da aplicação;

2.6. Todos os módulos da solução deverão ser acessados a partir de um único procedimento de login, sem necessidade de novas autenticações no acesso aos diversos módulos;

2.7. Deverá restringir o acesso a funcionalidades e dados de acordo com as permissões do perfil de usuário configurado na solução;

2.8. Toda a interface de usuário da solução deverá estar no idioma português do Brasil (pt-BR);

2.9. Deverá garantir, em caso da instalação de novas versões ou atualizações da solução, compatibilidade com mecanismos antecessores de integração para que sistemas externos já integrados ao produto não tenham que ser alterados;

2.10. Todos os módulos da solução deverão ser integrados de forma nativa, sem necessidade de programação. Deverão ainda funcionar sobre uma mesma plataforma, e possuir a mesma identidade visual;

- 2.11. A solução deverá tratar a ocorrência de erros de forma padronizada, identificando-os, isolando-os e comunicando-os por meio de códigos padronizados e documentados;
- 2.12. Para garantia de segurança, deverá possuir uma única chave por usuário para acesso à aplicação;
- 2.13. Deverá possuir um único conjunto de rotinas de segurança e ser possível gerenciar chaves de acesso e senhas e gerenciar perfis de acesso;
- 2.14. Deverá ser capaz de bloquear a chave de acesso por quantidade parametrizável de tentativas de acesso indevido;
- 2.15. Deverá prover ambientes segregados de homologação e produção para que testes sejam realizados, bem como desenvolvimento e novas funcionalidades sejam testadas sem prejudicar a operação da plataforma;
- 2.16. Deverá garantir que os processos de carga de dados sejam consistentes e gerenciáveis, possibilitando o monitoramento de falhas para correção ou pré-execução total do processo sem prejudicar a operacionalidade;
- 2.17. Sobre a homologação de versões na plataforma web a prestadora de serviço deverá evidenciar que a versão foi homologada por meio de testes e registros técnicos para validação de todas as funcionalidades e garantir que o ambiente esteja livre de bugs.

3 - SUPORTE

- 3.1. A CONTRATADA deverá prover suporte básico continuado para resolução de problemas.
- 3.2 A CONTRATADA deverá manter um sistema de alta disponibilidade nos serviços operacionais. O acionamento do suporte relacionado a falhas nestes serviços que decorram de responsabilidade da CONTRATADA, independente do horário, não implicará em custos de consultoria.
- 3.3 Todos os custos referentes às manutenções corretivas e evolutivas dos módulos descritos no presente TR devem ser contemplados no valor mensal da Plataforma.
- 3.4. A CONTRATANTE irá notificar a CONTRATADA quando detectar alguma inconsistência que resulte na perda total ou parcial das funcionalidades do SaaS. Para isso, as inconsistências detectadas serão classificadas em 3 (três) níveis de severidade:
 - 3.4.1. Nível 1: Principal funcionalidade indisponível. O problema resulta em interrupção extremamente séria no fluxo do processo. Sistema travado/indisponível. Erro que impede a utilização do Sistema.

3.4.2. Nível 2: Funções principais seriamente degradadas. O problema resulta em interrupções sérias nas operações normais do sistema, impactarão negativamente nas instalações de toda a organização, deadlines urgentes ou em risco. Sistema Lento; Desconfiguração de telas; Inconsistência na exibição dos dados; Erros que dificultam, mas não impedem a utilização do sistema.

3.4.3. Nível 3: Solicitação de Suporte padrão, sem questões urgentes. O problema causa interrupções isoladas ou aleatórias nas operações normais. Qualquer erro que não impeça a utilização do software. Necessidade de alteração na configuração do SaaS.

3.5. Para atendimento das notificações da CONTRATANTE, a CONTRATADA deverá respeitar os seguintes prazos de atendimento:

Tabela 1: Prazos para resposta e resolução dos problemas.

NÍVEL DE SEVERIDADE	PRAZO PARA RESPOSTA INICIAL DA CONTRATADA	PRAZO PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA
1	2 horas úteis	4 horas úteis
2	4 horas úteis	6 horas úteis
3	16 horas úteis	5 dias úteis

3.6. Caso a CONTRATADA não corrija os problemas de nível 1 e 2 dentro dos prazos estabelecidos, o sistema será considerado como indisponível, cujo tempo total de indisponibilidade deverá ser computado no uptime do SaaS, sob pena do pagamento não integral do contrato considerando o uptime mínimo estabelecido neste TR.

3.7. A CONTRATADA poderá submeter à CONTRATANTE proposta de reclassificação do nível de severidade ou de prazo para resolução do problema, mediante justificativa técnica, ficando a proposta sujeita à análise e aprovação da CONTRATANTE.

3.8. Considerando a natureza do serviço prestado, os prazos de resposta e resolução de problemas definidos no quadro acima são contínuos e não estão restritos ao horário comercial. A CONTRATADA deverá garantir a disponibilidade de recursos e pessoal para responder e resolver os problemas identificados a qualquer hora, incluindo fins de semana e feriados, de forma a cumprir os prazos estabelecidos, assegurando a continuidade e a qualidade dos serviços prestados.

3.9. A CONTRATADA deverá apresentar, no relatório mensal, todas as informações contendo as aberturas de chamado do mês anterior, com no mínimo as seguintes informações:

- I - Extrato de disponibilidade do SaaS;
- II - Registro da abertura dos chamados;
- III - Identificação de quem realizou a abertura do chamado;
- IV - Descrição dos problemas apresentados;
- V - Classificação dos chamados quanto ao nível de severidade;
- VI- Proposta de reclassificação do nível de severidade, quando houver;
- VII- Avaliação da proposta de reclassificação por parte da CONTRATANTE;
- VIII- Prazos de aceite e resposta para cada chamado;
- IX- Prazo em que a CONTRATANTE efetivamente resolveu o problema.

3.10. A CONTRATADA deverá disponibilizar um contato telefônico de forma que a comunicação para resolução de problemas com a CONTRATANTE possa ser agilizada.

4- PLANO DE TRABALHO

4.1. Esta etapa corresponde ao início das atividades e compreenderá a mobilização/alocação de recursos humanos, materiais e tecnológicos, a reunião de partida entre a CONTRATADA e a equipe de técnicos do IGAM e a elaboração do Plano de Trabalho;

4.2. A mobilização refere-se à definição da equipe de planejamento da CONTRATADA, ou seja, os responsáveis pela execução dos serviços, bem como a alocação de recursos materiais e tecnológicos;

4.3. A Reunião de Partida com a equipe de técnicos do IGAM deverá ter lugar nesta fase inicial. Destinar-se-á a apresentar a equipe técnica, e subsidiará a elaboração do Plano de Trabalho pela CONTRATADA;

4.4. Mapear os principais processos da CONTRATANTE para a operacionalização dos serviços visando à operação, previsão e monitoramento meteorológico e climático. Nesta etapa deverão ser alinhados os mecanismos de integração de sistemas e plataformas, definição de responsabilidades, regras de negócio e atividades operacionais, fluxo de informações e atividades operacionais;

4.4.1. As reuniões para mapeamento de processos poderão ser presenciais, em local destinado pela CONTRATANTE, ou de forma remota;

- 4.4.2. O fluxo e as informações levantadas serão apresentados e validado pelo responsável pelo processo;
- 4.4.3. Uma vez definido parte-se para a automatização do fluxo de processos;
- 4.4.4. Será novamente apresentado o fluxo, agora automatizado, para validação e aceite.
- 4.4.5. Haverá um acompanhamento técnico nas áreas para entrada em produção do novo fluxo automatizado;
- 4.4.6. A CONTRATADA deverá apresentar ao final desta etapa os procedimentos operacionais de cada atividade;
- 4.4.7. Este relatório deverá ser atualizado sempre que houver alguma melhoria ou alteração nas atividades operacionais.
- 4.5. Ao fim desta fase deverá resultar um Plano de Trabalho consolidado e detalhado, com o respectivo cronograma físico geral e um conjunto de regras operacionais para o acompanhamento dos trabalhos;
- 4.6. Em até 45 dias após a assinatura do contrato, a CONTRATADA deverá apresentar plano de trabalho que será submetido à aprovação do IGAM, detalhando as ações necessárias para atingir os objetivos do projeto e baseados no Cronograma Físico/Financeiro da implementação do projeto. O processo deverá ser detalhado em fases e apresentar o detalhamento de cada uma. O plano de trabalho deverá conter, pelo menos:
- 4.6.1. Detalhamento das atividades a serem realizadas, produtos a serem entregues e os prazos;
- 4.6.2. Plano de execução para atender as necessidades descritas em edital;
- 4.6.3. Metodologia, ferramentas e procedimentos de trabalho a serem empregados;
- 4.6.4. Participantes envolvidos e responsabilidades;
- 4.6.5. Recursos necessários;
- 4.6.6. Procedimento de verificação e validação a serem adotados;
- 4.6.7. Plano de governança para acompanhamento do projeto.

5. TREINAMENTOS

5.1. A CONTRATADA deverá prover treinamento na operação, instalação e administração da solução, de forma que, ao final do curso, os treinandos estejam aptos a utilizar todas as funcionalidades dos sistemas;

5.2. A CONTRATADA deverá fornecer material didático, necessário à realização do treinamento, impresso e em mídia eletrônica, devendo incluir:

5.3. Disponibilização de Manual de Utilização da Plataforma;

5.4. A CONTRATADA deverá realizar 1 (um) treinamento inicial e, se necessário, realizar novo treinamento no caso de novas atualizações;

5.5. Os treinamentos poderão ser presenciais, nas dependências da CONTRATANTE, ou de forma remota. A modalidade será definida pela CONTRATANTE, que disponibilizará toda infraestrutura para execução do treinamento, caso ocorra no formato presencial.

