



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEAMA
AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH

Programa de Gestão Integrada de Recursos Hídricos e de Revitalização de Bacias do Espírito Santo - Programa Águas e Paisagem II

TERMO DE REFERÊNCIA Nº 001/2024

Acordo de Empréstimo 9519-BR e Acordo Subsidiário firmado entre a SEAMA e a AGERH, datado de
14/06/2024

TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO DO “PLANO DE GESTÃO DE RISCOS DE INUNDAÇÃO E CONCEPÇÃO DA ARQUITETURA DO SISTEMA DE MONITORAMENTO, PREVISÃO E ALERTA DE RISCO HIDROMETEOROLÓGICO E GEOLÓGICO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM”.

VITÓRIA - ES

Novembro de 2024



SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	4
2.	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	4
3.	ANTECEDENTES E CONTEXTO	5
4.	OBJETIVOS DA CONTRATAÇÃO	8
5.	ESCOPO DOS SERVIÇOS E PRODUTOS DO PGRI	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
5.1.	PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES	10
5.1.1.	Mobilização da equipe e reunião de partida	11
5.1.2.	Plano de comunicação, articulação e participação pública	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.1.3.	Plano de comunicação	12
5.1.4.	Mobilização Social, participação pública e articulação institucional	14
5.1.5.	Análise de informações básicas	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.1.6.	Visitas técnicas aos municípios	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.1.7.	Reunião de alinhamento	17
5.1.8.	Consolidação do detalhamento das tarefas	18
5.2.	LEVANTAMENTOS DE CAMPO	19
5.2.1.	Topobatimetria	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.2.2.	Cadastro de estruturas de transposição de talvegue	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.2.3.	Nivelamento de réguas fluviométricas	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.3.	DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
5.3.1.	Diagnóstico	23
5.3.2.	Prognóstico	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.4.	ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROPOSIÇÃO DE INTERVENÇÕES	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
5.4.1.	Estudo de alternativas	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.4.2.	Projetos conceituais	35
5.4.3.	Estimativa de custos	35
5.5.	ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE GESTÃO DE RISCO	36
5.5.1.	Diretrizes gerais	37
5.5.2.	Projetos conceituais	37
5.5.3.	Estimativa de custos	39
5.6.	PARTICIPAÇÃO PÚBLICA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
5.6.1.	Visitas técnicas aos municípios	41
5.6.2.	Consultas públicas	42
5.6.3.	Reunião pública	43
5.6.4.	Atividades complementares de participação pública	44
5.7.	PROPOSTA DO PLANO DE GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
5.7.1.	Consolidação dos escopos técnicos	47
5.7.2.	Proposição de ações	47
5.8.	RELATÓRIO E PRODUTOS FINAIS DO PGRI	49
5.8.1.	Relatório final	49
5.8.2.	Base de dados geoespacial	<i>Erro! Indicador não definido.</i>
5.8.3.	Relatório da Reunião Pública	50
5.8.4.	PGRI consolidado	50
5.8.5.	Sumário executivo	51
6.	ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS E PRODUTOS DO SMPA	51
6.1.	SISTEMA DE MONITORAMENTO	53
6.1.1.	Monitoramento hidrológico	53
6.1.2.	Monitoramento de estabilidade de encostas	54



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEAMA
AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH

6.2.	SISTEMA DE PREVISÃO	55
6.2.1.	<i>Concepção do sistema de previsão</i>	55
6.2.2.	<i>Implementação dos modelos hidrológico e hidráulico</i>	56
6.2.3.	<i>Sistema de previsão e gerenciamento de banco de dados</i>	57
6.2.1.	<i>Previsão de chuva para risco geológico</i>	58
6.3.	SISTEMA DE ALERTA	59
6.3.1.	<i>Concepção do SMPA</i>	59
6.3.2.	<i>Mapeamento de risco</i>	60
7.	INSUMOS A SEREM FORNECIDOS	62
8.	EQUIPE E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
9.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO SUGERIDO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.



1. APRESENTAÇÃO

O Espírito Santo inicia um novo ciclo na gestão de recursos hídricos ao implementar o Programa Águas e Paisagem II, apoiado pelo Banco Mundial. Este Programa representa um avanço significativo, à medida que o Estado se prepara para desempenhar um papel ativo na execução da Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e na Revitalização de Bacias Hidrográficas, promovendo assim uma administração mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos.

O Programa Águas e Paisagem II (PAPII) promoverá a revitalização de bacias hidrográficas e implementará ações direcionadas para aprimorar a governança e o gerenciamento dos recursos hídricos. Essas iniciativas serão integradas ao fortalecimento do sistema de proteção e defesa civil, com o objetivo de ampliar a capacidade de resposta, prevenção e defesa contra eventos hidrológicos extremos.

Este documento apresenta o Termo de Referência (TdR) que orientará a contratação de serviços de consultoria, prestados exclusivamente por pessoa jurídica, para a elaboração de plano de gestão de riscos de inundação e da concepção da arquitetura do sistema de monitoramento, previsão e alerta de risco hidrometeorológico e geológico na bacia hidrográfica do rio Itapemirim.

A contratação visa duas grandes ferramentas de gestão de desastres naturais no rio Itapemirim: (1) Plano de gestão de riscos de inundação (PGRI) e (2) Concepção do sistema de monitoramento, previsão e alerta de inundações e movimento de massas (SMPA). Ambas as ferramentas de gestão devem fazer parte dos serviços objeto destes TdR e têm seu escopo detalhado nos itens a seguir.

2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência dos estudos objeto da contratação é toda a bacia hidrográfica do rio Itapemirim. Segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim¹, a bacia, localizada na região sul do estado do Espírito Santo, possui uma área de drenagem em torno de 6.181 km² e abrange 17 municípios: Alegre, Atílio Vivacqua, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo, Conceição de Castelo, Ibitirama, Irupi, Jerônimo Monteiro, Muniz Freire

¹ <https://agerh.es.gov.br/cbh-itapemirim/plano-de-bacia>



e Venda Nova do Imigrante em sua totalidade, e parcialmente os municípios de Ibatiba, Lúna, Muqui, Itapemirim, Marataízes, Presidente Kennedy e Vargem Alta; além de uma pequena porção do município mineiro de Lajinha.

Ao longo dos estudos, caso algum dos municípios acima não seja objeto de determinada análise ou de proposição de ações de algum tipo, o motivo de exclusão deverá ser tecnicamente justificado pela CONTRATADA.

A Figura 1 apresenta a bacia do rio Itapemirim, os principais rios e a localização das áreas urbanas na abrangência do estudo. Foram consideradas no escopo todas as áreas urbanas da sede de municípios na bacia. Além das sedes municipais, estão contempladas as localidades (distritos) situados ao longo de rios principais (sendo estes com área de drenagem maior ou igual a 500 km², conforme ilustrado na Figura 1).

Figura 1. Situação e localização da área de abrangência objeto da contratação.

3. ANTECEDENTES E CONTEXTO

Há registros de inundação na bacia do rio Itapemirim desde o início do século passado, no entanto, as cidades cresceram consideravelmente nas últimas décadas, aumentando as áreas de risco e assim, a frequência de eventos de inundação. Segundo os dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, no período de 1991 a 2012, dos 17 municípios da bacia, apenas 2 não foram afetados por eventos de inundação ou enxurrada, quando foram registrados nos municípios da bacia 116 eventos desta natureza. De acordo com informações do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), no período de 2013 a 2022, os prejuízos econômicos decorrentes de eventos hidrológicos extremos, incluindo movimentos de massa, nos municípios da bacia do rio Itapemirim foram de cerca de 670 milhões de reais².

No período mais recente, merece destaque a inundação de 2020, classificada como uma das mais significativas da história, que impactou municípios ao longo dos principais rios da bacia,

² Referente a valores corrigidos para 2022 sobre danos materiais, públicos e privados, com inundações, enxurradas e movimentos de massas, obtidos do Banco de dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil, acessado em <http://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/downloads.xhtml>



incluindo o rio Castelo e o próprio rio Itapemirim. Além disso, é relevante mencionar os eventos ocorridos em 2022 e 2023, caracterizados por chuvas torrenciais localizadas que resultaram em transbordamentos nos córregos urbanos.

O fato de que no período de quatro anos tenham ocorrido três anos com eventos severos de chuvas e suas consequências sobre as cidades indica uma tendência de agravamento de eventos naturais extremos, corroborando a necessidade de investimentos e esforços na gestão de risco de inundações.

Os eventos de inundação e deslizamento de encostas ocorridos na região serrana do Estado do Rio de Janeiro em 2011 precipitaram a organização do setor de defesa civil em nível nacional, resultando no marco legal que instituiu a Política Nacional e o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei Federal no. 12.608/2012). Os estados também passaram a desenvolver seus programas e planos de enfrentamento de eventos extremos, em especial na região Sudeste do Brasil, onde os eventos de inundação, enxurrada e movimento de massas em encostas têm se intensificado no período de verão e a frequência de ocorrência vem recentemente aumentando os prejuízos e vítimas.

No Espírito Santo, o Decreto 3140-R/2012 instituiu o Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil, com a definição das ações de prevenção, preparação e resposta do Estado para minimização dos impactos dos desastres. A norma também instituiu o Comitê Estadual de Combate às Adversidades Climáticas. Nesse contexto, incluindo municípios na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, o Plano de Redução de Riscos vem proporcionando a elaboração de Planos Diretores de Manejo de Águas e Planos Municipais de Redução de Riscos nas cidades mais afetadas. Foram 17 municípios contemplados pelo Estado com tais planos, sendo quatro deles na bacia do rio Itapemirim. Na mesma linha de atuação, se enquadram ainda o Programa Capixaba de Mudanças Climáticas e o Programa de Gestão Integrada das Águas e da Paisagem, atualmente iniciando sua segunda etapa, na qual está inserido o projeto objeto deste TdR.

As ações de elaboração do PGRI e da concepção do SMPA se enquadram no Programa de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos e Revitalização de Bacias Hidrográficas (Programa Águas e Paisagem II), que, entre outros aspectos, visa dotar o Estado de uma estratégia de



longo prazo com vistas à mitigação de riscos e desastres relacionados a deslizamentos e inundações.

As ações a serem propostas no PGRI devem ser aderentes à realidade local e ao atual estágio de desenvolvimento econômico e social do Brasil e da área de estudo, desta forma, com pronta aplicabilidade e com resultados que possam ser percebidos no curto prazo. Por outro lado, tais ações devem estar alinhadas e não devem confrontar as melhores práticas mundiais de gestão de risco de inundação, com especial destaque para as diretivas europeias de enfrentamento de eventos extremos e mudanças climáticas. Assim, as soluções propostas devem atender imediatamente aos anseios das comunidades em situação de risco de inundação, mas com a segurança e sustentabilidade no longo prazo, proporcionadas pelas diretivas europeias para gestão de riscos de desastres, bem como as normas ambientais e sociais do Banco Mundial aplicáveis ao Programa.

É importante destacar que a bacia hidrográfica do Rio Doce dispõe de um Sistema de Alerta Hidrológico, operado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), que compreende os municípios capixabas situados às margens do rio Doce (Baixo Guandu, Colatina e Linhares) e tem subsidiado de forma satisfatória as ações de resposta aos eventos hidrológicos extremos (inundações e secas). Contudo, o modelo hidrológico utilizado no SACE Doce não se aplica às demais bacias capixabas, devido as suas diferenças fisiográficas, que reflete no tempo de concentração das chuvas.

O processo de transição entre abordagens reativas aos desastres naturais para abordagens proativas de gestão de riscos, com ênfase em soluções baseadas na natureza (SBN) para reduzir os riscos de inundações, e a abordagem integrada de Gestão de Recursos Hídricos (GRH) e Gestão de Risco de Desastres (GRD) na Bacia do Itapemirim servirá de piloto para futura aplicação nas demais regiões hidrográficas do Estado.

Ainda, os aspectos de mudanças climáticas devem ser abordados, não apenas de forma conceitual, mas quantitativamente, de modo a serem efetivamente incorporados nas soluções de proteção e prevenção de inundações.



4. OBJETIVOS DA CONTRATAÇÃO

A contratação orientada por este TdR tem o objetivo de dotar o Estado do Espírito Santo de duas ferramentas de preparação e resposta para situações de desastres naturais na bacia hidrográfica do rio Itapemirim:

- Plano de gestão de riscos de inundação (PGRI);
- Sistema de monitoramento, previsão e alerta (SMPA).

Os objetivos do PGRI são:

- Estimular e garantir a articulação institucional, a participação ativa dos stakeholders e o engajamento da comunidade na gestão de riscos de inundação na bacia hidrográfica do rio Itapemirim.
- Realizar um diagnóstico dos problemas de inundação ribeirinha e enxurradas na bacia;
- Elaborar cenários futuros de desenvolvimento, incluindo aspectos de mudanças climáticas;
- Propor um conjunto de medidas para minimização dos efeitos de inundações, incluindo intervenções e ações de gestão, de forma articulada com outros instrumentos de planejamento de recursos hídricos, ordenamento de uso do solo, saneamento e defesa civil;
- Incorporar a questão de gênero ao planejamento de gestão de riscos de inundação, promovendo a inclusão de mulheres e outros grupos vulneráveis nas análises e eventos de participação pública no âmbito do PGRI.