6 - IMPLANTAÇÃO DO SERVIÇO

6.1. A CONTRATADA deverá operacionalizar as saídas dos produtos devidamente configurados, customizados e parametrizados visando atender as necessidades da CONTRATANTE, conforme descrito no Termo de Referência para a perfeita execução dos serviços;

6.2. Para cada atividade implementada deverão ser realizadas análises e testes de validações;

6.3. A CONTRATADA deverá enviar relatório mensal para acompanhamento do cronograma, com um comparativo entre as atividades planejadas para o período e as atividades executadas no período. As atividades que não tenham sido executadas conforme o planejamento, devem ser acompanhadas de justificativa, que deverão ser analisadas pela CONTRATANTE. Um novo prazo deve ser acordado em conjunto com a CONTRATANTE;

6.4. A CONTRATADA deverá apresentar um Plano de Trabalho atualizado contendo, quando necessário, os ajustes relativos ao cronograma, à alocação de recursos, à prioridade de execução de tarefas e à mudança de requisitos. Estes ajustes devem ser justificados pelo gerente do projeto e devem ser aprovados pelos responsáveis pelo projeto por parte do Igam antes de serem executados;

6.5. A CONTRATADA deverá elaborar uma sugestão de roteiros de teste de homologação e aceitação de cada produto;

6.6. Caberá a CONTRATADA implementar e operacionalizar todos os pontos e seus respectivos estudos em seus sistemas específicos garantindo a CONTRATANTE a manutenção e disponibilidade de todas as informações já descritas no presente Termo de Referência;

6.7 Em até 90 dias após a assinatura do contrato, a CONTRATADA já deverá ter implementado as customizações da plataforma bem como o treinamento dos usuários.

7- RELATÓRIOS

7.1. A CONTRATADA deverá entregar os seguintes relatórios ao longo do período do CONTRATO, em formato e conteúdo acordados com a equipe da CONTRATANTE:

7.1.1..Plano de Trabalho Consolidado: deverá realizar Mapeamento de processos, descrevendo todos os produtos entregues nesta atividade, apresentar a descrição de todos os serviços e produtos a serem entregues, as metodologias utilizadas, um cronograma de atividades e apresentação da equipe e respectivas responsabilidades;

7.1.3..Relatórios Mensais: deverão descrever as atividades desenvolvidas a cada mês e o estágio do andamento dos serviços, contendo a nominata da equipe alocada, horas trabalhadas e intercorrências de significado para a operação, especificando as atividades de operação e atualizações realizadas no sentido do cumprimento dos objetivos deste Termo de Referência, índices de acertos das previsões e desempenho dos modelos numéricos de previsão. Os relatórios deverão ser claros e objetivos.

8. RESUMO QUANTITATIVO DAS ATIVIDADES

Tabela 2: Resumo das atividades.

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Valor total
1	Plano de Trabalho.	Produto	1		
2	Customização, mobilização e implantação do sistema	Produto	1		
3	Treinamento	Produto	1		
4	Mensalidade do SaaS	(por 57 meses)	57		

ANEXO VI - TERMO DE REFERÊNCIA - SISTEMA DE APOIO ÀS ATIVIDADES DE HIDROLOGIA

1. REQUISITOS

1.1. ESTUDO TÉCNICO PARA DEFINIÇÃO DOS PONTOS PRIORITÁRIOS DE PREVISÃO HIDROLÓGICA

- 1.1.1. A CONTRATADA deverá realizar um levantamento abrangente de dados e informações;
 - 1.1.2. O estudo técnico deverá avaliar, minimamente, as seguintes informações e bases de dados:
 - 1.1.2.1. Obter um diagnóstico da rede de monitoramento hidrológico do estado (pontos com informações suficientes para implementação de um sistema de previsões);
 - 1.1.2.2. Avaliar histórico de chuvas, cotas e vazões no contexto da ocorrência de eventos hidrológicos extremos;
 - 1.1.2.3. Avaliar possíveis impactos sobre a população;
 - 1.1.2.4. Avaliar informações do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD);
 - 1.1.2.5. Avaliar o Atlas de vulnerabilidade de eventos de inundação elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);
 - 1.1.2.6. Realizar reuniões com especialistas de instituições do estado, comitês de bacia e Defesa Civil;
 - 1.1.2.7. Avaliar projeções climáticas futuras no contexto da ocorrência de eventos hidrológicos extremos;
 - 1.1.2.8. Avaliar sistemas de previsão hidrológica já existentes;
 - 1.1.2.9. Compilar as informações e ranquear as estações hidrológicas conforme ordem de prioridade.
 - 1.1.2. O diagnóstico da rede de monitoramento hidrológico do estado para definição dos pontos prioritários pode ser restrito somente aos locais que possuem estações hidrológicas telemétricas e que estejam sob responsabilidade da ANA ou IGAM;
 - 1.1.3. Deverá ser estabelecido um cronograma de reuniões junto aos técnicos da GMHEC/IGAM para definir e consolidar 15 pontos prioritários para realização de previsões hidrológicas, considerando o estudo técnico realizado previamente pela CONTRATADA.
- #### 1.2. MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRODINÂMICA
- 1.2.1. Implantação e calibração de modelo hidrológico de base física para os 15 pontos prioritários para previsão hidrológica;
 - 1.2.2. O modelo hidrológico deverá ser calibrado e validado com representação de parâmetros físicos e utilização de dados observados de chuva e de vazão disponíveis nas bacias hidrográficas de interesse;
 - 1.2.3. É de responsabilidade da CONTRATADA a realização de todos os estudos necessários para as etapas de input dos dados (calibração, validação e demais ajustes dos modelos hidrológicos), bem como a manutenção recorrente dos modelos ao longo da vigência do contrato no que se refere ao ajuste de parâmetros;

- 1.2.4. É de responsabilidade da CONTRATADA a garantia de operacionalidade e manutenção dos modelos, bem como a revisão periódica das calibrações, sobretudo posterior a eventos de cheia;
- 1.2.5. O modelo de previsão hidrológica deverá considerar um período representativo de dados observados, conforme disponibilidade, e deve ser ajustado para períodos de vazões máximas, médias e mínimas;
- 1.2.6. As previsões operacionais automáticas devem ser realizadas minimamente 2 (duas) vezes ao dia;
- 1.2.7. Para cada nova simulação, inclusive em modo operacional, o modelo deverá basear-se em dados de chuva e vazão atualizados para adequada consideração da situação atual das bacias;
- 1.2.8. O modelo de previsão hidrológica deverá considerar a variação espacial e temporal das chuvas observada e prevista em escala intradiária na área de contribuição das bacias modeladas;
- 1.2.9. O modelo de previsão hidrológica deverá ser rodado com diferentes modelos meteorológicos (a considerar, pelo menos, GFS/GEFS, ECMWF e WRF) para o curto-médio prazo (até 15 dias), mediante disponibilidade e na melhor resolução espacial disponibilizada para o caso dos produtos globais;
- 1.2.10. O modelo deve permitir o uso de dados de entrada de chuva observada obtida das estações de medição em solo e radares meteorológicos;
- 1.2.11. As previsões hidrológicas deverão ser disponibilizadas por conjunto (ensemble), com membros que representam as probabilidades de resultados em função da variabilidade da chuva e/ou parâmetros numéricos adotados;
- 1.2.12. O sistema de previsão deverá conter ao menos uma técnica de assimilação de dados para que sejam considerados dados observados para correção das variáveis de estado do modelo até o início da previsão. Neste caso, a substituição da série simulada por observada e aplicação de offset não são suficientes;
- 1.2.13. A CONTRATADA deverá utilizar as medições de vazão e curvas-chave disponibilizadas pela CONTRATANTE para implantar, calibrar e manter os modelos hidrodinâmicos operacionais para a geração das manchas de inundação com base na vazão máxima prevista para as próximas 72 horas. A seção topográfica deverá ser associada ao Modelo Digital de Terreno disponível ou disponibilizado pela CONTRATANTE;
- 1.2.14. A CONTRATADA deverá utilizar, pelo menos, 3 seções topobatimétricas levantadas para implantar, calibrar e manter os modelos hidrodinâmicos operacionais para a geração das manchas de inundação, onde o restante do trecho deverá ser contemplado com outras seções ou levantamentos disponíveis, ou serem aplicadas geometria hidráulica de aproximação da seção tipo de mesmo raio hidráulico. O levantamento das seções topobatimétricas é de responsabilidade da CONTRATADA;
- 1.2.15. A seção topográfica deverá ser amarrada ao Modelo Digital de Terreno (MDT). O MDT deverá ser disponibilizado pela CONTRATANTE;
- 1.2.16. A modelagem hidrodinâmica para cada estação/localidade deve ser definida mediante a solicitação da CONTRATANTE, sendo precificada individualmente;

1.2.17. Ao final da implantação, a CONTRATADA deverá gerar documento de entrega dos modelos, com apresentação mínima dos seguintes conteúdos: apresentação/introdução, locais de previsão, metodologia utilizada, etapas da implantação, fonte de dados, período de dados utilizado, métricas de desempenho da calibração (ao menos, KGE, NS, NSlog e BIAS) e referências bibliográficas utilizadas;

1.2.18. Nos pontos de previsão diretamente influenciados por marés ou lagoas, os modelos deverão considerar dados previstos e monitorados para representação da influência hidrodinâmica destes no nível e vazão, sobretudo em eventos de cheia;

1.2.19. O modelo deverá permitir via plataforma de operação o input manual de dados de previsão de chuva, bem como dados observados de chuva e vazão na bacia para realização de simulações hidrológicas customizadas;

1.2.20. Os resultados obtidos por cenários customizados deverão ser apresentados em caráter adicional e não deverão sobrepor ou substituir as simulações realizadas com as estimativas originais dos modelos meteorológicos;

1.2.21. Deverá ser disponibilizado em plataforma online um módulo específico para inserção dos dados a serem considerados nas rodadas customizadas e acompanhamento dos status destas simulações.

1.2.22. Nos casos aplicáveis, os modelos hidrológicos deverão considerar o estado atual e a operação das barragens de contenção de cheias, conforme operação definida no Manual de Operação vigente. Para isto, deverá existir conexão entre o módulo de balanço hídrico das barragens e o módulo de previsão.