Os objetivos relacionados ao SMPA são:

- Avaliar a rede de monitoramento hidrológico na bacia, em especial, a rede telemétrica, consolidar a base de informações hidrológicas e propor melhorias na rede do ponto de vista de representatividade espacial da informação e de funcionalidade para aquisição e transmissão de dados em tempo real;



- Propor a rede de monitoramento de estabilidade de encostas em áreas de risco geológico na bacia;
- Estabelecer os critérios e especificar as ferramentas e procedimentos para elaborar o sistema de previsão e alerta de níveis de cheia e de movimentos de massa e incorporá-los ao sistema de alerta em funcionamento;
- Implementar a modelagem hidrológica e hidráulica contínua na bacia, bem como a previsão de níveis de cheia e áreas inundadas em tempo real para eventos observados da série histórica, preparando e calibrando os modelos computacionais, entregando-os aptos para futuro uso operacional;
- Consolidar as informações de mapeamento e estudos existentes de risco geológico e elaborar o mapeamento de risco de inundação na bacia do rio Itapemirim, especificando os recursos e serviços necessários para melhoria dos mapas para a fase de implantação e operação do sistema;
- Incorporar a questão de gênero ao sistema de mapeamento e alerta de riscos de inundação e movimentos de massa, promovendo a inclusão de mulheres e grupos vulneráveis nesta componente de gestão dos desastres naturais;
- Implementar os procedimentos e ferramentas de aquisição, processamento e de gerenciamento de banco de dados do sistema operacional de simulação hidrológica e hidráulica contínua e de previsão e alerta de inundação e de movimento de massas na bacia em “ambiente de homologação”, especificando os serviços para desenvolvimento da arquitetura e operacionalização do sistema no “ambiente de produção. Ou seja, deverá ser elaborar a arquitetura, implementados os modelos hidrológico e hidráulico e de previsão de vazões, níveis, e áreas inundáveis, bem como as ferramentas de aquisição, processamento e armazenamento de dados necessárias para a fase de verificação dos modelos, especificando em um TdR os serviços e recursos para elaboração do sistema a ser implantado de forma operacional em uma futura contratação.

Ressalta-se que não é objetivo da contratação:



- A estruturação do setor de drenagem urbana nos municípios, o que deve ser objeto dos planos municipais de águas pluviais. Assim, não serão avaliadas no âmbito do PGRI medidas de drenagem urbana com o foco em alagamentos, mas apenas em inundações e enxurradas (extravasamento de rios e córregos urbanos);
- A implantação do SMPA de modo operacional, ou seja, em “ambiente de produção”.

Os itens a seguir apresentam o detalhamento do escopo dos serviços a serem contratados para que se atinjam os objetivos expostos para o PGRI (Item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e para o SMPA (Item 6).

5. ESCOPO DOS SERVIÇOS E PRODUTOS DO PGRI

Os itens a seguir descrevem o escopo dos serviços objeto deste TdR para a componente do PGRI, com ênfase nos resultados e produtos esperados e nas respectivas atividades previstas para a execução dos produtos. O PGRI está dividido nas seguintes etapas:

- Planejamento das atividades;
- Levantamentos de campo;
- Diagnóstico e prognóstico;
- Estudo de alternativas e proposição de intervenções;
- Análise e proposição de medidas de gestão de risco;
- Proposta do PGRI;
- Relatórios e produtos finais do PGRI.

Cada etapa implica na entrega de um produto técnico específico. Adicionalmente, a participação pública constituirá uma parte essencial dessas etapas, na qual os instrumentos e eventos planejados também resultarão em produtos técnicos específicos, conforme detalhado nos itens a seguir.

5.1. PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

Esta etapa, que também servirá à componente de SMPA (item 6), contempla as seguintes atividades:



- Mobilização da equipe e reunião de partida;
- Plano de comunicação;
- Mobilização social, participação pública e articulação institucional;
- Análise de informações básicas de histórico de problemas, hidrologia e topografia;
- Visitas técnicas aos municípios;
- Reunião de alinhamento;
- Consolidação do planejamento das atividades.

5.1.1. Mobilização da equipe e reunião de partida

No início das atividades, está prevista uma reunião de partida *on-line* para organização dos serviços com a Comissão de Acompanhamento do Estado (CAE), que deverá ser instituída por meio de instrução normativa conjunta da AGERH³, CEPDEC⁴, IJSN⁵ e PRODEST⁶. O objetivo da CAE é integrar as ações da AGERH relacionadas à gestão de recursos hídricos e eventos hidrológicos extremos, da CEPDEC, responsável pelo Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (Plano de Contingência aos desastres no Espírito Santo), do IJSN, responsável pela organização de bases de dados estatísticos e georreferenciados, e da PRODEST, responsável pelas soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação no estado.

Na reunião de partida deverão ser tratados aspectos técnicos de expectativas da CONTRATANTE com os serviços, bem como definidas questões práticas do contrato, como atribuições da equipe e fiscalização, formas de comunicação, prazos de entrega e revisão, medição e aprovação dos produtos, entre outros temas que se julgar necessário. Ainda, deverá ser discutida a estratégia para as visitas técnicas aos municípios e para os serviços de topobatimetria e nivelamento.

³ <https://agerh.es.gov.br/>

⁴ <https://defesacivil.es.gov.br/>

⁵ <https://ijsn.es.gov.br/>

⁶ <https://prodest.es.gov.br/>



Toda a equipe-chave da CONTRATADA deverá estar presente na reunião. As subcontratações necessárias e profissionais de apoio deverão ser apresentados e nominados, destacando os prazos para início das atividades dos serviços de campo.

5.1.2. Plano de comunicação, articulação e participação pública

Nesta fase de planejamento do contrato deve ser elaborado plano de comunicação, articulação e participação pública com a descrição das ações que devem ser empreendidas no âmbito do contrato. Deve ser identificado o público-alvo de cada componente de ação: comunicação, articulação institucional e participação pública.

O Plano deve, no mínimo:

- Prever ações de envolvimento da comunidade e de atores participantes do processo de gerenciamento de risco de inundação (stakeholders), de divulgação do andamento dos serviços e dos resultados;
- Abordar questões de interface da CAE com outras instituições e dos arranjos institucionais necessários para o êxito do contrato;
- Prever as ações de comunicação com a população afetada/beneficiada pelos trabalhos, em especial com relação aos serviços de campo a serem realizados (item 5.2);
- Contemplar aspectos de gênero e de comunidades vulneráveis, prevendo a participação efetiva destes grupos no acompanhamento dos estudos;
- Contemplar também os eventos de participação pública já previstos neste TdR (item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), fazendo uma crítica e avaliando a necessidade de melhorias no modelo proposto.

5.1.3. Plano de comunicação

Durante a etapa de planejamento, é responsabilidade da CONTRATADA elaborar um plano de comunicação. Este plano deve detalhar as ações a serem realizadas no âmbito do contrato, identificando com precisão o público-alvo, estabelecendo os canais de



comunicação a serem utilizados e definindo estratégias para garantir uma comunicação eficaz e transparente ao longo de todo o processo de gestão de riscos de inundação.

O plano de comunicação é essencial para divulgar as etapas do processo, mobilizar a comunidade e envolver as partes interessadas. Ele assegura a transmissão clara, acessível e oportuna de todas as informações relevantes, promovendo a transparência e o engajamento público durante toda a elaboração do PGRI e do SMPA.

O documento deve conter basicamente:

- Identificação dos públicos-alvo, que abrange moradores locais, autoridades municipais, instituições governamentais e não governamentais pertinentes, além de outros grupos relevantes;
- Definição dos canais de comunicação mais apropriados para cada público-alvo, que podem incluir reuniões comunitárias, redes sociais, sites, rádio local, entre outros meios de comunicação;
- Elaboração de estratégias para garantir a acessibilidade e inclusão de grupos vulneráveis, como idosos, pessoas com deficiência, entre outros, assegurando que suas vozes sejam ouvidas e consideradas no processo de tomada de decisão. Isso inclui um foco especial na promoção da participação das mulheres, reconhecendo sua importância na gestão de riscos de inundação e garantindo sua representatividade e envolvimento ativo em todas as etapas do processo, juntamente com a efetiva participação desses grupos no acompanhamento dos estudos;
- Elaboração de materiais de comunicação adequados, como *flyers*, *folders*, cartazes, vídeos e outros recursos visuais, utilizando uma linguagem acessível e inclusiva para atingir todos os públicos-alvo;
- Implementação de ações que promovam o envolvimento da comunidade e dos atores participantes do processo de gerenciamento de riscos de inundação (*stakeholders*), além de divulgar o progresso dos serviços e os resultados obtidos;
- Abordagem das questões de interface da CAE com outras instituições e dos arranjos institucionais necessários para o êxito do contrato;



- Planejamento de ações de comunicação com a população afetada/beneficiada pelos trabalhos, especialmente em relação aos serviços de campo a serem realizados;
- Criação de canal de comunicação interativo que permita aos moradores, de forma contínua, oferecer contribuições, empoderando a população para compartilhar seus conhecimentos locais de maneira virtual, adaptando-se às particularidades de cada localidade;
- Elaboração de um plano de monitoramento e avaliação para acompanhar a eficácia das estratégias de comunicação e engajamento comunitário. Esse plano inclui uma avaliação crítica dos eventos de participação pública, visando identificar oportunidades de melhoria no modelo proposto;
- Cronograma de execução contendo as atividades detalhadas do Plano.

5.1.4. Mobilização Social, participação pública e articulação institucional

Para um plano de comunicação ser eficaz, é fundamental contar com uma mobilização social efetiva. Portanto, cabe a CONTRATADA no decorrer da elaboração do PGRI, implementar ações apropriadas de mobilização social, a partir das estratégias definidas no plano de comunicação, objetivando o engajamento dos cidadãos, líderes comunitários, organizações da sociedade civil, autoridades locais e os diversos atores, promovendo assim uma participação pública significativa nas atividades planejadas no contexto do Plano de Gestão de Riscos de Inundação.

Durante o desenvolvimento do PGRI, a CONTRATADA deverá fomentar a participação pública, assegurando que ocorra de forma contínua ao longo do processo, sem se restringir a momentos específicos. Isso permite que os atores envolvidos se apropriem do processo de planejamento, expressando suas opiniões e permitindo que o PGRI reflita as necessidades das comunidades afetadas.

Desse modo, a mobilização social pode ser considerada uma etapa inicial e fundamental para criar um ambiente propício para estimular a participação pública no contexto do PGRI. Para tanto, a CONTRATADA viabilizará a organização de reuniões comunitárias, oficinas, consultas públicas, entre outras ações concernentes ao PGRI. Estas ações devem priorizar a questão de gênero e grupos vulneráveis, proporcionando oportunidades para que os



cidadãos aprendam sobre os riscos de inundação, discutam suas preocupações e contribuam com ideias para mitigação e resposta a esses riscos.

Quanto a articulação institucional, esta diz respeito à organização de reuniões de coordenação e colaboração entre as diversas instituições e partes interessadas envolvidas na construção do PGRI e SMPA para garantir uma comunicação eficaz e alinhamento de objetivos.

A CONTRATADA, com o apoio da AGERH, promoverá a articulação institucional por meio da realização de reuniões estratégicas, cuja frequência será determinada no plano de trabalho, envolvendo os diversos atores relevantes e incentivando o compartilhamento de informações, a discussão de estratégias e o planejamento de ações conjuntas.

Portanto, ao desenvolver e implementar o PGRI, é fundamental integrar estratégias de comunicação, mobilização social e articulação institucional para garantir o engajamento e apoio contínuo da comunidade. Somente com uma abordagem abrangente e colaborativa, é possível construir comunidades mais seguras e resilientes diante dos desafios das inundações.

As atividades de participação pública estão detalhadas no item 5.6, o qual aborda especificamente essa componente.

5.1.5. Análise de informações básicas

Na etapa de planejamento devem ser compilados e revisados os estudos, projetos, planos e bases de dados existentes sobre a área de estudo pertinentes ao tema do trabalho. Devem ser conhecidos desde o início do trabalho, no mínimo, os seguintes documentos e bases de dados:

- Os Planos Diretores de Águas Pluviais (PDAPs)⁷ e os Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR) dos municípios de Alegre, Castelo, Ibatiba e Vargem Alta;
- O Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC)⁸ do Espírito Santo;

⁷ <https://sedurb.es.gov.br/plano-de-reducao-de-risco-2>



- Os planos municipais de contingência;
- O Programa Reflorestar do Estado do Espírito Santo⁹;
- Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nos setores censitários, desagregados por gênero, renda e outros aspectos relevantes que possibilitem estimar a vulnerabilidade a inundações e movimentos de massa de forma mais precisa e abrangente;
- As ortoimagens de alta resolução (pixel de 25 cm) e os produtos derivados, Modelo Digital do Terreno (MDT) e de Superfície (MDS) disponíveis para toda a área de abrangência do projeto na Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do Estado do Espírito Santo, denominada Geobases¹⁰;
- O banco de dados da rede de monitoramento hidrológico da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), o Hidroweb¹¹, e do Estado do ES, a ser disponibilizado no início dos trabalhos;
- O mapeamento de Setorização de áreas de risco hidrológico e geológico, da CPRM;
- Relatório de levantamento de dados e análise da vulnerabilidade a desastres naturais para elaboração de mapas de risco e apresentação de proposta de intervenções para a prevenção de desastres, do Ministério da Integração Nacional ;
- Base de dados de vistorias de risco geológico da CEPDEC.

As informações avaliadas nesta etapa deverão propiciar o conhecimento inicial sobre os problemas de inundação na bacia e sobre as necessidades de levantamento de campo, permitindo o detalhamento das ações e consolidação do planejamento das atividades.

5.1.6. Visitas técnicas aos municípios.

Na etapa de planejamento deverão ser organizadas, com a coordenação da CAE, e realizadas pela CONTRATADA, visitas a todos os municípios na área de abrangência do projeto, com o

⁸ <https://defesacivil.es.gov.br/publicacoes-2>

⁹ <https://www.es.gov.br/programa-reflorestar>

¹⁰ <https://geobases.es.gov.br/novas-imagens-map-es-2012-2015-sem-ecw>

¹¹ <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>



foco em áreas de risco de inundação ou movimentos de massa (deslizamento de encostas). As visitas técnicas têm como objetivo a familiarização com o padrão de ocupação da cidade no entorno dos rios em áreas de encosta, bem como a verificação de situações específicas a serem consideradas no planejamento dos serviços de campo, como características da calha dos rios e de encostas com ocupação, dificuldades de acessos, marcas de cheia e réguas a serem niveladas, entre outros.