1.2.23. Ao longo do contrato, a inserção de pontos de previsão hidrológica extras poderão ser solicitados pela CONTRATANTE, que deverão seguir as mesmas especificações de modelagem hidrológica e hidrodinâmica dos pontos iniciais, conforme especificações deste Termo de Referência.

1.3. GERAÇÃO DE BOLETINS DIÁRIOS

1.3.1. Os resultados dos modelos hidrológicos deverão ser apresentados em boletins diários, gerados de forma automática para cada localidade e deverão conter, minimamente, gráficos (hidrogramas, cotagramas e pluviogramas), as séries temporais de previsão de precipitação, vazão e cota do rio, além da mancha de inundação e da curva-chave (nível e vazão) com a previsão máxima para os próximos três dias;

1.3.2. Além dos boletins gerados pelas rodadas diárias pré-agendadas, as rodadas com cenários customizados também deverão gerar boletins específicos para cada cenário;

1.3.3. No período chuvoso, os gráficos deverão correlacionar as vazões previstas com os níveis e vazões de referência de cada localidade (Normal, Atenção, Alerta e Emergência/Inundação), caso já existam essas informações da referida localidade;

1.3.4. No período seco, os gráficos deverão correlacionar as vazões previstas com os níveis e vazões de referência estabelecidos definidos pela Deliberação Normativa CERH/MG Nº 49, de 25 de março de 2015, alterada pela Deliberação Normativa CERH/MG Nº 50, de 09 de outubro de 2015 ou pela legislação vigente, caso já existam essas informações da referida localidade;

1.3.5. Deverão apresentar tabelas com informações sobre a chuva observada, contendo minimamente as seguintes informações: acumulados medidos nos últimos 30 dias, 72 horas, 48 horas e 24 horas a partir de dados da estação telemétrica de referência;

1.3.6. Deverão apresentar a previsão de chuvas para o dia atual, o acumulado para as próximas 72 horas, previsão de vazões mínima, máxima para as próximas 24 e 72 horas;

1.3.7. Deverão conter informações sobre o horário em que foi realizada a simulação, localidade a qual se refere, dados de chuva observada e prevista utilizados e área de drenagem simulada;

1.4. PLATAFORMA DE OPERAÇÃO E INTEGRAÇÃO DE DADOS

1.4.1. MÓDULO PARA VISUALIZAÇÃO DE PREVISÕES E GERAÇÃO DE CENÁRIOS CUSTOMIZADOS

1.4.1.1. Disponibilização de ferramentas para visualização e acompanhamento de previsões hidrológicas oriundas dos modelos de previsão hidrológica e hidrodinâmica;

1.4.1.2. Deverá permitir clicar nos pontos de previsão para consultar as informações disponíveis, onde deverão ser apresentadas informações sobre a situação atual e de cenários de previsão para cada um dos pontos prioritários, com acesso aos resultados via tabelas e gráficos (hidrogramas e pluviogramas);

1.4.1.3. Os gráficos e tabelas deverão apresentar os resultados de previsão de vazão/nível por ensemble e considerados diferentes modelos hidrológicos e/ou meteorológicos utilizados;

1.4.1.4. Os gráficos com as séries previstas deverão ser iterativos e deverão permitir a ativação e desativação das variáveis (modelos e membros dos conjuntos) a serem apresentadas;

1.4.1.5. Os gráficos deverão permitir navegação ao longo do horizonte de previsão disponíveis, bem como permitir filtrar o horizonte de previsão em diferentes prazos de previsão, minimamente para 3 dias, 7 dias e horizonte total de previsão;

1.4.1.6. Além dos gráficos e tabelas mencionadas, deverá permitir a visualização de boletins diários de previsão, exportável em formato .pdf;

1.4.1.7. Deverá permitir o download, para formato editável, dos dados de previsão de chuva e vazões com diferentes discretizações temporais (24h, 12h, 8h, 6h, 3h, 1h), sendo a maior discretização a resolução temporal do modelo hidrológico;

1.4.1.8. Deverá apresentar informações referentes a data e horário da última simulação do modelo de previsão hidrológica;

1.4.1.9. Deverá permitir a visualização da área de contribuição, da rede de drenagem da bacia hidrográfica e da localização das estações telemétricas que possuem dados disponíveis em cada bacia.

1.4.2. MÓDULO DE ARMAZENAMENTO E GESTÃO DE BOLETINS

1.4.2.1. Deverá possuir um módulo exclusivo para visualização dos boletins diários gerados, inclusive com possibilidade de acesso ao histórico dos arquivos gerados;

1.4.2.2. O módulo em questão deverá ter opções de filtros para acesso rápido aos boletins gerados em datas ou pontos específicos;

1.4.2.3. Deverá apresentar um quadro resumo com informações tabeladas das rodadas geradas para todas os pontos de previsão, incluindo informações de nível, vazão e precipitação prevista para o cenário de 3 dias e horizonte máximo de previsão, bem como os dados observados até o momento em que a rodada foi realizada;

1.4.2.4. Com base nas previsões e dados observados, deverá indicar a situação hidrológica a partir da correlação dos valores observados e previstos com os limiares definidos para cada localidade, classificado em normal, atenção, alerta ou emergência;

1.4.2.5. Deverá ser possível escolher o ponto monitorado a ser representado no gráfico supracitado, com escolha a partir de uma lista entre todos os pontos monitorados;

1.4.2.6. Deverá ser possível permitir a notificação via e-mail quando houver a disponibilização de novos boletins.

1.4.3. MÓDULO PARA VISUALIZAÇÃO DOS DADOS HIDROMETEOROLÓGICOS

1.4.3.1. A plataforma deverá permitir a visualização de dados de chuva, nível e vazão observados oriundos de estações telemétricas da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Setor Elétrico ou de estações disponibilizadas pela CONTRATANTE e/ou instituições parceiras via API;

1.4.3.2. Deverá ser possível selecionar um período de interesse para visualização das estações telemétricas no passado, com apresentação espacializada, em mapa;

1.4.3.3. O sistema deverá disponibilizar dados espacializados de chuva prevista, oriundos de modelos meteorológicos, contendo ao menos os seguintes: GFS/GEFS e ECMWF;

1.4.3.4. Os dados adquiridos deverão ser armazenados em banco de dados da CONTRATADA de forma organizada, que facilite a consulta quando necessário;

1.4.3.5. Visto que a aquisição de dados utiliza dados públicos e disponibilizados sobre livre acesso pela internet, o download fica condicionado aos órgãos geradores desse tipo de dados. Em caso de guerra, restrição de uso e acesso entre países, catástrofe natural, interrupções operacionais e demais situações inesperadas o fornecimento de dados poderá ser paralisado sem penalização para o prestador de serviço;

1.4.3.6. O acesso às fontes de dados não públicas deverá ser provido pela CONTRATANTE;

1.4.3.7. A plataforma deverá possuir uma camada de mapas base (basemap) contendo informações de diferentes tipos de mapas de bases gratuitas;

1.4.3.8. Deverá possuir ferramenta para monitoramento operacional, contendo os dados de chuva, nível e vazão observados, medidos pelas estações cadastradas, sempre atualizados conforme latência específica de cada base de dados;

1.4.3.9. Deverá apresentar ícones ilustrativos da tendência do nível do rio em cada estação nas últimas horas;

1.4.3.10. Deverá possuir filtro para apresentação restrita das estações com dados atualizados e desatualizados, com critério de tempo de atualização (atraso de 1h, 3h, 12h ou superior a 24h);

1.4.3.11. Em relação aos dados de chuva, deverá ser possível visualizar em mapa as chuvas observadas em cada estação, considerando diferentes acumulados (30 dias, 15 dias, 5 dias, 24 horas, 12 horas, 3 horas e última hora);

1.4.3.12. Além dos dados das estações, deverá ser possível a visualização de dados espacializados de precipitação observada como camada de mapa, com apresentação de diferentes acumulados (por exemplo: 30min, 1h, 3h, 1 dia e 3 dias) e atualizados conforme latência dos referidos produtos;

1.4.3.13. Deverá apresentar os dados recebidos das estações telemétricas integradas na plataforma através de formato gráfico (pluviogramas, cotagramas, hidrogramas);

1.4.3.14. Os gráficos deverão ser iterativos em termos de zoom e seleção de variáveis apresentadas, com inclusão dos limiares cadastrados, e deverá permitir a seleção do período de dados a ser considerado;

1.4.3.15. Deverá apresentar os valores acumulados de chuva dos dados recebidos das estações telemétricas integradas na plataforma, para ao menos as seguintes escalas temporais: últimos 10, 5, 3, 2 dias e o acumulado para o dia atual;

1.4.3.16. Deverá apresentar informações cadastrais das estações telemétricas contendo minimamente os campos de nome, código de identificação, bem como data e horário referente a última atualização;

1.4.3.17. Deverá permitir o cadastramento de valores ou limiares de referência em cada estação de monitoramento, com possibilidade de definição de limiares para atenção, alerta e emergência para cheias e secas. Estes limiares deverão ficar salvos e disponíveis na plataforma e deverão poder ser editados conforme necessidade;

1.4.3.18. Deverá permitir a identificação por escala de cor da situação de cada estação com os limiares definidos, tendo palheta específica para estiagem, normalidade e inundação;

1.4.3.19. Deverá sinalizar automaticamente os ícones das estações a partir da superação ou atingimento de um determinado valor de referência cadastrado para a estação em questão tanto para risco de inundação como para estiagem;

1.4.3.20. Manter sinalização visual no ambiente da plataforma das estações que atingirem os valores de referência para indicar o início da notificação.