As visitas deverão produzir um relatório técnico com a descrição dos aspectos observados em cada local visitado, orientando os levantamentos topobatimétricos, cadastrais e de nivelamento, bem como servirão como ferramentas de participação pública (conforme descrito no item 5.6.1). Os profissionais que realizarem as visitas devem ter experiência em serviços de campo e em estudos de simulação hidráulica de rios ou projetos de drenagem pluvial ou prevenção de inundações e de monitoramento de estabilidade de taludes. A definição dos locais vistoriados é de responsabilidade da CONTRATADA, devendo considerar ao menos uma visita por município, contemplando, no mínimo, um local de risco hidrológico e um de risco geológico (quando houver).

5.1.7. Reunião de alinhamento

Com base nas visitas técnicas e análise de informações básicas, será realizada reunião presencial com a Comissão de Acompanhamento do Estado (AGERH, CEPDEC, IJSN e Prodest) para alinhamento de atividades, escopo e expectativas. Nesta ocasião, a CONTRATADA deverá expor:

- Os riscos identificados para o cumprimento adequado do escopo, sugerindo ações de mitigação e correção;
- Quais informações julga serem importantes de serem levantadas nos municípios e no estado com apoio da AGERH;
- Os detalhes dos levantamentos propostos, apresentando os locais e quantitativos previstos, bem como as questões logísticas (A CONTRATADA deverá providenciar os materiais gráficos impressos ou de apresentação de vídeo necessários para ilustrar o planejamento de campo);



- O cronograma ajustado de atividades, que irá compor o planejamento das atividades consolidado;
- Outros aspectos que julgar pertinente.

Devem comparecer à reunião o coordenador da equipe e aqueles componentes da equipe-chave da CONTRATADA que tratarão dos aspectos técnicos da reunião.

5.1.8. Consolidação do detalhamento das tarefas

Esta atividade consiste na consolidação do detalhamento e do planejamento das atividades.

O documento deverá trazer:

- Detalhamento das atividades de gabinete previstas, vinculando equipe e responsáveis;
- Detalhamento dos serviços de campo, especificando os levantamentos a serem realizados, informando equipes que serão alocadas, produtividade esperada, prazos previstos para entrega, roteiros, formato e escalas de apresentação dos desenhos, avaliando as dificuldades esperadas com acesso, nivelamento de réguas existentes, interrupção de tráfego e necessidade de maquinário e apoio para roçada, desassoreamento e abertura de poços de visita. Deve acompanhar um mapa com a localização dos trechos de rios a serem levantados, áreas urbanas, estações fluviométricas convencionais e com telemetria, e quantitativo de seções topobatimétricas, cadastro de obstruções e travessias;
- Consolidação dos componentes da equipe da CONTRATADA e respectivas funções;
- Encaminhamento das minutas de Anotações de Responsabilidade Técnica para aprovação;
- Apresentação da equipe da CAE;
- Formas de documentação das atividades e padronização de documentos;
- Formas de comunicação entre a CONTRATADA e a CONTRATANTE;
- Procedimentos de medição, revisão e faturamento;



- Apresentação de datas para realização de reuniões mensais (virtuais) e trimestrais (presencial) entre o coordenador e supervisão do contrato de forma a avaliar os procedimentos e outras questões relativas ao bom andamento dos trabalhos;
- Consolidação do cronograma (com discretização semanal).

PRODUTO 1. Relatório técnico de consolidação do detalhamento das tarefas.

Relatório com o detalhamento do planejamento das atividades consolidado. Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Deve trazer em anexo os relatórios das visitas técnicas e o mapa do planejamento dos levantamentos de campo.

5.2. LEVANTAMENTOS DE CAMPO

Estão previstos os serviços de levantamentos de campo de topobatimetria, cadastro de obstruções e travessias e nivelamento de marcas de cheia e estações fluviométricas. São, no mínimo, 1790 seções transversais ao todo, que devem atender tanto aos estudos do PGRI quanto do SMPA. Os quantitativos foram divididos em áreas urbanas e rurais e de acordo com o porte das drenagens da seguinte forma:

- Áreas rurais: 190 seções topobatimétricas, distribuídas ao longo de cerca de 190 km de rio, com largura média de 100 metros;
- Áreas urbanas: 1600 seções topobatimétricas, distribuídas ao longo de cerca de 160 km de rios e córregos, sendo 670 seções com largura média de 100 metros e 970 seções com largura média de 20 metros.

Os levantamentos topobatimétricos em áreas urbanas variam de seções transversais de cerca de 5 metros, em córregos com áreas de drenagem de cerca de 20 km², a seções com mais de 100 metros de extensão, na foz do rio Itapemirim. Em áreas rurais as seções devem ser levantadas em rios com área de drenagem de aproximadamente 500 km² ou superior, com larguras médias de 100 metros (maiores a jusante e menores a montante). Importa a obtenção de pontos cotados além da calha molhada, para que possam ser realizadas as



verificações de referencial altimétrico do MDE que será utilizado na extensão das seções, bem como os procedimentos de criação de um MDE único consistente combinando canal e planície. A definição da extensão de cada seção transversal implica na consistência do produto, que é responsabilidade da CONTRATADA.

O nivelamento de réguas, marcos de postos fluviométricos, marcas de cheias, travessias e demais obstruções na rede de drenagem estão incluídos no quantitativo de seções transversais e topobatimetria. Assim, devem ser posicionadas seções topobatimétricas aproveitando para cadastro e nivelamento de tais características.

5.2.1. Topobatimetria

O levantamento topobatimétrico deve respeitar as seguir as orientações:

- O levantamento deverá ser realizado com *datum* vertical em Imbituba e horizontal SIRGAS 2000;
- Todas as seções topobatimétricas devem ser executadas transversalmente (em 90 graus) ao curso do rio (pode variar da calha menor para a calha maior);
- Na parte seca, deve se priorizar locais em que se possa levantar as cotas do terreno efetivamente, sem interferências, como edificações;
- As seções transversais devem ter seus pontos cotados iniciando sempre na margem esquerda, de modo que sejam visualizadas em planta no sentido do fluxo do rio. Procurar o ponto mais alto do terreno para iniciar/finalizar a seção. Interessante iniciar/finalizar a poligonal na mesma elevação (em que possivelmente a água não atinja em uma cheia extraordinária). Se esta cota for atingida, a poligonal pode ser finalizada;
- Quando realizado com bastão, as seções transversais topobatimétricas devem ser levantadas com pontos cotados com espaçamento máximo de 1 (um) metro, com no mínimo 5 pontos caracterizando a calha molhada e ao menos 1 metro de altitude acima do nível d'água normal;
- Quando necessário, o levantamento batimétrico deverá ser realizado utilizando



ecobatímetro com receptores GNSS RTK;

- Os marcos de apoio devem ser nivelados até marco conhecido referenciado ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro);
- Deve ser anotada a elevação do nível d'água na ocasião do levantamento em cada seção transversal;
- Deve ser realizado o registro fotográfico do levantamento topográfico, contemplando, em cada seção, a vista do local de interesse e do rio a montante e a jusante.

5.2.2. Cadastro de estruturas de transposição de talvegue

As estruturas de transposição de talvegue, como pontes, pontilhões e bueiros, devem ser cadastradas em planta e por meio de seções transversais. Devem ser levantadas, tanto na face de montante, quanto na face de jusante, as informações de posição, dimensão e cotas de galerias e muros ala (no caso de bueiros) e tabuleiros (geratriz inferior e superior), guarda-corpo, pilares, blocos de fundação e encontros (no caso de pontes), bem como a batimetria na seção molhada e o nível d'água na ocasião do levantamento.

Adicionalmente, deve ser anotada a largura da travessia (vista em planta). Caso a ponte seja em aclave, as informações de cotas do tabuleiro devem ser anotadas em cada extremo, próximo ao encontro. Anotar o nível d'água na ocasião do levantamento. Quanto a espessura do tabuleiro, destaca-se que deve contemplar desde o greide da via até o infradorso das vigas. Alternativamente a espessura, podem ser fornecidas as cotas do greide e do infradorso da viga. Em pontes em arco, deve ser representada na seção transversal as cotas do infradorso em toda a extensão da estrutura.

5.2.3. Nivelamento de réguas fluviométricas

É indispensável para o adequado ajuste do modelo hidráulico a verificação dos referenciais de nível das réguas dos postos fluviométricos convencionais e telemétricos do rio Itapemirim. Assim, deverão ser executadas seções topobatimétricas nas seções de medição dos pontos fluviométricos em operação contemplando o cadastro dos marcos dos postos, permitindo a verificação/correção altimétrica para adequar ao sistema SIRGAS 2000. Além



de cadastrar os marcos, devem ser verificados os níveis dos topos de cada lance (cada 100 cm) de régua não submerso, realizando os registros fotográficos.

Os levantamentos topobatimétricos deverão ser entregues em:

- Desenhos no formato A1: dividido por trechos de rio, apresentando as seções em planta e em corte. Em planta devem aparecer os pontos cotados sobre as linhas e, em cortes (xy), os pontos cotados, da margem esquerda para a direita. Cada seção dos cortes e planilha deve ser identificada por um código único (ID) identificado em planta;
- Planilha com as seções transversais topobatimétricas em formato XY (X sendo a estaca da poligonal da seção transversal, partindo SEMPRE da margem esquerda, e Y sendo a elevação). Cada seção deve ser identificada por um código único que deve constar na planta;
- Memorial descritivo do levantamento planialtimétrico, informando equipamentos utilizados com especificação técnica do fabricante, ajustamento, quando utilizado GPS, acompanhado das planilhas de fechamento das poligonais e da monografia dos marcos e relatório fotográfico realizado.
- Arquivos *.dwg* e *.shp* para incorporação à base de dados geoespacial do projeto.

PRODUTO 2. Relatório técnicos dos levantamentos de campo.

Devem constar em anexo todos os elementos descritos no TdR com relação aos levantamentos de campo, bem como os arquivos digitais revisados e consolidados. Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo.

5.3. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO

Esta etapa do PGRI tem como objetivo a consolidação do conhecimento sobre os problemas de inundação na bacia no cenário atual (diagnóstico) e as projeções da situação em cenários futuros (prognóstico).



5.3.1. Diagnóstico

O diagnóstico contempla o conhecimento do problema de inundações na bacia do rio Itapemirim, os estudos hidrológicos e a verificação hidráulica do sistema de macrodrenagem. O objetivo do diagnóstico é o de identificar e entender os problemas de inundação na bacia, incorporando o conhecimento já relatado e fornecendo os elementos técnicos de capacidade da rede através da simulação hidráulica. Nesta etapa devem ser identificados, localizados e quantificados os perigos de inundação, a exposição e as vulnerabilidades (ou danos potenciais) e os riscos, estimados em função da exposição e vulnerabilidade da área de inundação.

Conhecimento do problema

O conhecimento do problema envolve a pesquisa e revisão de bancos de dados, sistemas de informação, estudos, planos, projetos e aspectos sociais, legais, econômicos, históricos, culturais e institucionais que permitam o entendimento dos problemas de inundação na bacia de forma ampla. Trata-se da compilação e análise dos dados secundários. Deverão ser compilados e revisados, no mínimo, os seguintes documentos:

- Planos diretores municipais;
- Planos municipais de águas pluviais¹² e correlatos;
- Planos de contingência estadual¹³ e municipais;
- Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Itapemirim¹⁴;
- Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH)¹⁵.

Com base nas séries históricas de chuvas na bacia, devem ser elaboradas isoietas de médias anuais e máximas anuais e diárias. Os mapas de isoietas devem ser discutidos com foco na análise de locais mais propícios a enxurradas e inundações. As isoietas devem ser úteis também para o produto de SMPA.

¹² <https://sedurb.es.gov.br/plano-de-reducao-de-risco-2>

¹³ <https://defesacivil.es.gov.br/publicacoes-2>

¹⁴ <https://agerh.es.gov.br/cbh-itapemirim/plano-de-bacia>

¹⁵ <https://perh.es.gov.br/>



Nesta atividade deve ser elaborado um histórico de chuvas extremas e cheias históricas na bacia do rio Itapemirim. Devem ser avaliados, não apenas, mas prioritariamente os dados hidrológicos de eventos recentes (no mínimo 3), que dispõe de séries históricas de pluviógrafo e linígrafo, relacionando com notícias sobre os eventos. Importa identificar qual a duração do evento de chuva que é crítica para inundações ribeirinhas nos locais de interesse, diferenciando tais eventos das chuvas torrenciais de curta duração. Além do contexto histórico, as análises deverão permitir o conhecimento da dinâmica dos eventos ocorridos, importando destacar a distribuição espacial das chuvas (isoietas de máximas), seus reflexos nos hidrogramas de cheia, os tempos de concentração e traslado das cheias, o efeito relativo da chuva de cada região da bacia na composição do hidrograma, entre outros.

O diagnóstico deve trazer ainda uma compilação e análise de registros de desastres hidrológicos na bacia, com os números de atingidos (destacando a questão de gênero se possível), desalojados, prejuízos econômicos, perda de vidas, entre outros aspectos que permitam um embasamento sólido para justificativa das ações a serem propostas na etapa de estudo de alternativas.

Como apoio a esta atividade e como instrumento de participação pública, estão previstas reuniões presenciais e campanhas *on-line*, conforme detalhado no item 5.6.2.

Estudos hidrológicos

Os estudos hidrológicos têm como objetivo o cálculo de hidrogramas de projeto na bacia e contemplam:

- Delimitação e divisão de bacia hidrográfica;
- Caracterização dos solos e do uso do solo nas sub-bacias;
- Compilação, consistência e análise de dados hidrológicos;
- Definição de equação de chuvas intensas para a área de estudo;
- Montagem e verificação do modelo hidrológico na bacia;
- Cálculo de hidrograma de projeto.



A definição do método de cálculo dos hidrogramas é escopo da CONTRATADA, importando justificar o uso para a finalidade a que se destina e considerar que na etapa de prognóstico deverão ser realizadas análises de cenários de uso do solo e mudanças climáticas.

A subdivisão da bacia do rio Itapemirim para fins de estudo hidrológico deverá estar adequada aos resultados de vazão e de nível d'água que se pretende obter no estudo hidráulico. Assim, o planejamento da simulação hidráulica deverá ocorrer em conjunto com a discretização da bacia. Nesta atividade devem ser observadas, entre outros aspectos, as áreas urbanas de interesse, as confluências e os postos fluviométricos.

Está prevista a compilação e análise dos dados hidrológicos da bacia do rio Itapemirim, compreendendo os dados de precipitação e as estações fluviométricas. Com base séries históricas, devem ser calculadas as vazões médias e máximas nos postos fluviométricos, bem como vazões de diferentes tempos de retorno. Da mesma forma devem ser calculadas as precipitações para diferentes tempos de retorno na bacia. Os critérios e métodos de seleção e análise das séries históricas e de ajuste estatístico de extremos devem ser justificados pela CONTRATADA. Devem ser consistidas também as curvas-chave dos postos fluviométricos convencionais (para fins de diagnóstico) e com telemetria (para fins do SMPA), verificando se os valores de vazão de cheia na faixa de extrapolação da curva são confiáveis. Não devem ser apresentadas estatísticas de tempo de retorno de vazões antes desta consistência. Caso necessário, as curvas-chave dos postos deverão ser corrigidas utilizando simulação hidráulica ou outra técnica justificada pela CONTRATADA.

No estudo de chuvas intensas, podem ser utilizadas equações Intensidade-Duração-Frequência (IDF) conhecidas, desde que realizada análise crítica pela CONTRATADA sobre a adequação das curvas, avaliando extensão da série, representatividade espacial, intervalos de aplicação e outros aspectos julgados necessários. Caso não existam equações IDF consistentes, com intervalos de aplicação e representação espacial e temporal adequadas na bacia, devem ser elaboradas relações IDF com base nas séries de chuva disponíveis na bacia. No caso de uso de séries históricas de pluviômetro, caso haja necessidade de análise de intervalos de chuva subdiários, os coeficientes de desagregação devem ser adotados de estudos publicados nos últimos 10 anos, justificando sua aplicação na área de estudo, ou



devem ser verificados com base em dados de pluviógrafos representativos do regime de chuvas da região de estudo.

Será definido e justificado pela CONTRATADA o método simulação hidrológica (contínuo ou de evento) e os tempos de retorno adotados, bem como os demais critérios de cálculo hidrológico, como tempos de concentração, coeficientes de impermeabilização e escoamento superficial, distribuição temporal e espacial da chuva, abatimento da chuva de projeto, coeficientes de rugosidade, entre outros. Como referência, deverão ser simulados ao menos 3 (três) tempo de retorno, cuja definição é escopo do estudo.

O modelo hidrológico deverá ser calibrado e verificado, justificando os resultados e quantificando as incertezas na comparação de dados simulados e observados. A calibração e a verificação se darão com base na comparação dos hidrograma calculados com os observados nos postos fluviométricos com dados. Dever ser realizadas análises que permitam identificar se as incertezas são oriundas da capacidade de armazenamento da bacia, dos tempos de propagação do escoamento superficial ou da distribuição espacial ou temporal da chuva.

Simulações hidráulicas

Esta atividade compreende a definição, montagem, execução e ajuste de modelo hidráulico da rede de drenagem de interesse ao projeto. O modelo deverá ser hidrodinâmico, com capacidade de representação do efeito de remanso, devendo ser considerada como condição de contorno de jusante a variação da maré junto à foz do rio Itapemirim. A definição da representação espacial, uni (1D) ou bidimensional (2D) é escopo da CONTRATADA e deverá ser devidamente justificada.

O modelo hidráulico, uma vez montado e com as condições de contorno estabelecidas, deverá ser verificado e calibrado nas seções dos postos fluviométricos. O conjunto modelo hidrológico/hidráulico deverá ter seus parâmetros ajustados verificando-se, nas seções de controle, nível d'água, volume do hidrograma, tempo de traslado entre outras variáveis adequadas à metodologia empregada nos cálculos. Podem ser utilizados no ajuste, de forma complementar, marcas de cheia de eventos conhecidos ou outras características de eventos históricos.



Com base no modelo calibrado, o sistema de macrodrenagem será verificado para os hidrograma de projeto de diferentes tempos de retorno, permitindo observar locais da rede de macrodrenagem com problemas de inundação. A conceituação de problema de inundação deverá ser esclarecida e detalhada, com os critérios e premissas de perigo na verificação hidráulica definidos para cada tipo de ocupação e outras particularidades observadas no sistema. Os resultados do diagnóstico deverão ser comentados observando a aderência aos problemas identificados na bacia em eventos extremos ocorridos.

Nesta atividade devem ser gerados mapas de inundação de toda a rede de drenagem simulada para os tempos de retorno estudados no cenário de diagnóstico, bem como outros produtos que auxiliem na interpretação dos resultados, como perfis longitudinais de linha d'água, seções transversais de travessias, entre outros.

Análise de resultados

Com base nos resultados do modelo hidráulico, devem ser analisadas as questões de perigo, vulnerabilidade (ou dano potencial) e risco. Devem ser mapeadas as zonas de perigo da inundação em cada área urbana, considerando critérios como velocidade do fluxo e profundidade da lâmina d'água.

Devem ser computadas as edificações e infraestruturas em área de risco de inundação, quantificando e classificando por tipologia. Para tal devem ser utilizadas imagens de satélite de alta resolução do Geobases ou outras, bem como outras ferramentas computacionais ou informações cadastrais disponíveis. O mapeamento deve permitir uma análise de dano potencial ou vulnerabilidade em cada área inundada, cujos critérios deverão ser estabelecidos e justificados pela CONTRATADA. A tipologia da edificação identificada deve permitir diferenciar a vulnerabilidade ou dano potencial por nível de renda, fornecendo subsídios para a etapa de estudo de alternativas (item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Devem ser identificadas nesta análise, através de padrões de arruamento e edificação, áreas de ocupação irregular sob risco de inundação. Tais áreas devem ser objeto de discussão nos eventos públicos.



Caso estejam disponíveis dados desagregados sobre a população em áreas de risco, deverá ser caracterizada a vulnerabilidade das populações afetadas pelas cheias, quanto a nível de renda, idade, gênero, necessidades especiais, entre outros aspectos.

Tais informações virão de contratação a ser realizada pela CEPDEC dentro da Subcomponente 2.2 do PAPII, já definida como: Contratação de consultoria para executar o cadastramento dos moradores da área de risco de inundação.

Devem ser avaliadas e ponderadas as interferências do fluxo d'água de cheia com obras hidráulicas no curso dos rios principais, descrevendo os riscos e possibilidades de efeitos sinérgicos.

Ainda, devem ser avaliadas as situações nas travessias viárias, apontando quais os níveis d'água nos tempos de retorno estudados em cada uma e quais as implicações quanto ao risco de inundação sobre a vizinhança e da segurança e funcionalidade da via em eventos extremos.

O mapeamento deve apresentar a informação de risco hidrológico, cuja métrica de cálculo, em função dos mapas de perigo e vulnerabilidade, deve ser proposta e justificada pela CONTRATADA.

Outro aspecto relevante a ser mencionado é que, caso haja dados desagregados por gênero, disponíveis sobre a população em áreas de risco, é importante analisar a vulnerabilidade das pessoas afetadas pelas inundações em relação a fatores como renda, idade e necessidades especiais. Mesmo na ausência desses dados, é essencial abordar esses aspectos, possivelmente por meio de recomendações para o Sistema de Monitoramento e Previsão de Alerta ou para a elaboração de planos de contingência no âmbito do PGRI. Essas recomendações podem incluir estratégias específicas para lidar com diferentes grupos demográficos, como mulheres, crianças, idosos e pessoas com necessidades especiais, garantindo uma resposta eficaz e inclusiva diante de situações de emergência.

Quando se trata de recomendações quanto aos dados desagregados por gênero disponíveis durante a elaboração do Plano de Gestão de Riscos de Inundação (PGRI) e sua aplicação no Sistema de Monitoramento e Previsão de Alerta (SMPA), algumas ações possíveis poderiam incluir:



- Incorporação de análise de gênero nos alertas de emergência: Recomendar a inclusão de uma análise de gênero nos alertas de emergência emitidos pelo SMPA, destacando as diferentes necessidades e vulnerabilidades das mulheres, homens e outros grupos de gênero durante eventos de inundação;
- Desenvolvimento de estratégias específicas de comunicação: Recomendar a criação de estratégias de comunicação específicas para alcançar e informar mulheres e homens de maneira eficaz, levando em consideração suas diferentes necessidades de acesso à informação durante uma situação de emergência;
- Identificação de áreas prioritárias de intervenção: Recomendar a identificação de áreas prioritárias para intervenção com base nos dados desagregados por gênero, a fim de garantir que as medidas de preparação e resposta sejam direcionadas para atender às necessidades específicas das mulheres, homens e outros grupos mais vulneráveis;
- Capacitação de equipes de resposta a emergências: Recomendar a inclusão de treinamento sobre sensibilidade de gênero e abordagens inclusivas nos programas de capacitação para equipes de resposta a emergências, garantindo que elas estejam preparadas para lidar de forma adequada e sensível com as necessidades das diferentes populações afetadas;
- Avaliação de impacto de gênero: Recomendar a realização de avaliações de impacto de gênero regulares para monitorar e avaliar os efeitos das medidas de gestão de riscos de inundação implementadas pelo SMPA, garantindo que estas sejam sensíveis ao gênero e promovam a igualdade de gênero e a inclusão;
- Apoio psicossocial: Recomendações podem ser feitas para garantir que haja apoio psicossocial disponível para as pessoas afetadas, incluindo serviços de aconselhamento e apoio emocional para lidar com o estresse e o trauma causados pelas inundações.

Essas recomendações visam garantir que os dados desagregados por gênero sejam efetivamente utilizados no planejamento e na implementação das medidas de gestão de



riscos de inundação, contribuindo para uma resposta mais inclusiva e sensível ao gênero durante situações de emergência.

5.3.2. Prognóstico

O prognóstico de risco de inundação na bacia é um exercício de cenarização de condições futuras realizado sobre a condição atual (de diagnóstico). No estudo em questão, deverão ser estudados cenários de mudanças climáticas e de uso do solo. Tais cenários deverão compor, no mínimo, 3 (três) cenários futuros a serem representados por meio da alteração de variáveis e parâmetros no modelo hidrológico. Os critérios da decisão sobre a composição dos cenários futuros deverão ser justificados pela CONTRATADA.

Horizonte de planejamento

O horizonte de planejamento do PGRI será utilizado para os estudos de prognóstico e na etapa de análise econômica de intervenções na bacia (item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Este parâmetro deverá ser proposto e justificado pela CONTRATADA, observando critérios de tempo de implantação do Plano e vida útil das obras a serem propostas, entre outros que julgar pertinente.

Cenários de mudanças climáticas e de uso do solo

As mudanças climáticas e de uso do solo na bacia hidrográfica deverão ser incorporadas no cenário futuro de risco de inundação na bacia do rio Itapemirim no horizonte de planejamento.

Quanto ao uso do solo, o modelo hidrológico deverá representar as mudanças futuras, em especial no meio urbano, projetando o crescimento da área urbanizada e, desta forma, da impermeabilização do solo e consequente aumento do escoamento superficial. Os critérios utilizados para a projeção de crescimento da área impermeabilizada das cidades e redução de capacidade de armazenamento de água da chuva na bacia deverão ser descritos em detalhe, incluindo a memória de cálculo, os mapas com as projeções realizadas e parâmetros do modelo hidrológico representativos dessas condições.

Quanto a questão climática, as possíveis mudanças de tendência ocorridas nas últimas décadas sobre o regime de chuvas e vazões deverão ser avaliadas com base em estudos



existentes e na análise estatística das séries históricas da bacia, como de estacionariedade das séries, alteração de padrão espacial na bacia ou de distribuição temporal, como na alteração da relação entre diferentes durações de chuva. Ainda, devem ser consideradas análises de anomalias de temperatura e precipitação previstas em cenários climáticos futuros, como nos resultados do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) e do Instituto de Estudos Climáticos da Universidade Federal do Espírito Santo¹⁶, entre outros estudos. O objetivo da análise não é a caracterização das causas das mudanças climáticas, mas de seus impactos sobre a hidrologia da região, em especial da bacia do rio Itapemirim. O foco da análise é a condição hidrológica dos períodos chuvosos e de eventos extremos de máxima, não de condições médias e mínimas de chuva e vazão.

Devem ser compostos, no mínimo, 3 (três) cenários futuros combinando alteração do uso do solo e mudanças climáticas. Sugere-se a consideração de um cenário de uso do solo atual e mudanças climáticas, outro cenário com condições climáticas atuais e projeção futura do uso do solo e de um terceiro com a combinação das projeções futuras de clima e uso do solo.

O modelo hidrológico deverá ser executado para o horizonte temporal no cenário de agravamento de mudanças climáticas, por meio das tendências identificadas no padrão de chuvas, e de alteração do uso do solo, por meio da modificação dos parâmetros de armazenamento e escoamento superficial na bacia. Caso não sejam identificadas mudanças significativas que impliquem em alteração do risco de inundação na bacia, tais resultados devem ser justificados.

Simulações hidráulicas

Nesta atividade, o modelo hidráulico calibrado deve ser novamente executado para o cenário futuro de expansão urbana e mudanças climáticas. Este é o cenário para o qual deverão ser propostas medidas de minimização do risco de inundações na bacia do rio Itapemirim, na etapa seguinte do projeto.

Nesta atividade devem ser gerados mapas de inundação de toda a rede de drenagem simulada para os tempos de retorno estudados, comparando-os com os limites de

¹⁶ <https://impactoclima.ufes.br/conteudo/mudancas-climaticas-efeitos-sobre-o-espírito-santo>



inundação das simulações de diagnóstico. Tais análises podem ser pertinentes também na forma de perfis longitudinais e seções transversais de travessias, entre outros.