1.4.4. MÓDULO PARA GERAÇÃO DE MAPAS DE ALERTA

1.4.4.1. Disponibilização de ferramenta online para geração e exportação de mapas customizáveis pelo usuário, com informações de níveis de alerta hidrológico;

1.4.4.2. Os níveis de alerta de cada bacia hidrográfica poderão ser definidos conforme o estado atual e o máximo nível previsto para até 72h, baseado em informações de estações telemétricas e de previsões hidrológicas de referência;

1.4.4.3. A ferramenta deverá permitir a alteração dos níveis de alerta conforme customização do usuário;

1.4.4.4. Deverá apresentar, minimamente, opções de mapas de fundo, delimitações de bacias hidrográficas, hidrografia regional e divisões políticas. Os elementos de legenda, grade de coordenadas e rosa dos ventos, devem ser customizáveis em interface gráfica;

1.4.4.5. Deverá permitir a exportação de mapas em formato de imagem “.jpeg”, “.png” ou similar e formato “.pdf”.

1.4.5. MÓDULO PARA GERAÇÃO DE ALERTAS

1.4.5.1. Disponibilização de ferramenta para geração automática de alertas em formato de texto, imagem e/ou arquivo georreferenciado, visíveis em plataforma integrada e encaminhadas via aplicativos de comunicação (Telegram e/ou WhatsApp);

1.4.5.2. As notificações deverão ser baseadas em dados hidrometeorológicos pontuais e geoespecializados, incluindo bases de dados observados e previstos;

1.4.5.3. Além da visualização das notificações vigentes, deverá ser mantido um histórico das notificações emitidas em períodos anteriores da vigência do contrato;

1.4.5.4. A plataforma deverá apresentar gráficos com síntese das notificações emitidas por localidade e variável de interesse.

1.4.6. MÓDULO PARA VISUALIZAÇÃO DAS MANCHAS DE INUNDAÇÃO EM MAPA

1.4.6.1. Disponibilização de ferramenta para visualizar como camada de mapa as manchas de inundação disponíveis para cada localidade de monitoramento e relacionadas a diferentes períodos de retorno (5, 10, 25, 50, 100 e 1.000 anos) ou cotas/vazões específicas;

1.4.6.2. Deverá permitir que as manchas sejam apresentadas de forma opcional no mapa, com transparência adequada, a qual possibilite a visualização mesmo com mapa sobreposto, permitindo avaliar os locais afetados pela possível mancha analisada no município, bairro, benfeitorias, estradas e afins;

1.4.6.3. Para as barragens, deverá permitir a visualização das manchas de inundação disponíveis assim como benfeitorias afetadas em cada cenário de rompimento;

1.4.6.4. A visualização das manchas de inundação deverá ocorrer de forma conjunta com os demais dados disponibilizados na plataforma, tais como marcadores de localidade das estações e de pontos de previsão;

1.4.6.5. Deverá ser indicada a mancha provável relacionada ao estado atual e ao máximo nível previsto para até 72h, baseado em informações de estações telemétricas e de previsões hidrológicas de referência.

1.4.7. MÓDULO PARA ANÁLISE DE DANOS DE INUNDAÇÕES

1.4.7.1. A plataforma deverá conter um módulo para avaliação dos danos potenciais gerados por inundações;

1.4.7.2. A quantificação dos danos deverá se basear nas previsões geradas pelos modelos hidrológicos e manchas de inundação de referência. Essas informações deverão ser associadas às informações obtidas em estudos de análise de vulnerabilidade;

- 1.4.7.3. Deverá ser possível estimar a quantidade de pessoas e benfeitorias suscetíveis ao evento previsto;
- 1.4.7.4. As benfeitorias suscetíveis deverão poder ser classificadas de acordo com o tipo, conforme especificado no estudo de análise de vulnerabilidade;
- 1.4.7.5. As análises também deverão estar disponíveis para se basear em dados observados de uma estação de referência e, assim, emitir as informações supracitadas sobre um evento ocorrido;
- 1.4.7.6. Para a análise de dados observados, deverá ser possível avaliar graficamente a evolução temporal dos eventos em termos de estimativa de atingidos e de prejuízos monetários;
- 1.4.7.7. Deverá ser possível comparar graficamente as variáveis para cenários de previsões realizadas e o cenário observado;
- 1.4.7.8. O módulo deverá conter filtro para seleção de localidade e datas de análises.
- 1.4.7.9. Deverá ser possível comparar cenários com e sem a operação das barragens de contenção de cheias para os eventos simulados.
- 1.4.8. MÓDULO PARA GERAÇÃO DE BOLETINS MENSAIS
- 1.4.8.1. Deverá ser possível gerar um documento pdf a partir da plataforma na forma de um boletim automático com consolidação de dados mensais;
- 1.4.8.2. O boletim supracitado deverá minimamente conter um mapa/figura/diagrama com representação das regiões ou bacias hidrográficas, cidades, estações telemétricas, rios e reservatórios;
- 1.4.8.3. Deverá conter gráfico e tabelas indicando um resumo dos aspectos hidrometeorológicos registrados (precipitação, nível e vazão), indicando, quando possível, os valores de referência;
- 1.4.8.4. Deverá conter um relatório das notificações e extrapolação de limiares ocorridos no mês de vigência do boletim;
- 1.4.8.5. Deverá conter um prognóstico de previsão de médio/longo prazo com apresentação das previsões sazonais dos modelos ECMWF e CFS e um comparativo com a climatologia (anomalias);
- 1.4.8.6. A previsão sazonal deverá ser apresentada por meio de mapas e gráficos, contemplando informações espacializadas e médias pontuais.
- 1.4.9. MÓDULO DE REGISTROS DE OPERAÇÃO DE RESERVATÓRIOS E CÁLCULO DE BALANÇO HÍDRICO
- 1.4.9.1. A plataforma deverá possuir um módulo para registros de operação e cálculo de balanço hídrico para os pontos que sofrerem influência significativa da operação de reservatórios;
- 1.4.9.2. Este módulo deverá ser composto minimamente por quatro ferramentas com funcionalidades e informações interligadas e correlacionadas entre si: gestão dos registros de operação da barragem; cálculo do balanço hídrico; dashboard com informações gráficas do

balanço; acompanhamento do estado hidráulico com base em diagrama de operações e envio de dados via API;

1.4.9.3. A ferramenta em questão deverá ser considerada de forma individual para cada um dos reservatórios, com as mesmas ferramentas e funcionalidades;

1.4.9.4. A ferramenta de operação deverá permitir que sejam inseridas informações de forma manual via digitação do operador e de forma automática via FTP utilizando dados de estações telemétricas disponíveis indicadas pela contratante;

1.4.9.5. A ferramenta de operação deverá permitir a inserção de informações hidráulicas das estruturas e dos dados de cada barragem, tais como aberturas de comportas e túneis, níveis do reservatório (montante, jusante e queda), estruturas de vertimento e informações complementares;

1.4.9.6. O registro de operação deverá permitir inserir a data e o horário da operação desejada, permitindo adicionar de forma manual a operação em questão para ser considerada nos registros e no cálculo de balanço hídrico;

1.4.9.7. Para os registros automáticos, os dados deverão ser recebidos via FTP de forma horária, adicionando as operações de forma automatizada para serem disponibilizadas nos registros e balanço;

1.4.9.8. Para cada comporta e vertedouro cadastrados, deverá ser possível visualizar e consultar de forma rápida as curvas hidráulicas de cada estrutura, bem como a CAV referentes a cada uma das barragens;

1.4.9.9. As curvas hidráulicas e CAV de cada estrutura serão disponibilizadas pela CONTRATANTE e deverão ser atualizadas ou ajustadas na ferramenta sempre que for necessário;

1.4.9.10. A ferramenta de registros deverá permitir visualizar a listagem das operações realizadas das mais recentes as mais antigas, selecionando o período de interesse;

1.4.9.11. Deverá permitir a edição ou exclusão de um determinado registro sempre que for necessário, podendo corrigir e ajustar os dados de entrada cadastrados na ferramenta de operação;

1.4.9.12. Deverá permitir a exportação dos registros em um determinado período selecionado em formato editável (CSV e XLSX);

1.4.9.13. O arquivo exportado deverá contar minimamente com valores de data, nível principal do reservatório, nível de jusante, vazão afluente, vazão defluente, vazão vertida, bem como as vazões defluentes em cada uma das comportas de cada estrutura;

1.4.9.14. Em casos de importação de registros, principalmente dados históricos, deverá permitir realizar a importação a partir de planilha editável (CSV) a partir de um modelo de importação disponibilizado;

1.4.9.15. A ferramenta de balanço hídrico deverá realizar de forma automática os cálculos de balanço hídrico de forma horária para cada uma das três barragens de contenção;

1.4.9.16. Os cálculos disponibilizados deverão ser realizados a partir das informações de entrada inseridas na ferramenta de operação, considerando as curvas hidráulicas e CAV do reservatório;

1.4.9.17. A ferramenta de balanço deverá apresentar as informações referentes a cada operação registrada, contendo o de nível principal e nível de jusante informadas, bem como as vazões vertidas, defluentes, afluentes e afluentes calculadas através do balanço hídrico, bem como os volumes do reservatório em hm^3 e percentual de ocupação;

1.4.9.18. Deverá apresentar o estado hidráulico, indicado através do diagrama de operação fornecido pela contratante;

1.4.9.19. Para consultar os registros históricos passados, a ferramenta deverá possibilitar selecionar um período de data específica de dados para visualização, com possibilidade de exportação em arquivo editável;

1.4.9.20. A ferramenta deverá permitir a integração dos dados imputados e calculados via API para disponibilização em site e bancos de dados, conforme necessidade da contratante;

1.4.9.21. Deverá apresentar um dashboard com as informações de balanço hídrico apresentada em gráficos horários e diários;

1.4.9.22. Os gráficos deverão apresentar o nível principal e nível de jusante em escala adequada para visualização e análise, bem como o volume do reservatório em hm^3 e percentual;

1.4.9.23. Deverá apresentar as todas as vazões calculadas, entre elas a afluente, defluente e vertida;

1.4.9.24. Deverá permitir o download dos gráficos em formato PNG e JPEG;

1.4.9.25. A ferramenta deverá permitir inserir dados de estações telemétricas cadastradas na plataforma, bem como dados de balanço hídrico disponibilizados pelo ONS.