Análise de resultados

De forma análoga ao realizado na etapa de Diagnóstico, devem ser analisadas as questões de perigo, vulnerabilidade, exposição (ou dano potencial) e risco com base nos resultados do modelo hidráulico do prognóstico. Isso inclui a análise da vulnerabilidade das populações afetadas pelas cheias em relação a diversos aspectos, como renda, idade, gênero, necessidades especiais, entre outros. Essa análise deve ser conduzida de forma abrangente, mesmo que seja na forma de recomendação para outras etapas do projeto, como já abordado no subitem análise de resultados do Diagnóstico.

Os mapas, tabelas e análises críticas devem apresentar os resultados dos cenários de prognóstico apontando as diferenças para o cenário de diagnóstico e ponderando os impactos das variáveis incorporadas ao cenário futuro. Devem ser mapeadas as zonas de perigo da inundação em cada área urbana, considerando critérios como velocidade do fluxo e profundidade da lâmina d'água.

Quando julgar pertinente, por questão de parcimônia ou de organização dos resultados, a CONTRATADA pode propor a apresentação de mapas tabelas e figuras contemplando os resultados de diferentes cenários (diagnóstico e prognóstico) conjuntamente.

PRODUTO 3. Relatório técnico de diagnóstico e prognóstico.

Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Devem constar em anexo os questionários aos municípios, a memória de cálculo (saídas do modelo hidráulico) e os mapas de inundação.

5.4. ESTUDO DE ALTERNATIVAS E PROPOSIÇÃO DE INTERVENÇÕES

Como parte integrante do PGRI, com base nos estudos de diagnóstico e prognóstico, deverão ser propostas e analisadas alternativas de minimização do efeito das cheias por meio de medidas de:



- Aumento da capacidade de fluxo;
- Eliminação de obstruções pontuais;
- Amortecimento de cheias;
- Proteção contra inundações;
- Atenuação do efeito de chuvas extremas com medidas distribuídas na bacia hidrográfica, como através de técnicas de manejo do solo agrícola e de ações de reflorestamento;
- Realocação de ocupações em áreas de risco, que deve ocorrer apenas quando estritamente necessária, seguindo as diretrizes da norma ambiental e social – NAS 5 do Banco Mundial.

O estudo das soluções no modelo hidráulico deverá ser realizado para as cheias de projeto do cenário de prognóstico. A definição dos critérios de cheia de projeto, para dimensionamento e verificação, em cada trecho de rio e para cada tipo de solução, são objeto do serviço.

Deverão ser definidas e relatadas as premissas de aplicação de cada tipo de intervenção, considerando critérios julgados pertinentes, como tempo de retorno da cheia, borda livre, perigo (profundidade e velocidade do fluxo), potencial de dano (tipo da ocupação atingida), topografia e infraestrutura existente, entre outros.

Na proposição de intervenções, devem ser observados documentos orientativos ao enfrentamento de desastres naturais e gestão de risco de inundações do Banco Mundial, como:

- *Innovative Governance for Flood and Drought Risk Management*¹⁷
- *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate change adaptation and disaster risk reduction*¹⁸;
- *Handbook on good practices for flood mapping in Europe*¹⁹.

¹⁷ https://www.droughtmanagement.info/literature/WB-An-EPIC-response_Innovative-governance-for-flood-and-drought-risk-management-2021.pdf

¹⁸ https://www.eea.europa.eu/publications/nature-based-solutions-in-europe/at_download/file



Cabe destacar que as medidas estudadas e propostas devem abranger alternativas de infraestrutura cinza e verde, incluindo soluções baseadas na natureza, além de outros elementos compilados nas diretivas mencionadas. Ademais, é necessário atender as normativas estabelecidas pelo Banco Mundial no âmbito do Programa Águas e Paisagem II, referentes a:

Além disso, é necessário seguir as diretrizes estabelecidas pelo Banco Mundial no Programa Águas e Paisagem II²⁰ referentes à:

- Gestão Ambiental e Social²¹;
- Política de Reassentamento²².

5.4.1. Estudo de alternativas

Inicialmente devem ser compiladas e analisadas as alternativas de melhoria do sistema de macrodrenagem já inseridas em planos e projetos existentes, em especial nos PDAPs municipais. Tais medidas deverão ser testadas em conjunto com as novas alternativas propostas, bem como com as estruturas verdes previstas no item 5.5.2, verificando sua adequação.

O estudo de alternativas de intervenção deve observar a possibilidade de sinergias entre elas, que devem ser expressas por meio de mapas de inundação e perfis longitudinais da linha d'água. Tais sinergias podem ser de transferência de impactos a jusante, em termos de vazão e velocidade do fluxo, ou a montante, em termos de aumento de nível d'água por efeito de remanso. Visando uma geração de combinações parcimoniosa para facilitar a análise de resultados, a rede de drenagem deverá ser dividida em trechos de análise em que ocorra independência entre intervenções ou sinergias insignificantes. Os critérios para a divisão e consideração de sinergias insignificantes deverão ser claramente relatados.

Quanto aos projetos de amortecimento de cheias, além da previsão de obras de retenção hidráulica, devem compor o conjunto de alternativas as áreas naturais de extravasamento e

¹⁹ <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid:e4349228-99e7-4fc3-a4ea-36d72b9ea8c5/datastream/OBJ/download>

²⁰ <https://seama.es.gov.br/aguas-e-paisagem-2>

²¹ https://seama.es.gov.br/Media/Seama/Documentos/MGAS_APII_VF_CONSULTA_14.06.22.pdf

²² <https://seama.es.gov.br/Media/Seama/Documentos/MarcoReassAguasEPaisagem20220530.pdf>



amortecimento de cheias, devendo ser identificadas e avaliadas do ponto de vista hidráulico, verificando qual a eficácia no abatimento das vazões de pico. Tais estruturas serão objeto de detalhamento no item 5.5.2.

Ainda que não se espere nesta etapa a estimativa monetária de custos e benefícios de cada intervenção estudada, devem ser levantados e compilados quantitativos de ocupações atingidas pelas cheias (beneficiadas) e afetadas pelas obras, extensões de intervenção, larguras, volumes e outras grandezas que permitam a comparação entre alternativas e a estimativa de custos na atividade seguinte.

Ao final da análise, deverá ser composto um conjunto de alternativas para ser detalhado no nível de projeto conceitual. Os critérios de qualificação das alternativas de projeto são objeto do estudo e devem ser descritos e justificados, considerando aspectos técnicos e de custo de implantação, critérios sociais, ambientais e outros que se julgar pertinentes. Nesta etapa, importa não apenas justificar os critérios para propor diferentes obras, mas também para refutar das análises algum tipo de solução em um dado trecho de rio.

Independentemente do número de alternativas de intervenção propostas e testadas em cada trecho de rio, deverá ser proposto cenário de convivência com as cheias, mapeando e quantificando, com base em imagens de satélite de alta resolução do Geobases e outras, de livre acesso, as edificações e infraestruturas afetadas por inundações na cheia de projeto.

5.4.2. Projetos conceituais

Esta atividade prevê a elaboração dos projetos conceituais do conjunto de intervenções propostas.

Não está prevista a execução de levantamentos topográficos e investigações geotécnicas nos locais das intervenções. Desta forma, os projetos deverão ser elaborados em um nível conceitual, apresentando os elementos necessários para o entendimento da solução. São esperados perfis longitudinais, seções tipo, planta de localização e de arranjo (ou implantação), fotos e notas explicativas. Os desenhos devem ser apresentados em formato A1, em escala de apresentação adequada à resolução das informações e nível de detalhamento dos projetos.



5.4.3. Estimativa de custos

Os projetos conceituais previstos devem ter seus prazos e custos estimados nesta etapa, permitindo sua incorporação ao plano de ações na consolidação do PGRI. Os custos de implantação das intervenções deverão ser estimados de forma parametrizada, adequada ao nível de detalhamento das soluções. Podem ser utilizadas tabelas de preços de serviços e materiais ou valores de referência de obras similares com as devidas justificativas e ajustes de acordo com as grandezas adotadas como parâmetros, tais como altura, área, extensão, volume, entre outros.

A atividade deve concluir com a ponderação de quais intervenções são viáveis, do ponto de vista econômico, considerando custos de implantação e benefícios esperados, resultando em um conjunto de intervenções propostas na bacia. O cenário de intervenções de cada trecho de rio deverá ser comparado com o cenário de “não intervenção”, ou de convivência com as cheias em termos de benefícios e custos (custos de implementação, no caso das intervenções, e de reconstrução, no caso da convivência). O método e os critérios de estimativa de custos de convivência com as cheias devem ser relatados, devendo ser adequados ao horizonte de planejamento do PGRI.

PRODUTO 4. Relatório técnico de estudo de alternativas e proposição de intervenções.

Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Devem constar em anexo os projetos conceituais e a memória de cálculo de quantidades e custos.

5.5. ANÁLISE E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE GESTÃO DE RISCO

Nesta etapa do PGRI, está prevista a abordagem de ações de gestão de risco de inundação, também chamadas de medidas não-estruturais. São exemplos de medidas de gestão de risco:

- Sistemas de monitoramento, previsão e alerta;
- Planos de contingência (preparação e resposta);
- Planos de recuperação e reconstrução;



- Zoneamento de áreas inundáveis;
- Sistemas de seguro contra inundação;
- Medidas de ordenamento e fiscalização do uso do solo.

Devem ser avaliadas a pertinência da aplicação das medidas relacionadas, entre outras julgadas adequadas pela CONTRATADA.

5.5.1. Diretrizes gerais

Inicialmente, deve ser proposta uma abordagem para a gestão do risco de inundação na bacia do rio Itapemirim. Tal abordagem deve contemplar todo o tipo de medida ou ação de planejamento, gestão, regulação e fiscalização que se julgue adequada para a realidade da área de estudo, em concordância com metodologias e experiências de gestão integrada de riscos de inundações adotadas e implementadas pela União Europeia e dispostas nas respectivas diretivas e documentos de referência citados no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

As medidas não-estruturais de prevenção de inundações devem ser propostas de forma complementar as intervenções (medidas estruturais), indicando claramente as possibilidades, vantagens e desvantagens de seu emprego em cada local da bacia, inclusive justificando a inadequação do emprego de alguma medida ou ação.

Com base nas análises realizadas, devem ser postuladas as diretrizes gerais de gestão de risco de inundação na bacia do rio Itapemirim.

5.5.2. Projetos conceituais

Das medidas de gestão de risco de inundação analisadas e propostas na forma de diretrizes, devem ser detalhadas em nível de projeto conceitual, no mínimo, as seguintes:

- Zoneamento da planície de inundação (ZPI);
- Delimitação de áreas de interesse ambiental (AIA).

Ainda, devido a ter sido previamente identificada como uma demanda a ser desenvolvida em conjunto com o PGRI, o Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta (SMPA) deverá ser



concebido e ter sua arquitetura definida para futura implantação, cujo escopo é detalhado no item 6.

Zoneamento da Planície de Inundação

Quanto a concepção do ZPI, deverá ser proposta e elaborada para as áreas urbanas ribeirinhas dos municípios em que os estudos de diagnóstico e prognóstico indiquem como adequado. A abrangência do ZPI é a área urbana e de expansão urbana destes municípios. Os critérios da definição e a seleção de quais áreas urbanas devem ser objeto de ZPI devem ser devidamente justificados pela CONTRATADA, em função de características do trecho de rio, da planície de inundação e do zoneamento e ocupação do território na cidade. Devem ser seguidos, no mínimo, os seguintes passos:

- Proposta de segmentação do rio em trechos independentes (sem influência de jusante) para fins de estudo hidrodinâmico;
- Definição de tempo de retorno e critérios geomorfológicos para a definição do limite da área de risco (planície de inundação);
- Definição de critérios de perigo e sobre-elevação máxima admissível da linha d'água;
- Simulações hidráulicas para definição da zona de passagem da cheia;
- Análise do Plano Diretor e do mapa de zoneamento urbano de cada município, com a proposição de alteração do zoneamento;
- Elaboração do mapa final de zoneamento proposto para a cidade, em escala que permita a distinção das feições e entendimento da proposta.

O ZPI de cada município contemplado deverá ser apresentado em uma consulta pública, conforme detalhado no item 5.6.2. No evento serão recebidas contribuições e a percepção da comunidade sobre a ferramenta, mas a efetivação do ZPI, incorporando as áreas de risco aos planos diretores, é atribuição dos gestores municipais. O produto previsto nestes TdR deverá servir como ponto de partida para as discussões que serão conduzidas futuramente no processo de revisão dos planos diretores municipais, com a efetiva incorporação do risco de inundação no planejamento urbano.



Delimitação de áreas de interesse ambiental

Além do ZPI em áreas urbanas, deverão ser identificadas ao longo de toda a rede de drenagem simulada com o modelo hidráulico, às áreas de extravasamento e amortecimento de cheias natural dos rios, com ocupação rarefeita ou sem ocupação. Tais áreas são de interesse não apenas de preservação ambiental, mas também devem desempenhar papel importante no controle de cheias fluviais, recomendando-se assim sua manutenção como áreas sem ocupação humana permanente. Ainda, podem ser incorporadas em parques fluviais, com implantação de infraestrutura de lazer de forma harmônica com os propósitos de preservação ambiental e controle de inundações.

Para cada AIA identificada, deverá ser elaborado projeto conceitual de preservação ou uso sustentável. O projeto deve contemplar, em nível conceitual, no mínimo os seguintes elementos:

- Desenho em formato A1 com situação, localização e implantação (arranjo), com as principais características hidráulicas e ambientais, em escala que permita a distinção das feições e entendimento da proposta;
- Tipo de uso: Descrever da proposta de utilização e/ou preservação da área;
- Cadastro, licenciamento e demarcação: Especificações de cadastro de edificações, complementação de levantamentos planialtimétricos, procedimentos de demarcação da área, serviços e etapas de aprovação legal e de licenciamento ambiental;
- Reassentamento e manejo de interferências: A proposta não entra no nível de levantamento cadastral e de registro de imóveis, mas deve quantificar com base em dados secundários e sensoriamento remoto as possíveis interferências com infraestrutura e ocupações humanas;
- Implantação: Descrição e quantificação de serviços e materiais para implementação das áreas com infraestrutura, se for o caso;
- Manutenção: Descrição e quantificação dos serviços de manutenção esperados, se for o caso.



5.5.3. Estimativa de custos

Os projetos conceituais previstos devem ter seus prazos e custos estimados nesta etapa, permitindo sua incorporação ao plano de ações na consolidação do PGRI. Os custos de implantação medidas não estruturais deverão ser estimados de forma parametrizada, de modo adequado ao nível de detalhamento das soluções. Podem ser utilizadas tabelas de preços de serviços e materiais ou valores de referência de obras similares com as devidas justificativas e ajustes de acordo com as grandezas adotadas como parâmetros, como área, extensão, volume, entre outros.

PRODUTO 5. Relatório técnico de proposição de medidas de gestão de risco.

Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Devem constar em anexo os projetos conceituais e a memória de cálculo de quantidades e custos.

5.6. PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

A CONTRATADA é responsável por viabilizar a participação pública, que desempenha um papel fundamental em todas as etapas do desenvolvimento do Plano. Isso implica assegurar que essa participação ocorra de maneira contínua ao longo do processo, não se limitando a momentos específicos, permitindo assim que os diversos atores envolvidos contribuam ativamente para sua elaboração. Essa abordagem busca integrar as contribuições da comunidade, enriquecendo o conteúdo técnico com perspectivas diversificadas e fortalecendo o compromisso coletivo para alcançar um resultado final satisfatório para o PGRI e o SMPA.

Para promover o engajamento da população da área de abrangência do plano e dos *stakeholders*, a CONTRATADA, com a colaboração da AGERH, implementará estratégias por meio de eventos que serão realizados no decorrer do contrato. Inicialmente, estão previstas três modalidades de eventos: visitas técnicas aos municípios, consultas públicas e reunião pública, detalhadas nos subitens 5.6.1, 5.6.2 e 5.6.3 desta componente.

Entretanto, visando fortalecer ainda mais a participação pública, outras atividades serão realizadas com especial atenção para a questão de gênero e grupos vulneráveis. É



importante ressaltar que essas atividades adicionais poderão ser realizadas simultaneamente às demais ações do Plano, sem prejudicar ou atrasar seu desenvolvimento. Portanto, cabe a CONTRATADA realizar as demais atividades que fomentem a participação pública, conforme descrito no item 5.6.4.

5.6.1. Visitas técnicas aos municípios

Durante a fase de planejamento das atividades (5.1.5), as visitas aos municípios, além dos aspectos técnicos, são consideradas como uma parte essencial da estratégia de participação pública do PGRI. É fundamental que essas visitas garantam a efetiva participação dos gestores públicos locais, *stakeholders* e da comunidade, sendo previamente agendadas com esses públicos-alvo.

A logística dessas visitas, abrangendo transporte, hospedagem e alimentação para a equipe da CONTRATADA, juntamente com os equipamentos necessários, será providenciada pela CONTRATADA. A AGERH fornecerá apoio à CONTRATADA na articulação com os gestores e técnicos municipais para facilitar a realização das atividades planejadas. Além disso, o plano de comunicação também será implementado para garantir o envolvimento efetivo da comunidade nas etapas do PGRI.

É recomendável realizar reuniões ou encontros objetivos nas prefeituras ou em locais indicados pelos gestores locais, envolvendo também representantes de órgãos institucionais relevantes. Nestes encontros, a CONTRATADA apresentará o trabalho em andamento e receberá *feedback* dos gestores locais, representantes de órgãos institucionais e outros envolvidos, sobre os desafios específicos relacionados aos riscos de inundação e movimentos de massa enfrentados pelo município, proporcionando uma compreensão mais aprofundada das questões críticas a serem abordadas no âmbito do PGRI.

A visita técnica pode ser otimizada para garantir uma coleta eficaz de informações da comunidade sobre os problemas existentes e os riscos potenciais de inundação. Podem garantir uma abordagem mais abrangente e inclusiva, envolvendo atividades com as comunidades locais. Para assegurar essa abordagem nessas visitas, é essencial incluir



profissionais da área social na equipe. Esses profissionais podem contribuir significativamente para as atividades de participação pública, facilitando a interação com a comunidade local, promovendo o diálogo e coletando informações sobre as percepções e preocupações dos moradores relacionadas aos riscos de inundação.

Assim, os profissionais da área social podem ser designados para acompanhar as visitas técnicas e desempenhar as seguintes funções:

- Facilitar a comunicação: Os profissionais da área social podem atuar como facilitadores entre a equipe técnica e a comunidade local, garantindo que as informações sejam transmitidas de forma clara e compreensível e facilitando o diálogo entre ambas as partes;
- Coletar *feedback*: Eles realizam entrevistas, grupos focais ou outras atividades para coletar *feedback* da comunidade sobre questões específicas relacionadas aos riscos de inundação e às medidas de prevenção e resposta propostas no âmbito do PGRI;
- Sensibilização e educação: Os profissionais da área social podem fornecer informações sobre os objetivos e benefícios do PGRI, sensibilizando a comunidade para a importância de sua participação e incentivando o engajamento ativo nas atividades planejadas;
- Análise de impacto social: Eles também avaliam os impactos sociais das medidas propostas no PGRI, considerando especialmente o impacto diferenciado sobre grupos vulneráveis, como mulheres, crianças, idosos e pessoas com deficiência.

Portanto, incluir um profissional da área social nas visitas técnicas garantirá uma abordagem mais completa e sensível às questões sociais envolvidas na gestão de riscos de inundação, promovendo uma participação pública mais efetiva e inclusiva.

5.6.2. Consultas públicas

Em cada evento de consulta pública (1 e 2), serão realizadas duas reuniões no formato de oficina em locais estratégicos da bacia, visando uma ampla participação dos municípios da parte baixa e das cabeceiras, garantindo a representatividade de todas as localidades.

As reuniões terão uma duração aproximada de três horas e contarão com a presença do coordenador e técnicos da equipe-chave, além da equipe de apoio necessária. A organização



e a localização dos eventos serão de responsabilidade da CONTRATADA, com o apoio da AGERH e dos órgãos públicos locais. Será providenciado um espaço para acomodar até 80 pessoas sentadas, com recursos de áudio e vídeo, incluindo transmissão *online*.

Quanto ao conteúdo dos eventos, após uma apresentação do projeto, abrangendo resultados parciais e explicações sobre as próximas atividades e produtos esperados, será aberta a discussão ao público, visando obter a percepção local sobre:

- Consulta 1: Problemas relacionados a inundação e movimentos de massa.
- Consulta 2: Percepção sobre as intervenções e medidas propostas.

A oficina também abordará dimensões relacionadas ao perfil social das populações afetadas por cheias e deslizamentos, com ênfase em um grupo focal de pelo menos uma comunidade afetada. Isso visa compreender as dimensões específicas, incluindo as dificuldades enfrentadas pelas mulheres em situações de risco. Para isso, a CONTRATADA utilizará materiais e métodos focados na mobilização de mulheres.

Ao término do evento presencial, será disponibilizado um questionário *online*, elaborado pela CONTRATADA com o propósito de fornecer subsídios para compreender os problemas de inundação em cada município, as ações em andamento e a percepção das alternativas de solução. A CAE, em conjunto com representantes locais da defesa civil, contribuirá para mobilizar os gestores e a comunidade a participarem da pesquisa.

A CONTRATADA identificará os atores-alvo da campanha, além dos participantes da oficina, encaminhará o questionário e, após receber as respostas, compilará e interpretará os resultados para uso no diagnóstico do problema.

As consultas públicas serão documentadas em um relatório específico, que será anexado à Proposta do PGRI (item 5.7), contendo a lista de presença, as apresentações realizadas, a ata, os encaminhamentos da consulta e registros fotográficos.

5.6.3. Reunião pública

A reunião pública é um ato formal de apresentação do PGRI e da concepção do SMPA a comunidade. Deverá ser amplamente divulgada e realizada de forma presencial, em local de fácil acesso aos municípios da bacia do rio Itapemirim, transmitida *on-line* em tempo real.



O evento deverá ter duração aproximada de 4 horas, com uma apresentação dos estudos realizados, mesa redonda sobre a execução do PGRI e do SMPA e espaço para discussões e comentários dos participantes do evento (tanto *on-line* quanto presencial). Os eventos deverão ser organizados e sediados em local sob responsabilidade da CONTRATADA, contando com a participação do coordenador e de técnicos da equipe-chave, além da equipe de apoio que se julgar necessária. Prever espaço para 150 pessoas sentadas e recursos de áudio e vídeo.

A AGERH e órgãos públicos locais deverão participar da organização das consultas e da reunião pública, orientando sobre a estratégia de mobilização, o público-alvo, forma de divulgação, datas de realização, condução das discussões nas reuniões e recebimento de sugestões. No encerramento do processo de participação deverá ser elaborado relatório que integrará a etapa de Relatório e Produtos Finais (item 5.8).

5.6.4. Atividades complementares de participação pública

Os itens a seguir descrevem atividades complementares de participação pública, aspectos metodológicos e indicadores de avaliação.

Sessões de diálogo com grupos vulneráveis

A CONTRATADA deverá organizar sessões específicas de diálogo com grupos vulneráveis, incluindo mulheres, idosos e pessoas com necessidades especiais, permitindo que suas perspectivas e necessidades específicas sejam consideradas no desenvolvimento do PGRI, garantindo assim uma representação mais inclusiva e equitativa nas discussões do Plano.

Caminhadas participativas

Iniciativas como a realização de caminhadas pela comunidade têm se mostrado essenciais para a identificação conjunta de áreas de risco. A metodologia de caminhadas de verificação é uma abordagem participativa na qual membros da comunidade percorrem áreas vulneráveis a inundações para identificar conjuntamente pontos de risco, fornecendo informações valiosas para o planejamento do PGRI.



Durante essas caminhadas, os moradores indicam locais propensos a inundações e compartilham suas estratégias para lidar com essas situações, permitindo um mapeamento colaborativo dos riscos.

Além disso, é importante destacar que as perspectivas das mulheres são fundamentais nesse contexto, pois desempenham um papel central na gestão de crises e na adaptação a eventos extremos, como inundações e frequentemente enfrentam desafios específicos durante esses eventos, como acesso limitado a recursos e a responsabilidade por cuidar da família. Suas experiências e conhecimentos específicos podem fornecer insights valiosos para entender os impactos das inundações nas comunidades e desenvolver estratégias de resposta mais eficazes. Portanto, ao realizar caminhadas de verificação, é fundamental garantir a participação ativa das mulheres e dar espaço para que compartilhem suas experiências e perspectivas.

Portanto, ao incluir a voz das mulheres nas caminhadas de verificação, é possível garantir uma abordagem mais inclusiva e sensível às necessidades de gênero, contribuindo para estratégias de resposta mais eficazes e equitativas.

A CONTRATADA, diante do exposto, deverá realizar as caminhadas participativas as quais podem ser programadas para acontecerem nos dias estabelecidos para as vistas técnicas e serem realizadas por profissionais da área social contratados.

Reuniões comunitárias

É de suma importância a realização de pelo menos uma reunião comunitária em cada município da bacia do Itapemirim.

A importância da reunião comunitária no contexto do PGRI reside na oportunidade que oferece para a troca de informações e perspectivas entre a equipe responsável pelo plano e os membros da comunidade local. Essas reuniões são fundamentais para conscientizar os moradores sobre os riscos de inundações e garantir que suas vozes e preocupações sejam ouvidas e consideradas no processo de elaboração do plano. Além disso, permitem que a comunidade compreenda melhor os objetivos e benefícios do PGRI, promovendo assim um maior engajamento e apoio às medidas propostas. Por meio dessas reuniões, também é possível identificar necessidades específicas e desafios enfrentados pela comunidade em



relação aos riscos de inundação, contribuindo para a formulação de soluções mais eficazes e adaptadas às demandas locais.

Esses encontros proporcionarão à CONTRATADA a oportunidade de apresentar o progresso do trabalho e de obter devolutivas importantes da comunidade. Toda a logística necessária à execução dessa atividade é de responsabilidade da empresa.

Em resumo, as reuniões comunitárias desempenham um papel crucial na construção de um plano de gestão de riscos de inundação que seja verdadeiramente inclusivo, participativo e eficaz.

Dinâmica de grupos focais

Durante a visita técnica, a CONTRATADA deve organizar grupos focais com segmentos específicos da comunidade que possam ser mais afetados pelos riscos de inundação, como mulheres, idosos e pessoas com necessidades especiais. Essa abordagem visa garantir que suas necessidades e preocupações sejam adequadamente consideradas no processo de planejamento. É importante também considerar a presença de um facilitador sensível às questões de gênero, cujo papel é encorajar e garantir a participação ativa das mulheres, assegurando que suas vozes sejam ouvidas e respeitadas.

Essa atividade não só promove uma participação mais inclusiva e representativa, mas também impulsiona a formulação de soluções mais abrangentes e eficazes para a gestão de riscos de inundação na comunidade.

Considerações Gerais

Na realização das atividades, devem ser observados os seguintes aspectos:

- **Acessibilidade:** Certifique-se de que todos os eventos e plataformas sejam acessíveis a pessoas com deficiência, oferecendo tradução, legendas e outros recursos quando necessário;
- **Feedback Contínuo:** Estabeleça mecanismos contínuos de feedback para garantir que as preocupações e sugestões da comunidade sejam consideradas ao longo de todo o processo;



- Diversidade: Garanta uma representação diversificada em todos os eventos, considerando gênero, etnia, idade e outras características para assegurar uma participação inclusiva;
- Produtos: Todas as atividades de mobilização social, participação pública e articulação institucional deverão gerar produtos técnicos, como lista de presença, relatório das reuniões e visitas, bem como das demais atividades planejadas, além de registros fotográficos e outros produtos que a CONTRATANTE considerar relevante.