1.4.10. MÓDULO DE SIMULAÇÃO DE RESERVATÓRIOS

1.4.10.1. A plataforma deverá permitir a realização de simulações hidráulicas de forma adaptada para barragens de contenção;

1.4.10.2. Essa funcionalidade deverá considerar e restringir-se às estruturas existentes nas barragens de interesse;

1.4.10.3. A ferramenta deverá permitir a visualização de forma gráfica dos resultados das simulações;

1.4.10.4. Os gráficos gerados deverão exibir informações como a vazão, o nível do reservatório, a abertura e fechamento de comportas, bem como a abertura de túneis;

1.4.10.5. Deverá ser possível especificar o estado de abertura ou fechamento das comportas, a quantidade de comportas e estabelecer o horário/dia de cada operação;

1.4.10.6. De forma semelhante, o sistema deverá permitir o cadastro de regras para a abertura e fechamento de túneis, incluindo o identificador do túnel, o tipo de operação (abertura ou fechamento), o tamanho do túnel em metros e o horário ou dia de execução;

1.4.10.7. Para garantir a consistência, não deverá ser permitido cadastrar duas regras com o mesmo horário ou data;

1.4.10.8. O sistema deverá também incluir indicadores que facilitem a análise da simulação, com destaque para o tempo estimado para o reservatório começar a verter e o tempo necessário para que o reservatório tenha o esvaziamento completo;

1.4.10.9. Este módulo deverá ser integrado com o módulo de previsão de vazões afluentes, de forma que as vazões previstas possam ser utilizadas como base de entrada para a simulação hidráulica em diferentes cenários de previsão;

1.4.10.10. Os dados deverão ser apresentados de forma tabular, incluindo colunas que indiquem a quantidade, estado e vazões de cada estrutura, sejam túneis ou comportas.

1.4.11. MÓDULO DE NOTIFICAÇÕES

1.4.11.1. Permitir o cadastro e envio de notificações de alertas com base em valores medidos pelas estações disponibilizadas na plataforma;

1.4.11.2. O envio de notificações deverá ser realizado via e-mail e/ou Telegram e/ou WhatsApp de forma automatizada a partir da plataforma;

1.4.11.3. Deverá apresentar um módulo que concentre as notificações cadastradas, com possibilidade de adicionar, excluir ou editar notificações;

1.4.11.4. Deverá permitir cadastrar notificações com base em valores de nível e vazão, acima, abaixo ou iguais a um determinado valor de referência, bem como em relação a uma variação de nível ou vazão em determinado intervalo de tempo;

1.4.11.5. Deverá permitir cadastrar notificações com base na superação de um determinado acumulado de chuva pré-definido para o intervalo temporal desejado;

1.4.11.6. Deverá permitir o cadastro e customização de mensagens a serem enviadas junto à notificação;

1.4.11.7. Deverá ser possível mostrar em destaque os pontos que estão com notificações vigentes, ou seja, com os valores pré-definidos desejados;

1.4.11.8. O módulo deverá conter uma listagem das notificações emitidas e informações relacionadas a estas, como a regra cadastrada e o valor da variável que desencadeou a notificação;

1.4.11.9. Além da listagem, deverá ser possível visualizar em mapa e gráficos os quantitativos de notificações emitidas por variável (chuva, nível ou vazão) e por período ou localidade;

1.4.11.10. Deverá existir filtros rápidos para seleção de pontos e período para visualização de notificações emitidas.

1.4.12. MÓDULO DE CADASTRO E GESTÃO DE USUÁRIOS

1.4.12.1. Deverá possuir um módulo específico para cadastro de novos usuários, bem como edição e exclusão de usuários cadastrados;

1.4.12.2. Deverá permitir a configuração de usuários de acordo com diferentes perfis de acesso;

1.4.12.3. Os perfis de acesso poderão ser editados conforme os níveis de informações a serem acessadas para cada usuário, podendo liberar ou bloquear ferramentas;

- 1.4.12.4. Somente os usuários gestores poderão ter acesso a ferramentas de cadastro, edição e demais configurações de acesso dos usuários;
- 1.4.12.5. Deverá permitir ajustar individualmente quais as ferramentas cada usuário pode acessar, bem como quais as permissões administrativas da plataforma podem ser editadas;
- 1.4.12.6. Deverá possibilitar a visualização da última data de acesso de cada usuário para facilitar o controle interno dos acessos e acompanhar em relação a utilização das ferramentas;
- 1.4.12.7. Deverá possuir sistema de autenticação para usuários cadastrados acessem ao sistema, através de login (e-mail) e senha individuais, as quais deverão ser gerenciadas pelos usuários gestores ou equipes de suporte da CONTRATADA.

2. REQUISITOS TÉCNICOS DE INFRAESTRUTURA DA SOLUÇÃO

- 2.1. A plataforma deve ter uptime maior que 98% do tempo durante a prestação do serviço, caso o servidor utilizado esteja sob controle do prestador de serviço. Caso a solução seja hospedada em servidor próprio da CONTRATANTE esta cláusula não é factível de ser atendida;
- 2.2. As partes que compõem o Sistema de Previsão Hidrológica do Estado deverão ser integradas entre si de forma automatizada e autônoma. O sistema deverá funcionar diariamente de forma semiautônoma;
- 2.3. O ambiente cloud que armazena os dados disponibilizados na plataforma web deverá possuir os seguintes certificados e evidências no quesito quanto a segurança: SSAE 16, Tier III ou Tier IV;
- 2.4. O ambiente cloud que armazena os dados disponibilizados na plataforma web deverá possuir políticas de escalabilidade e backup;
- 2.5. A plataforma deverá ser em formato web, não devendo haver necessidade de instalação nem utilização de plug-ins nos navegadores para a execução da camada cliente da aplicação;
- 2.6. Todos os módulos da solução deverão ser acessados a partir de um único procedimento de login, sem necessidade de novas autenticações no acesso aos diversos módulos;
- 2.7. Deverá restringir o acesso a funcionalidades e dados de acordo com as permissões do perfil de usuário configurado na solução;
- 2.8. Toda a interface de usuário da solução deverá estar no idioma português do Brasil (pt-BR);
- 2.9. Deverá garantir, em caso da instalação de novas versões ou atualizações da solução, compatibilidade com mecanismos antecessores de integração para que sistemas externos já integrados ao produto não tenham que ser alterados;
- 2.10. Todos os módulos da solução deverão ser integrados de forma nativa, sem necessidade de programação. Deverão ainda funcionar sobre uma mesma plataforma, e possuir a mesma identidade visual;
- 2.11. A solução deverá tratar a ocorrência de erros de forma padronizada, identificando-os, isolando-os e comunicando-os por meio de códigos padronizados e documentados;

- 2.12. Para garantia de segurança, deverá possuir uma única chave por usuário para acesso à aplicação;
- 2.13. Deverá possuir um único conjunto de rotinas de segurança e ser possível gerenciar chaves de acesso e senhas e gerenciar perfis de acesso;
- 2.14. Deverá ser capaz de bloquear a chave de acesso por quantidade parametrizável de tentativas de acesso indevido;
- 2.15. Deverá prover ambientes segregados de homologação e produção para que testes sejam realizados, bem como desenvolvimento e novas funcionalidades sejam testadas sem prejudicar a operação da plataforma;
- 2.16. Deverá garantir que os processos de carga de dados sejam consistentes e gerenciáveis, possibilitando o monitoramento de falhas para correção ou pré-execução total do processo sem prejudicar a operacionalidade;
- 2.17. Sobre a homologação de versões na plataforma web a prestadora de serviço deverá evidenciar que a versão foi homologada por meio de testes e registros técnicos para validação de todas as funcionalidades e garantir que o ambiente esteja livre de bugs.

3. SUPORTE

- 3.1. A CONTRATADA deverá prover suporte continuado para resolução de problemas.
- 3.2. A CONTRATADA deverá manter um sistema de alta disponibilidade nos serviços operacionais. O acionamento do suporte relacionado a falhas nestes serviços que decorram de responsabilidade da CONTRATADA, independente do horário, não implicará em custos de consultoria.
- 3.3. Todos os custos referentes às manutenções corretivas e evolutivas dos módulos descritos no presente TR devem ser contemplados no valor mensal da Plataforma.
- 3.4. A CONTRATANTE irá notificar a CONTRATADA quando detectar alguma inconsistência que resulte na perda total ou parcial das funcionalidades do SaaS. Para isso, as inconsistências detectadas serão classificadas em 3 (três) níveis de severidade:
 - 3.4.1. Nível 1: Principal funcionalidade indisponível. O problema resulta em interrupção extremamente séria no fluxo do processo. Sistema travado/indisponível. Erro que impede a utilização do Sistema.
 - 3.4.2. Nível 2: Funções principais seriamente degradadas. O problema resulta em interrupções sérias nas operações normais do sistema, impactarão negativamente nas instalações de toda a organização, deadlines urgentes ou em risco. Sistema Lento; Desconfiguração de telas; Inconsistência na exibição dos dados; Erros que dificultam, mas não impedem a utilização do sistema.
 - 3.4.3. Nível 3: Solicitação de Suporte padrão, sem questões urgentes. O problema causa interrupções isoladas ou aleatórias nas operações normais. Qualquer erro que não impeça a utilização do software. Necessidade de alteração na configuração do SaaS.

3.5. Para atendimento das notificações da CONTRATANTE, a CONTRATADA deverá respeitar os seguintes prazos de atendimento:

Tabela 1: Prazos para resposta e resolução dos problemas.

NÍVEL DE SEVERIDADE	PRAZO PARA RESPOSTA INICIAL DA CONTRATADA	PRAZO PARA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA
1	2 horas úteis	4 horas úteis
2	4 horas úteis	6 horas úteis
3	16 horas úteis	15 dias úteis

3.6. Caso a CONTRATADA não corrija os problemas de nível 1 e 2 dentro dos prazos estabelecidos, o sistema será considerado como indisponível, cujo tempo total de indisponibilidade deverá ser computado no uptime do SaaS, sob pena do pagamento não integral do contrato considerando o uptime mínimo estabelecido neste TR.

3.7. A CONTRATADA poderá submeter à CONTRATANTE proposta de reclassificação do nível de severidade ou de prazo para resolução do problema, mediante justificativa técnica, ficando a proposta sujeita à análise e aprovação da CONTRATANTE.

3.8. Considerando a natureza do serviço prestado, os prazos de resposta e resolução de problemas definidos no quadro acima são contínuos e não estão restritos ao horário comercial. A CONTRATADA deverá garantir a disponibilidade de recursos e pessoal para responder e resolver os problemas identificados a qualquer hora, incluindo fins de semana e feriados, de forma a cumprir os prazos estabelecidos, assegurando a continuidade e a qualidade dos serviços prestados.

3.9. A CONTRATADA deverá apresentar, no relatório mensal, todas as informações contendo as aberturas de chamado do mês anterior, com no mínimo as seguintes informações:

- a. Extrato de disponibilidade do SaaS;
- b. Registro da abertura dos chamados;
- c. Identificação de quem realizou a abertura do chamado;
- d. Descrição dos problemas apresentados;
- e. Classificação dos chamados quanto ao nível de severidade;
- f. Proposta de reclassificação do nível de severidade, quando houver;
- g. Avaliação da proposta de reclassificação por parte da CONTRATANTE;
- h. Prazos de aceite e resposta para cada chamado;
- i. Prazo em que a CONTRATANTE efetivamente resolveu o problema.

3.10. A CONTRATADA deverá disponibilizar um contato telefônico de forma que a comunicação para resolução de problemas com a CONTRATANTE possa ser agilizada.

4. PLANO DE TRABALHO

4.1. Esta etapa corresponde ao início das atividades e compreenderá o mapeamento de processos; a mobilização/alocação de recursos humanos, materiais e tecnológicos; a reunião de partida entre a CONTRATADA e a equipe de técnicos do IGAM; e a elaboração do Plano de Trabalho;

4.2. A Reunião de Partida com a equipe de técnicos do IGAM deverá ter lugar nesta fase inicial. Destinar-se-á a apresentar a equipe técnica que subsidiará a elaboração do Plano de Trabalho pela CONTRATADA;

4.3. As reuniões poderão ser presenciais, em local destinado pela CONTRATANTE, ou de forma remota;

4.4. Nessa etapa deverão ser alinhados todos os critérios para a realização das previsões hidrológicas, emissão dos avisos e alertas, mecanismos de integração de sistemas e plataformas, definição de responsabilidades, regras de negócio e atividades operacionais, fluxo de informações e atividades operacionais;

4.5. Ao fim desta fase deverá resultar um Plano de Trabalho consolidado e detalhado, com o respectivo cronograma físico geral e um conjunto de regras operacionais para o acompanhamento dos trabalhos;

4.6. Em até 45 dias após a assinatura do contrato, a CONTRATADA deverá apresentar Plano de Trabalho que será submetido à aprovação do IGAM, com o mapeamento dos processos e detalhamento das ações necessárias para atingir os objetivos do projeto;

4.7. O processo deverá ser detalhado em fases e apresentar o detalhamento de cada uma. O Plano de Trabalho deverá conter, pelo menos:

4.7.1. Mapeamento dos principais processos da CONTRATANTE para a operacionalização dos serviços visando o monitoramento e alerta de eventos hidrológicos críticos;

4.7.2. Detalhamento de todas as atividades a serem realizadas, produtos a serem entregues e os prazos;

4.7.3. Plano de execução para atender as necessidades descritas em edital;

4.7.4. Metodologia, ferramentas e procedimentos operacionais empregados em cada atividade;

4.7.5. Participantes envolvidos e responsabilidades;

4.7.6. Recursos necessários;

4.7.7. Procedimento de verificação e validação a serem adotados;

4.7.8. Plano de governança para acompanhamento do projeto.

4.7. O Plano de Trabalho deverá ser atualizado sempre que houver alguma alteração ou atualização do fluxo operacional do SaaS, realizada por parte da CONTRATADA, e que implique em qualquer modificação no fluxo das atividades a serem realizadas pela CONTRATANTE.

4.8. O pagamento referente ao item "Plano de Trabalho" será realizado apenas após a entrega e aprovação da primeira versão do documento, não sendo o pagamento aplicado quando houver atualização o plano.

5. ESTUDO TÉCNICO PARA DEFINIÇÃO DOS PONTOS DE PREVISÃO HIDRIOLÓGICA

5.1. Em até 90 dias após a assinatura do contrato, a CONTRATADA deverá apresentar o estudo técnico para definição dos pontos prioritários para implantação do sistema de previsão hidrológica. O estudo dos pontos prioritários deverá ser validado e aprovado pela CONTRATANTE.

5.2. O estudo técnico para definição dos pontos de previsão hidrológica deverá conter, minimamente, as especificações do item 1.1 deste ANEXO.

6. IMPLANTAÇÃO DO SERVIÇO

6.1. A CONTRATADA deverá operacionalizar as saídas dos produtos devidamente configurados, customizados e parametrizados visando atender as necessidades da CONTRATANTE, conforme descrito no Termo de Referência para a perfeita execução dos serviços;

6.2. Para cada atividade implementada deverão ser realizadas análises e testes de validação dos sistemas de previsão, avisos e alertas;

6.3. A CONTRATADA deverá enviar relatório mensal para acompanhamento do cronograma, com um comparativo entre as atividades planejadas para o período e as atividades executadas no período. As atividades que não tenham sido executadas conforme o planejamento devem ser acompanhadas de justificativa, que deverão ser analisadas pela CONTRATANTE. Um novo prazo deve ser acordado em conjunto com a CONTRATANTE;

6.4. A CONTRATADA deverá apresentar um Plano de Trabalho atualizado contendo, quando necessário, os ajustes relativos ao cronograma, à alocação de recursos, à prioridade de execução de tarefas e à mudança de requisitos. Estes ajustes devem ser justificados pelo gerente do projeto e devem ser aprovados pelos responsáveis pelo projeto por parte do Igam antes de serem executados;

6.5. A CONTRATADA deverá elaborar uma sugestão de roteiros de teste de homologação e aceitação de cada produto;

6.6. Caberá a CONTRATADA implementar e operacionalizar todos os pontos e seus respectivos estudos em seus sistemas específicos garantindo a CONTRATANTE a manutenção e disponibilidade de todas as informações já descritas no presente Termo de Referência;

6.7. Em até 150 dias após a assinatura do contrato, a CONTRATADA já deverá ter implementado todos os 15 pontos de previsão hidrológica.

7. TREINAMENTOS

7.1. A CONTRATADA deverá prover treinamento na operação, instalação e administração da solução, respeitando aspectos técnico-pedagógicos de acordo com o público-alvo, de forma que, ao final do curso, os técnicos treinados estejam aptos a utilizar todas as funcionalidades dos sistemas;

7.2. A CONTRATADA deverá fornecer material didático, necessário à realização do treinamento, impresso e em mídia eletrônica, devendo incluir:

2.2.1. Disponibilização de Manual de Utilização dos Boletins e Plataforma pelos Operadores;

7.2.2. A CONTRATADA deverá realizar 1 (um) treinamento inicial de 12 (doze) horas para até 10 (dez) participantes da equipe CONTRATANTE;

7.2.3. A CONTRATANTE poderá solicitar treinamentos extras ao longo de toda a execução do contrato. Para tal, serão previstos até 40 (quarenta) horas extras de treinamento;

7.2.4. Os treinamentos extras deverão ser cobrados por hora, onde a carga horária extra solicitada deverá determinada pela CONTRATANTE;

7.2.5. Os treinamentos aos servidores deverão abordar conhecimentos em hidrologia e no entendimento, análise e gestão dos produtos e serviços executados na presente licitação, sendo que a preparação do ambiente necessário à realização do treinamento fica a cargo da CONTRATADA;

7.2.6. Os treinamentos poderão ser presenciais, nas dependências da CONTRATANTE, ou de forma remota. A modalidade será definida pela CONTRATANTE, que disponibilizará toda infraestrutura para execução do treinamento, caso ocorra no formato presencial.

8. RELATÓRIOS

8.1. A CONTRATADA deverá entregar os seguintes relatórios ao longo do período do CONTRATO, em formato e conteúdo acordados com a equipe da CONTRATANTE:

8.1.1. Plano de Trabalho, que deverá apresentar o mapeamento dos processos, a descrição de todos os serviços e produtos a serem entregues, as metodologias utilizadas, um cronograma de atividades e apresentação da equipe e respectivas responsabilidades;

8.1.2. Estudo preliminar para definição dos pontos de previsões hidrológicas;

8.1.3. Relatórios Mensais: deverão descrever as atividades desenvolvidas em cada mês e o estágio do andamento dos serviços, intercorrências de significado para a operação, uptime do sistema durante o mês em questão, índices de acertos das previsões e desempenho dos modelos numéricos de previsão e atualizações realizadas no sentido do cumprimento dos objetivos deste Termo de Referência. Os relatórios deverão ser claros e objetivos. Deverão ser incluídos, sob a forma de anexo aos Relatórios Mensais, os boletins, avisos e alertas hidrometeorológicos referentes ao mês em questão.

8.1.4. Os relatórios mensais deverão ser entregues até o dia 05 de cada mês, contendo as informações entre os dias 01 e 31 do mês anterior.

9. RESUMO QUANTITATIVO DAS ATIVIDADES

Tabela 2: Resumo das atividades.