Indicadores de Sucesso:

Na avaliação dos resultados das ações, devem ser considerados os seguintes indicadores:

- Participação ativa de mulheres e grupos vulneráveis nas consultas e eventos específicos;
- Aumento na compreensão das mulheres sobre o PGRI, suas implicações e oportunidades de participação;
- *Feedback* positivo e representação equitativa nas diferentes fases do desenvolvimento do plano.

5.7. PROPOSTA DO PLANO DE GESTÃO DE RISCO DE INUNDAÇÕES

Nesta etapa, deverá ser elaborada a proposta, ou minuta do PGRI.

5.7.1. Consolidação dos escopos técnicos

O relatório deverá conter a consolidação dos escopos técnicos desenvolvidos nas etapas anteriores, abordando:

- Planejamento das atividades;
- Levantamentos de campo;
- Diagnóstico e prognóstico;
- Estudo de alternativas e proposição de intervenções;
- Análise e proposição de medidas de gestão de risco.

As contribuições sobre as etapas citadas acima, obtidas nos eventos de consulta pública (1 e 2), devem ser incorporadas nesta etapa.



5.7.2. Proposição de ações

Além dos conteúdos mencionados acima, devem ser desenvolvidos e incluídos os seguintes itens:

- Participação pública: Avaliação da participação pública no processo de elaboração do PGRI, seja na consulta realizada, preparação para a reunião pública e outros eventos e reuniões ocorridos.
- Seleção e priorização das ações: Definição de critérios de hierarquização e seleção de intervenções, listando-as conforme tal critério, resultando em conjuntos de intervenções com níveis de viabilidade ou prioridade;
- Custos de implantação e fontes de financiamento: Descrição dos custos de implantação das ações relacionadas e das respectivas fontes de financiamento previstas ou possíveis;
- Prazos de implantação: definição de prazos de implantação das ações do PGRI, e apresentação na forma de cronogramas físico-financeiros, com intervalo de tempo anual;
- Indicadores: Proposição de indicadores de eficiência ou eficácia para o acompanhamento do PGRI;
- Matriz de responsabilidades: Indicação das instituições responsáveis e envolvidas na implementação de cada ação do PGRI;
- Plano de implementação e revisão: Proposição das ações e arranjos institucionais necessários para a implementação do PGRI e das intervenções e medidas não estruturais previstas, bem como previsão de revisão do Plano.

Esta versão do PGRI será objeto de discussão e avaliação pela AGERH, bem como de toda a comunidade, através de reunião pública (item 5.6.3).

PRODUTO 6. Minuta (ou Proposta) do Plano de Gestão de Risco de Inundações.

Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Deve trazer em anexo os relatórios



de participação pública realizados até então (CP1 e CP2).

5.8. RELATÓRIO E PRODUTOS FINAIS do PGRI

Esta etapa contempla a elaboração do relatório final do PGRI, cujos produtos finais deverão ser apresentados na forma anexos.

5.8.1. Relatório final

O relatório final deverá descrever as etapas do projeto, atividades executadas no contrato, os produtos gerados e os próximos passos a serem seguidos. O relatório deverá descrever os eventos de participação pública e seus resultados, destacando os aspectos que reforçam os produtos bem como aqueles em que se percebe que há fragilidades e que a falta de participação deverá impactar na efetivação das ações no futuro.

O relatório deverá trazer em anexo os seguintes produtos:

- Base de dados geoespacial;
- Modelos computacionais de simulação;
- Relatório da Reunião Pública;
- PGRI consolidado;
- Sumário executivo do PGRI.

5.8.2. Base de dados geoespacial

Deve contemplar a relação e descrição das camadas de informações geoespaciais (*layers*) utilizadas no estudo, incluindo a entrega de um arquivo *geodatabase* no formato do software utilizado no projeto. As informações de metadados devem estar descritas de acordo com a tabela de atributos dos *layers*, incluindo a fonte da informação. Os arquivos da base de dados geoespacial do projeto gerados no âmbito do projeto devem ser disponibilizados no padrão da Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do Espírito Santo, permitindo sua integração ao Geobases.

Devem ser entregues, em um anexo digital, os modelos de simulação hidráulica e hidrológica utilizados nas etapas de Diagnóstico e Prognóstico (item **Erro! Fonte de referência não**



encontrada.), de Estudo de Alternativas e Proposição de Intervenções (item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**) e de Análise e Proposição de Medidas de Gestão de Risco (item 5.5). Os modelos devem ser entregues no formato nativo, em apenas uma versão final para cada uma das simulações realizadas, calibrado e com os cenários consolidados, com vinculação direta aos produtos entregues. Os arquivos devem estar identificados com os cenários e produtos aos quais se referem, bem como com as devidas descrições dentro de sua interface, permitindo seu uso por terceiros.

Está previsto nesta etapa um treinamento a ser realizado com os técnicos da CAE, a ser sediado pelo Estado, visando a transferência do conhecimento de uso e manutenção dos modelos elaborados. O treinamento, a ser ministrado pela equipe técnica da CONTRATADA, deve ter duração aproximada de 2 (dois) dias. Para apoio ao treinamento a CONTRATADA deverá desenvolver um guia ou manual dos modelos, descrevendo as informações necessárias ao usuário, com destaque para as limitações de uso dos modelos em situações diversas daquelas previstas no projeto.

5.8.3. Relatório da Reunião Pública

O relatório contempla a memória da reunião pública de apresentação da Proposta de PGRI, descrita no item 5.6.3. O relatório deve conter a descrição geral do evento e da sede, a lista de presença, apresentações realizadas, ata, encaminhamentos da reunião e os registros fotográficos do evento. Deve conter uma análise crítica sobre as contribuições da comunidade e benefícios e dificuldades gerados no processo de participação pública.

5.8.4. PGRI consolidado

O PGRI deverá ser consolidado em um único documento, contemplando todos os conteúdos técnicos e eventos realizados. O documento deverá ser entregue em formato eletrônico de texto (.doc) e em formato de pdf.

A versão em pdf deverá ser produzida de acordo com os critérios de formatação e diagramação a serem fornecidos pela AGERH e poderá ser disponibilizada em página da internet, cuja implementação se dará pelo Estado. A contratada deverá desenvolver os conteúdos em ambiente de homologação próprio em linguagem a ser discutida com a



Comissão de Acompanhamento do Estado, contemplando formatação e diagramação do texto, figuras e tabelas antes de disponibilizá-los para a implantação em ambiente de produção.

5.8.5. Sumário executivo

Resumo executivo do PGRI, contendo apresentação do Plano, introdução ao tema de inundações na bacia do rio Itapemirim, problemas diagnosticados, cenários futuros, medidas propostas (mapa e tabela), com justificativa de seleção e priorização, descrição das ações, indicadores, prazos, custos e responsáveis. O produto deverá ser entregue na forma de revista A4, em papel tipo “Couchê Brilho” 170 g, em cores, com conteúdo distribuído entre 30 e 50 páginas. Estão incluídos no escopo os serviços de editoração, capa, revisão ortográfica e gramatical, arte, finalização e impressão, com as seguintes especificações. O conteúdo deverá ser revisado e a prova deverá ser aprovada pela AGERH. Devem ser entregues 200 cópias impressas, além do arquivo digital editável e em *pdf*.

PRODUTO 7. Relatório final do PGRI

Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Devem constar em anexo à base de dados geoespacial, o relatório da Reunião Pública, o PGRI consolidado e o sumário executivo do PGRI.

6. ESPECIFICAÇÕES DOS SERVIÇOS E PRODUTOS DO SMPA

A abrangência do Sistema de Monitoramento, Previsão e Alerta (SMPA) de inundações, enxurradas, alagamentos e movimentos de massa é toda a bacia do rio Itapemirim. A arquitetura do sistema deverá conter dados de entrada, metodologia de previsão e protocolos de alerta definidos de acordo com os tipos de problemas de inundação e alagamento de cada cidade. Assim, devem ser considerados alertas de chuva excessiva, para fins de previsão de alagamentos e extravasamentos de córregos em áreas urbanas e alertas de nível, para previsão de inundações ribeirinhas.



A arquitetura do SMPA deverá ser totalmente formulada, tanto do ponto de vista de Tecnologia da Informação (TI) quanto do ponto de vista de engenharia. A parte de engenharia do sistema, ou seja, modelagem e previsão hidrológica e hidráulica, deverá ser plenamente desenvolvida, contemplando preparação, calibração e verificação dos modelos computacionais e implementação do mecanismo de previsão de vazões, níveis e limites de inundação. Ainda, para que os dados hidrológicos sejam manejados, deverão ser implementados *scripts* de programação e ferramentas computacionais necessários, ainda em “ambiente de homologação”. Tais algoritmos podem não ser os definitivos para operacionalizar o sistema, mas devem ser o suficiente para o manejo dos dados na etapa de desenvolvimento e devem permitir à equipe de TI da etapa posterior, de operacionalização, o entendimento dos aspectos de hidrologia necessários ao sistema.

Do ponto de vista de TI, a arquitetura do sistema diz respeito à aspectos de processamento, manejo e armazenamento de dados. Tais aspectos devem ser abordados e desenvolvidos de modo a permitir uma futura contratação para operacionalização do sistema, resultando em um Termo de Referência (TdR) para a contratação de serviço especializado de TI para a implantação do SMPA do rio Itapemirim. Além dos aspectos de TI, o TdR deve contemplar as especificações para as melhorias identificadas como necessárias quanto a levantamentos de campo, hidrometria e aquisição de serviços e informações de sensoriamento remoto, entre outros relevantes para a operação do SMPA. Na elaboração do TdR devem ser observadas as demais ações em curso e previstas no âmbito do Programa Águas e Paisagem e outros em desenvolvimento pelo Estado do ES, visando otimizar a contratação futura. O TdR deve especificar, além do escopo dos serviços, os quantitativos e custos associados.

De forma análoga ao proposto para os projetos conceituais de medidas de gestão de risco abordados no PGRI (mencionados no item 5.5.2), deverão ser estimados os custos de implantação do SMPA. Neste caso, no entanto, deverá ser apresentado um plano de implantação a parte do PGRI, com a proposição das ações e arranjos institucionais necessários, bem como a indicação das fontes de financiamento e cronograma físico-financeiro.

O projeto conceitual de SMPA deve abordar as seguintes componentes:



- Sistema de monitoramento;
- Sistema de previsão;
- Sistema de alerta.

6.1. SISTEMA DE MONITORAMENTO

Esta etapa contempla os aspectos de monitoramento em tempo real para situações de inundação e de deslizamento de terra (movimentos de massa).

6.1.1. Monitoramento hidrológico

A CONTRATADA deverá realizar diagnóstico da rede de monitoramento hidrológicos (chuva, vazão e nível) com telemetria, contemplando:

- Análise de distribuição e representatividade espacial das estações;
- Disponibilidade e qualidade de dados observados,
- Avaliação da necessidade de consistência de dados hidrológicos em tempo real e consistência de curvas-chave para fins de modelagem hidrológica/hidráulica contínua;
- Situação de cadastro planialtimétrico das estações, destacando possíveis incoerências topográficas, principalmente quanto aos referenciais altimétricos das estações linimétricas;
- Condição de operação e transmissão de dados das estações, destacando o procedimento e possíveis dificuldades de acesso aos dados, histórico de falhas de comunicação e atraso (*delay*) entre medição e envio de dados;
- Ao final da análise deverão ser propostas melhorias no sistema de monitoramento para os quesitos avaliados, visando objetivamente o SMPA.

A CONTRATADA deverá também conceber o arranjo institucional para aquisição de dados de entrada do SMPA, contemplando a análise e definição, juntamente com a CAE, da rede de monitoramento hidrológico que integrará o sistema, avaliando a utilização apenas de dados da rede própria da AGERH ou arranjos institucionais necessários para acesso a dados de terceiros.



A possibilidade de uso de radar meteorológico e/ou dados de satélite no sistema de monitoramento para fins de melhoria na representação espacial da chuva do sistema de previsão deverá ser apresentada pela contratada e discutida com a AGERH.

Deverá ser discutido com a AGERH e especificado pela CONTRATADA a demanda por informação de previsão de chuva, apresentando-se as opções de mercado e de livre acesso de modelos de previsão meteorológica. Como subsídio a tomada de decisão, deverá ser apresentada uma avaliação de desempenho das previsões para a área de estudo e nos horizontes desejados dentre as opções elencadas.

6.1.2. Monitoramento de estabilidade de encostas

Para fins de monitoramento de áreas de risco geológico, a CONTRATADA deverá:

- Analisar a rede existente de monitoramento de chuva com telemetria, avaliando a cobertura espacial nas cidades, disponibilidade de dados, confiabilidade da transmissão, operador, acesso aos dados e possíveis efeitos orográficos entre outros aspectos de interesse para uso da rede no monitoramento de movimentos de massa;
- Analisar mapas existentes geológicos, pedológicos, de áreas de risco de movimentos de massa, de uso e ocupação do solo e cartas de suscetibilidade;
- Analisar o histórico de eventos de movimento de massas nas cidades objeto do estudo, em especial nos bancos de dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil²³, do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres²⁴ e da CPRM²⁵.
- Com base nas análises prévias, bem como nas visitas técnicas realizadas nos municípios (item 5.1.2), propor rede de monitoramento de estabilidade de encostas em áreas de risco geológico, contemplando o tipo de equipamento, quantidades, distribuição espacial adequada (macrolocalização) e requisitos de armazenamento e transmissão de dados em tempo real.