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
1	Plano de Trabalho.	Produto	1		
2	Estudo técnico para definição dos 15 (quinze) pontos para previsões hidrológicas.	Produto	1		
3	Implantação do sistema computacional por ponto de previsão hidrológica.	Ponto	15		
4	Mensalidade do SaaS por ponto de previsão hidrológica.	Ponto (15 pontos por 60 meses)	900		
5	Determinação das manchas de inundação por ponto de previsão hidrológica, incluindo o levantamento das 3 seções topobatimétricas.	Ponto	15		
6	Implantação do sistema computacional por ponto extra de previsão hidrológica.	Ponto	5		
7	Treinamento inicial de 12h.	Treinamento	1		
8	Treinamento extra.	Hora	40		

Requisitos e Padrões

- Ser compatível com os procedimentos específicos e regras de negócio adotadas atualmente pelo Igam;
- As tecnologias usadas no desenvolvimento deverão ser compatíveis com as demais tecnologias utilizadas pelo IGAM/STI, em razão da complexidade, não será apresentado a totalidade das regras, sob pena de gerar uma interpretação equivocada, mas a equipe técnica encontra-se a disposição para detalhar as regras para os possíveis fornecedores, por meio de Reunião Técnica;
- O sistema ficará instalado nas infraestruturas do IGAM;
- A aprovação dos produtos ocorrerá em ambiente de homologação disponibilizado pelo IGAM;
- Contemplar o mapeamento de processos atual do negócio e a sua remodelagem, buscando a otimização dos procedimentos administrativos e técnicos;
- Permitir o acompanhamento do desenvolvimento com entregas parciais mensais, mediante metodologia a ser definida conjuntamente (IGAM e CONTRATADA) na reunião de Kick Off.
- Realizar a correção ou a adequação das funcionalidades, regras de negócios, telas etc. quando forem identificadas falhas, incompatibilidade ou erros.
- Disponibilizar ao IGAM, após a cada entrega do projeto toda a documentação técnica, incluindo o código fonte e demais artefatos associados ao projeto, além de promover ao final do projeto a Transferência Tecnológica da solução para o IGAM ser capaz de realizar, por meio de seus técnicos servidores de TI, manutenções evolutivas e corretivas no Sistema;
- Realizar a capacitação da equipe técnica de tecnologia da informação e dos usuários do sistema do IGAM, além de elaborar e disponibilizar o Manual do Usuário para a instrução do público externo;
- Manter sigilo referente a todos os dados, informações e documentos confidenciais e/ou sigilosos compartilhados pelo IGAM em razão do projeto. Considera-se dado, informação ou documento confidencial e/ou sigiloso aqueles revelados sob a forma física ou digital, desde que assim sejam expressamente identificados;
- Garantir a qualidade do serviço e do produto, por no mínimo 90 (noventa) dias após ser lançado, ou seja, após ser disponibilizado em ambiente de produção;
- Uma vez identificada falha ou erro no sistema em produção, de responsabilidade da CONTRATADA, realizar a manutenção corretiva no prazo máximo de 72 horas após a notificação pelo IGAM, durante a vigência do contrato. Não se tratando de erro ou falha de responsabilidade da CONTRATADA, realizar a manutenção corretiva o mais breve possível, em prazo a ser definido em conjunto com o IGAM.

Demais informações sobre os requisitos do negócio e da tecnologia de informação, incluindo documentação técnicas do Sistema Informações Hidroclimáticas, por conter informações relativas à segurança da informação, somente poderão ser disponibilizados após a formalização do contrato.

Produtos Esperados

1 - Plano de Trabalho

O Plano de Trabalho com o detalhamento de todas as atividades deverá ser elaborado pela CONTRATADA, após Contrato assinado e a Ordem de Serviço emitida. No Plano de Trabalho deverá constar as premissas, a alocação de recursos humanos, materiais e tecnológicos, o cronograma detalhado das atividades e entregas, além dos detalhes metodológicos pertinentes, as premissas e avaliação de riscos. A CONTRATADA deverá entregar o Plano de Trabalho no primeiro mês de execução do contrato.

Nesta etapa deverão ser realizadas ao menos duas reuniões técnicas de alinhamento. Na primeira reunião, deverão ser discutidos os problemas relativos à contextualização da situação atual dos serviços prestados pelo SIMGE e das funcionalidades necessárias para o novo sistema, de forma a estabelecer uma base comum de informações. Na segunda, deverá ser apresentado o Plano de Trabalho, com o cronograma de atividades. As reuniões envolverão a equipe de planejamento da CONTRATADA, e os representantes do IGAM, que exercerão funções de supervisão, acompanhamento técnico e facilitação dos trabalhos.

Entrega: P1 - Plano de Trabalho

Duração: 01 mês

2 - Metodologia

Busca-se nesta etapa definir, conjuntamente CONTRATADA e IGAM, os processos e metodologias conceituais de trabalho, por meio das seguintes atividades:

- Definição de processos e metodologias conceituais e de trabalho do projeto HIDROCLIMA-MG.
- Planejamento operacional para construção da matriz de responsabilidades e definição executiva dos participantes e de suas necessidades, para formatação e execução dos produtos e serviços hidroclimáticos de todo o HIDROCLIMA-MG.
- Definição das metodologias de formatação dos produtos e serviços do Módulo de monitoramento hidrometeorológico, HIDROCLIMA-MG, banco de dados, prognósticos e alertas climáticos, modelagem previsão do tempo e clima.

Resultados esperados:

- Institucionalização, catalogação de informações e interoperatividade entre os sistemas de banco de dados Hidroclimáticas existentes nos órgãos gerenciadores de informações climáticas, agrícolas e hidrológicas.
- Realização de reuniões com os parceiros para construção da matriz de responsabilidades e planejamento operacional do projeto;
- Definição de metodologias conceituais de trabalho para a catalogação, classificação de dados e cálculo das variáveis de modelagem do projeto;
- Definição e implantação de modelos hidroclimáticos a serem acionados para o HIDROCLIMA-MG;

Nesta fase, concluem-se as análises e definições das metodologias, bem como o levantamento dos dados a serem utilizados no projeto, com sua devida catalogação para a implantação nos moldes exigidos pelo HIDROCLIMA-MG e Banco de Dados.

Entrega: P2 - Metodologia de Trabalho

Duração: 2 meses

3 - Módulo de Monitoramento Hidrometeorológico

Consiste no desenvolvimento de um sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Hidrometeorológico e do Banco de Dados Integrado (SEBAHC) baseado na WEB, onde as informações das variáveis monitoradas serão atualizadas de forma online e em tempo real de acordo com a alimentação das informações. Também se encontra contemplado nesta entrega:

- Desenvolvimento de aplicativo para dispositivo móvel (celulares);
- Entrada dos dados do Monitoramento Hidrometeorológico a partir do banco de dados existente da fonte de dados da ANA e IGAM;
- Portal integrado para consultas, relatórios, gráficos e mapas dos dados armazenados.

Resultados esperados:

- Sistema de Banco de dados para difundir e fluxo de informação (entrada, armazenagem, segurança e saída de dados) e os demais processos pertinentes ao monitoramento das variáveis hidrometeorológicas (chuva, temperatura, vento, pressão, umidade do ar, umidade do solo, radiação solar, nível dos reservatórios, etc.) a partir da infraestrutura das redes pluviométricas, hidrológicas e climatológicas, tanto dados convencionais quanto da rede automática implantadas no Estado e integradas com a base de dados hidrometeorológicos da ANA, IGAM e do SEBAHC.
- Levantamento e consolidação das informações que serão armazenadas e do fluxo do SEBAHC.

Entrega: P3 - Módulo de Monitoramento Hidrometeorológico

Duração: 3 meses

4 - Plataforma Web do HIDROCLIMA-MG

Além da aplicação de metodologias corretas e confiáveis, o desenvolvimento da plataforma de armazenamento, geração e distribuição de dados apresenta-se como a espinha dorsal na interrelação de resultados e produtos gerados com o cliente determinado pelo usuário final do HIDROCLIMA-MG. Para tanto, nesta fase, torna-se de crucial importância tomadas de ações criteriosas para:

- Construção e implantação do sistema de banco de dados SEBAHC;
- Construção do portal WEB do HIDROCLIMA.

Resultados esperados:

- Apresentação da formatação do ambiente alimentador dos dados;
- Construção da plataforma WEB com seus produtos e serviços eficientemente produzidos;
- Portal WEB construído, operacionalizado com ambiente alimentador e produtos e serviços prontos para serem utilizados pelo usuário final.

Entrega: P4 - Plataforma Web do HIDROCLIMA-MG

Duração: 2 meses

5 - Alertas Climáticos

Nesta espera-se o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem no monitoramento das ameaças naturais em áreas de riscos dos municípios mineiros, suscetíveis à ocorrência de eventos extremos (chuvas intensas, tempestades, granizo, estiagens e inundações), além de realizar pesquisas e inovações tecnológicas que possam contribuir para a melhoria de um sistema de alerta antecipado, a fim de reduzir os prejuízos agrícolas, ambientais e materiais. Busca-se ainda o desenvolvimento de modelos agroclimáticos e modelos de previsão do tempo e clima.

Resultados esperados:

Disponibilizar o estado de Minas Gerais, de um sistema operacional de monitoramento de riscos climáticos, capaz de prever e lançar boletins de prognósticos e alertas climáticos nas diferentes escalas temporais e desta forma, apoiar na prevenção de desastres naturais. Para tanto deverão ser lançados os seguintes produtos em formas de relatórios técnicos:

- Simulação da variabilidade climática a diferentes escalas de tempo com cenários futuros sobre as condições agroclimáticas no estado de Minas Gerais;
- Mapas de suscetibilidade e de setorização de riscos;
- Mapas de dados climatológicos, hidrológicos e altimétricos;
- Análise de frequência dos dados e espacialização;
- Determinação de valores e objetivos críticos para a definição de situações de emergência constituintes de um sistema de alerta agroclimático;
- Quantificação do impacto da variabilidade climática sobre a produção agrícola;
- Gerar e analisar informações que permitam estabelecer sistemas melhorados de monitoramento do clima e vegetação;
- Elaboração de prognósticos climáticos diários e sazonais (um e para o trimestre) com a utilização de metodologias avançadas e com melhor resolução espacial;
- Apresentar diagnósticos de modelagem numérica e acompanhamento sistemático de dados oriundos das redes hidrológicas e meteorológicas distribuídas pelo Estado;
- Apresentação de metodologias de prognósticos e alertas em condições de tempo e clima;
- Integração de previsões climáticas estacionais e aspectos de variabilidade climática ligados aos fenômenos oceânico-atmosféricos de micro, meso e grandes escalas às orientações e projeto do HIDROCLIMA-MG;

- Estabelecimento de análises acerca dos impactos da variabilidade climática sobre a produção agrícola no estado de Minas Gerais;
- Realização alertas baseados em análises de risco de condições potencialmente adversas e acionar os órgãos do setor agrícola e de defesa civil, oferecendo apoio às ações de resposta a desastres de ordem climática.

Entrega: P5 - Alertas Climáticos

Duração: 3 meses

6- Modelagem de Previsão do Tempo e Clima

Nesta de etapa busca-se a implementação de modelos de previsão do monitoramento hidrometeorológico, climático e agrometeorológico de Minas Gerais. Busca-se ainda o desenvolvimento do módulo de previsão do tempo e do clima no Estado, a fim de gerar as informações meteorológicas e agrometeorológicas necessárias para subsidiar os processos de tomada de decisão pela administração, visando orientar da melhor forma possível às atividades na: agricultura, defesa civil, previsão de eventos meteorológicos extremos (estiagens prolongadas ou enchentes), gerenciamento dos recursos hídricos, geração de energia, turismo, transporte e outros.

Resultados esperados:

- Difundir e sociabilizar as ações uso das informações de previsão do tempo e do clima confiáveis servirão de instrumento no apoio à política de desenvolvimento sustentável e, sua integração na preservação do meio ambiente e possibilitará antever os fenômenos meteorológicos do Estado de Minas Gerais, assegurando o respaldo técnico das tomadas de decisões gerenciais nas seguintes atividades:
- Gestão dos Recursos Hídricos (operação de reservatórios, abastecimento humano, dessedentação animal, geração de energia, monitoramento de rios, dentre outros);
- Defesa Civil (alerta quanto à ocorrência de eventos meteorológicos adversos, como eventos extremos de chuvas e longas estiagens);
- Agrometeorologia (aperfeiçoamento e ampliação das ações relacionadas ao sistema de monitoramento agrometeorológico da região a nível de localidade), previsão do índice de aridez, ET0 (Evapotranspiração potencial), etc.
- Preservação Ambiental (com destaque para os períodos de estiagens, quando aumentam os riscos de queimadas);
- Economia e Planejamento (construção civil, transporte, lazer, turismo, etc.).

As informações geradas poderão ser compartilhadas com diversos Órgãos estaduais e nacionais a fim de serem utilizados como entradas para sistema de zoneamento de risco agrícola e sistema de monitoramento agrometeorológico, bem como, nos modelos hidrológicos.

Entrega: P6 - Modelagem de Previsão do Tempo e Clima

Duração: 3 meses

7 - Efetivação do HIDROCLIMA-MG

Nesta etapa busca-se executar a efetivação do portal institucional e divulgação permanente dos produtos, em forma de dados e boletins, nas diversas formas de mídia existentes.

Resultados esperados:

- Difundir e sociabilizar as ações desenvolvidas no programa;
- Quadro técnico do setor público e privado treinado para o acesso e uso das ferramentas e produtos gerados pelo HIDROCLIMA-MG;
- Portal interativo e intuitivo, de caráter a oferecer produtos regulares e informações claras sobre as ferramentas utilizadas e resultados obtidos pelo HIDROCLIMA, com consulta aos dados existentes no sistema, tanto no formato de tabelas, gráficos, mapas e em ambiente GEO;
- Disposição no portal, de todos os produtos gerados pelo projeto, desde boletins, informes diários, mensais e sazonais, alertas e prognósticos de risco agroclimático, previsões de tempo e clima, todos os relatórios e produtos específicos para secretarias governamentais no atendimento às demandas geradas pelos usuários;
- Implantação dos sistemas HIDROCLIMA e SEBAHC com uma base sólida de dados hidroclimáticos para cada um dos municípios do estado de Minas Gerais e que representem todo o banco de dados levantado nas instituições propostas nestes termos, quanto de todas as variáveis geradas pela rede de estações agrometeorológicas e demais apresentadas pela ANA E IGAM, assim como dos produtos e serviços gerados pelo portal HIDROCLIMA-MG;
- A partir do portal WEB, gerar e dispor, de forma clara e de fácil acesso, as diversas informações, produtos e serviços propostos pelo HIDROCLIMA-MG;
- Dar suporte aos tomadores de decisão, ao Governo do Estado nas suas diversas ações, aos órgãos parceiros que se dispuseram na formatação da rede de dados hidroclimatológicos e ao usuário em geral, que necessite de informações agrícolas, de tempo, clima e de recursos hídricos.

Entrega: P7 - Efetivação do HIDROCLIMA-MG

Duração: 2 meses

8 - Gerenciamento e Manutenção Corretiva

Está etapa deve contemplar para atendimento às atividades de apoio ao gerenciamento de requisitos, demandas priorizadas pelo IGAM que possam impactar em evoluções ou melhorias nas funcionalidades e para manutenção corretiva a partir da implantação do Sistema de Gestão de Barragens na infraestrutura da STI/Sisema por 24 meses. O esforço dessa frente será aferido em Pontos de Função (PF), quando houve demandas para melhorias, evoluções e manutenção

corretiva ou em Unidades de Serviço Técnico (UST) para demandas de apoio gerencial, de análise de requisitos ou desenho da solução.

As melhorias identificadas serão objeto de validação conjunta pela CONTRATADA e IGAM.

Entrega: P8 - Manutenção

Duração: 24 meses

Equipe Técnica Mínima

A empresa de consultoria a ser contratada deverá ser especializada em desenvolvimento de sistema de informações, informatizados com uso de tecnologias de uso livre (opensource), com experiência comprovada na construção de ferramentas gerenciais de monitoramento de tempo, clima e recursos hídricos e elaboração de produtos, e deverá apresentar quadro técnico mínimo, conforme descrito abaixo. Os profissionais a serem apresentados na proposta deverão estar diretamente ligados a execução dos trabalhos e atividades do projeto. Após a contratação da empresa o quadro apresentado de profissionais deverá ser mantido a menos que ocorra motivo de força maior e que deverá ser devidamente justificado a CONTRATANTE e o profissional a ser substituído deverá ter o mesmo perfil proposto a seguir:

Equipe Técnica de Especialistas, perfil mínimo e quantidade mínima de profissionais:

Tabela 1: Especificações equipe.

Função	Quantidade de Profissionais (mínimo)	Qualificação
Gerente operacional - Gestor responsável pelo projeto Responsável pela Gestão de desenvolvimento do Projeto e orientação das atividades hidroclimáticas do HIDROCLIMA-MG.	1	Graduado em Meteorologia com no mínimo dez anos de experiência, após recebimento do diploma de formação; Mestre em Climatologia Agrícola com no mínimo dez anos de experiência após recebimento do diploma de formação do mestrado; Profissional com experiência em agrometeorologia e gestão de projetos e experiência em zoneamento agroclimático com no mínimo dez anos em trabalhos recentes (2011 a 2021);

		Participação em projeto da mesma linha de trabalho do SEIRA nos últimos 05 anos;
<p>Analista Programador 1</p> <p>Responsável pela estrutura de programação em que assentarão as funcionalidades do HIDROCLIMA-MG e do SEBACH, desempenhando a função de analista e de programador.</p>	3	<p>Profissional graduado na área de informática, com no mínimo 05 (cinco) anos de experiência após a graduação;</p> <p>Conhecimento em linguagens WEB, programação em PHP, SQL, javascript, Banco de Dados Postgresql, implantação de sistemas de informações e gerenciamento de desenvolvimento de sistemas.</p> <p>Experiência em HTML 5, programação em PHP, SQL, javascript e Banco de Dados Postgresql.</p>
<p>Programador WEB</p> <p>Responsável pelo desenvolvimento do site e aplicações voltadas para o ambiente da internet, “design” do sistema, desempenhando a função de programador e de suporte ao usuário e complemento das atividades de desenvolvimento do HIDROCLIMA-MG /SEBACH.</p>	1	<p>Programador com experiência em linguagens WEB (HTML 5, Responsive Web Design, Javascript) e suporte ao usuário.</p>
<p>Desenvolvedor e Programador de modelagem numérica da previsão do tempo e clima (Construção, instalação e operação de modelos numéricos de previsão do tempo e clima)</p> <p>Conhecimento teórico e prático em instalação e configuração de modelos de previsão do tempo e clima;</p> <p>Responsável pela instalação e configuração de modelos de previsão do tempo e clima conforme descrito no Módulo</p>	1	<p>Profissional graduado em Meteorologia, com no mínimo 10 (dez) anos de formado, com conhecimento em meteorologia dinâmica e sinótica;</p> <p>Experiência em programação FORTRAN, WEB, Java script, PHP, e processamento de alto desempenho e computação científica, especificamente em modelagem numérica de previsão do tempo e clima;</p> <p>Experiência em instalação e configuração de modelos de tempo e clima, com comprovação de atuação recente (mínimo dois anos atuais).</p>

Monitoramento do Tempo e Clima do HIDROCLIMA-MG.		
--	--	--

Cronograma

	Meses																								
Atividade - Etapa 01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Assinatura do Contrato	■																								
Plano de Trabalho (P1)		■																							
Metodologia (P2)			■	■																					
Módulo de Monitoramento Hidrometeorológico (P3)					■	■	■	■																	
Plataforma Web do HIDROCLIMA-MG (P4)							■	■	■																
Alertas Climáticos (P5)									■	■	■	■													
Modelagem de Previsão do Tempo e Clima (P6)											■	■													
Efetivação do HIDROCLIMA-MG (P7)													■	■											
Atividade - Etapa 02	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Conclusão da etapa 01	■																								
Gerenciamento e Manutenção Corretiva (P8)		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 1: Cronograma.

Precificação

A apresentação da proposta comercial deverá seguir a tabela:

Tabela 2: Precificação.

Especificação da entrega/produto	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Plano de Trabalho (P1)	01		
Metodologia (P2)	01		
Módulo de Monitoramento Hidrometeorológico (P3)	01		
Plataforma Web do HIDROCLIMA-MG (P4)	01		
Alertas Climáticos (P5)	01		
Modelagem de Previsão do Tempo e Clima (P6)	01		
Efetivação do HIDROCLIMA-MG (P7)	01		
Gerenciamento e Manutenção Corretiva (mensal)	24		