PRODUTO 8. Relatório técnico do sistema de monitoramento

²³ <http://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/mapa-interativo.xhtml>

²⁴ <https://s2id.mi.gov.br/>

²⁵ <https://geoportalsgb.gov.br/desastres/>



Relatório com o diagnóstico e proposição de melhorias no sistema de monitoramento hidrológico e de estabilidade de encostas. Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo.

6.2. SISTEMA DE PREVISÃO

Nesta atividade, o sistema de previsão vazões, níveis e limites de inundação na bacia do rio Itapemirim deverá ser plenamente implementado, contemplando:

- Concepção do sistema;
- Implementação dos modelos hidrológico e hidráulico;
- Sistema de previsão e gerenciamento de banco de dados.

Ainda, deverá ser considerada uma componente de previsão de chuva de curto e curtíssimo prazo para alerta de movimento de massas.

6.2.1. Concepção do sistema de previsão

A concepção do sistema envolve os aspectos de arquitetura e demanda de recursos. Deverá ser avaliada a necessidade de *software*, *hardware* e de operação e manutenção do sistema. Deverá se priorizar o uso de software livre, como, por exemplo, a plataforma de *softwares* de simulação hidrológica e hidráulica do *Hydrologic Engineering Center* (HEC²⁶) do exército americano.

Nesta atividade será necessária a definição de critérios técnicos de implementação dos modelos hidrológico e hidráulico, contemplando, entre outros:

- Divisão de bacias adequada às áreas urbanas objeto do SMPA;
- Forma de entrada da informação de chuva;
- Locais com necessidade de previsão de chuva;
- Locais com possibilidade de previsão com base em chuva observada ou vazão/nível a montante;

²⁶ <https://www.hec.usace.army.mil/>



- Antecedências esperadas em cada local de interesse de acordo com o método de previsão;
- Definição de trechos com simulação hidráulica 1D ou 2D;
- Discretização temporal adequada dos eventos simulados em cada trecho;
- Definição dos níveis de alerta e de inundação em cada cidade.

Deve ser definido, em conjunto com a AGERH e CEPDEC, qual a informação de previsão de chuva que será utilizada no sistema operacional. Ao final da atividade, deverá ser gerado um mapa da bacia do rio Itapemirim com a proposta do sistema, contemplando subdivisão de bacias, posição das estações de monitoramento, trechos com modelo hidráulico 1D ou 2D, posição das áreas urbanas de interesse e antecedências esperadas da previsão de acordo com cada método de previsão (chuva prevista, chuva observada e, quando possível, nível de montante).

A etapa de concepção permitirá uma discussão com a AGERH sobre as possibilidades para a implementação da modelagem matemática.

6.2.2. Implementação dos modelos hidrológico e hidráulico

Preparação e calibração do modelo hidrológico chuva-vazão para simulação do sistema. O modelo deverá ser elaborado para simulação contínua e calibrado para eventos extremos selecionados nas seções dos postos fluviométricos com telemetria. Para tal, deverá ser desenvolvido algoritmo para definição das chuvas médias em cada unidade de sub-bacia do sistema, tanto para chuvas observadas (postos pluviométricos com telemetria) quanto para os dados de previsão de chuva. Os resultados da calibração em termos de representação das vazões observadas devem ser apresentados e qualificados e quantificados por meio de parâmetros estatísticos a serem definidos e justificados pela CONTRATADA;

Deverá ser preparado modelo hidrodinâmico para simulação das linhas d'água no sistema. O modelo deverá ser calibrado com base nas séries de vazões e níveis dos postos fluviométricos com telemetria para um conjunto de eventos de cheia e verificado para outros eventos observados. Os resultados da calibração em termos de níveis d'água calculados e observados devem ser apresentados e qualificados e quantificados por meio de



parâmetros estatísticos a serem definidos e justificados pela CONTRATADA. Deve ser realizada uma análise crítica dos resultados da calibração, em termos de nível d'água e limites de inundação não apenas com base nos dados dos postos fluviométricos, mas também com base em marcas de cheia levantadas na etapa de topobatimetria (item 5.2);

6.2.3. Sistema de previsão e gerenciamento de banco de dados

Os modelos deverão ser utilizados na previsão de um conjunto de eventos de cheia. O desempenho do modelo de previsão deve ser testado com um conjunto de eventos observados de cheia na bacia. Nesta etapa, devem ser implementados os mecanismos de aquisição de dados de chuva (prevista e observada) em tempo real e de atualização do estado do sistema com base em dados observados. Caso os softwares utilizados não apresentem tais funcionalidades, devem ser desenvolvidos os algoritmos, em conjunto com um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD).

O SGBD utilizado nessa etapa pode ter a capacidade limitada apenas para os dados manejados durante a contratação, com funcionalidades suficientes para atendimento ao sistema em fase de implementação e validação. No entanto, deverá ser concebida a arquitetura do SGBD para armazenamento e manejo das informações de monitoramento, previsão e alerta em tempo real a ser implementado na etapa de operação do sistema. A arquitetura deve priorizar o uso de *software* livre e/ou a adoção de soluções adequadas à experiência e às licenças em uso pelo PRODEST. O SGBD deve ter capacidade para manejar em tempo real informação geoespacial matricial (como os mapas de inundação) e vetorial (como a localização de postos de monitoramento hidrológico), dados tabulares (séries de previsões de vazão e nível) e informações matriciais no tempo (raster de chuva prevista).

Deverão ser propostos e implementados ferramentas e *scripts* para interface dos dados entre o monitoramento (previsão de chuva), modelos de simulação e previsão e alerta em tempo real, incluindo, entre outros, o tratamento de falhas de monitoramento e o procedimento de interpolação de chuva nas sub-bacias do sistema. Não se trata da efetiva operacionalização, ou seja, da entrega e execução do sistema em “ambiente de produção” do cliente, mas de elaboração e implementação de um sistema em “ambiente de homologação”, com os devidos testes de desempenho. Os *scripts* e ferramentas



desenvolvidos e utilizados no sistema devem ser entregues em formato executável e devem ser acompanhados pelo código fonte em formato nativo e por documentação com a descrição do funcionamento dos algoritmos, parâmetros a serem definidos, tipo e formato de dados de entrada e de saída e quaisquer informações relevantes para que possam ser estudados, adaptados e incorporados ao sistema no futuro, em ambiente de produção.

Deverão ser definidas pela CONTRATADA, em conjunto com a CAE, a demanda de *hardware* e *software* de SGBD do “ambiente de produção”, definindo um arranjo, seja com processamento em nuvem ou servidor local, bem como as especificações e quantidades de equipamentos pacotes de programas e licenças. Tais análises deverão ser realizadas sobre a capacidade do operador do sistema, consolidado no sistema Alerta! Espírito Santo²⁷ em 2019, por meio do Decreto Estadual nº 4488-R.

De forma complementar a modelagem hidrológica e hidráulica, deverá ser testado e, caso julgado necessário, implementado e incorporado ao sistema modelo de previsão estatístico de curtíssimo prazo com base em vazão/nível a montante, em especial no curso principal do rio Itapemirim.

Ao final da atividade, deverá se dispor de um modelo funcional de previsão de vazões, níveis e limites de inundação nas áreas urbanas objeto do projeto. Deverá acompanhar o modelo uma análise crítica de resultados em termos de incertezas nos níveis e tempos de chegada previstos, sumarizando em cada área objeto de estudo estas variáveis. Nos locais em que, além da previsão com base em chuva prevista, se adotar a previsão com base em chuva observada ou vazão/níveis a montante, deverá ser feita a distinção do horizonte de antecedência e incertezas associadas.

6.2.1. Previsão de chuva para risco geológico

Para fins de previsão de movimento de massas, o sistema deve contemplar uma componente de previsão de chuvas nos municípios identificados com áreas de risco de deslizamento de encostas. A previsão de chuva deve considerar a distribuição espacial e os totais acumulados no curto e no curtíssimo prazo (horizonte de dias e horas a ser definido

²⁷ <https://alerta.es.gov.br/>



pela CONTRATADA). Os modelos e métodos de previsão de chuva adotados devem ser descritos, com as devidas referências.

Os critérios de definição de “gatilho” ou limiar crítico de movimento de massa, considerando acumulados de chuva observados, os dados de previsão de chuva e de monitoramento de estabilidade de encostas, devem ser definidos e justificados, visando a futura implementação do sistema de monitoramento.

PRODUTO 9. Relatório técnico do sistema de previsão

Relatório com a implementação do sistema de simulação e previsão hidrológica-hidráulica e de previsão de chuva para alerta de movimento de massas. Relatório em meio digital, formatos *.pdf* e *.docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Deve conter em anexo digital os modelos hidrológico e hidráulico calibrados em formato nativo e o SGBD carregado, com as ferramentas e scripts gerados para manejo e processamento de dados. Os arquivos devem estar nomeados com os cenários e simulações realizados, em apenas uma versão consolidada, de acordo com os resultados descritos no relatório.

6.3. SISTEMA DE ALERTA

Esta etapa contempla a concepção do sistema de alerta, abordando a relação com as demais componentes do SMPA, bem como o mapeamento de risco voltado para a implantação do sistema.

6.3.1. Concepção do SMPA

Para a elaboração do sistema de alerta, deverão inicialmente ser conhecidos os protocolos de alerta praticados para a bacia do rio Itapemirim. Deverá ser avaliado o ponto de entrega do sistema de previsão, ou seja, o limite da interface com a defesa civil e sistema “Alerta!”, e propostos os procedimentos de comunicação do sistema de previsão com o sistema de alerta a ser implantado. A proposta do sistema de alerta deve contemplar:



- Tanto para risco hidrológico quanto geológico, definição dos limites dos níveis de alerta, de acordo com o nível de iminência do desastre. Devem ser discutidos com AGERH e CEPDEC e justificados os critérios e métodos para a definição de tais limites;
- Modelos de relatórios e os procedimentos de monitoramento, de avisos e alertas e de alteração do arranjo institucional entre as situações com e sem risco iminente, bem como de pós-desastre;
- Identificação dos atores envolvidos e suas responsabilidades no sistema e definição, em conjunto com AGERH e CEPDEC, dos procedimentos, ações e fluxo de informação padrão no SMPA. Não está no escopo a elaboração de planos de contingência específicos para cada município, mas apenas procedimentos padrão como subsídio aos planos municipais de resposta a desastres;
- Caso necessário, deverão ser identificadas e especificadas as ferramentas de programação computacional (*scripts, API, etc.*) para a integração com o sistema de alerta vigente e plataformas de armazenamento e visualização de informações geoespaciais do Estado do ES. Não está no escopo a operacionalização do sistema de alerta, mas apenas a definição de critérios e procedimentos para sua futura implementação.

Ressalta-se a importância de identificar oportunidades e de incluir nas atividades realizadas o desenvolvimento ou adaptação das ferramentas de alerta visando abordar a questão de gênero, fomentando a inclusão de mulheres e outros grupos vulneráveis nesta componente de gestão do risco de desastres naturais. Recomenda-se como documento orientativo o relatório das Nações Unidas denominado *“Inclusive and accessible multi-hazard early warning systems”*²⁸.

6.3.2. Mapeamento de risco

Incorporando o sistema de alerta de desastres hidrológicos e geológicos, deverão ser elaborados os mapas de risco e propostos procedimentos de refino e melhoria da informação para as etapas de implantação e operação do sistema.

²⁸ <https://reliefweb.int/report/world/gender-responsive-and-disability-inclusive-early-warning-and-early-action-pacific-region>



Risco de inundação

Devem ser elaborados mapas de inundação para fins de sistema de alerta utilizando as bases de dados existentes e o modelo hidráulico calibrado. Tais mapas devem ser gerados em cada área urbana objeto do estudo (conforme descrito no item 2). Diferente dos mapas de planejamento, relacionados a tempos de retorno, elaborados na etapa de Diagnóstico e Prognóstico, nesta atividade deverá ser proposta uma discretização de níveis d'água de cheia entre o nível de alerta e o nível de inundação, nos quais serão gerados os mapas de inundação. Os critérios devem ser justificados pela CONTRATADA. Os mapas devem ser apresentados em escala adequada a etapa de operação do SMPA, ou seja, não superior à 1:5.000 (um para cinco mil).

A CONTRATADA deverá identificar a necessidade de melhorias na informação topográfica e cadastral para fins de mapeamento de inundação nas cidades, a serem realizadas em contratação futura. Deverão ser avaliadas as opções de levantamento planialtimétrico disponíveis no mercado (campo e remoto) , discutindo com a CAE e especificando os levantamentos ou aquisição de informações que serão necessários para o aprimoramento dos mapas operacionais de alerta. Deverão ser ponderados os benefícios, em termos de aumento da precisão na delimitação da inundação nas áreas urbanas com relação ao produto desta etapa, e os custos esperados com as melhorias. Deverão ser avaliadas, justificadas e recomendadas formas de otimização do levantamento topográfico de campo com as demandas de levantamento cadastral, como para tipologia de construção, vulnerabilidade dos residentes, questões de gênero, identificação de acessos e rotas de fuga, entre outros. Tais elementos deverão servir como subsídio para a elaboração dos planos de contingência.

Risco geológico

Nesta atividade a CONTRATADA deverá analisar e organizar os mapeamentos de risco geológico existentes que irão compor o sistema de alerta. Devem ser identificadas e descritas as fragilidades e diferenças metodológicas e de informação de base utilizada nos diferentes mapeamentos estudados, indicando quais seus impactos no uso e interpretação dos mapas. Uma vez composto o repositório do material existente e o mosaico dos mapas



disponíveis, deverão ser identificadas as lacunas e propostas as complementações necessárias de modo a se garantir a cobertura completa de áreas com potencial risco geológico.

Para fins de subsídio ao sistema de alerta a ser implantado, devem estar apresentados no mapeamento de risco os limiares de chuva acumulada e intensidade de chuva que são os gatilhos dos eventos de movimento de massa. Os critérios e metodologia para estimativa dos limiares críticos devem ser apresentados e justificados.

O relatório deve consolidar as proposições para o SMPA, incluindo, além dos aspectos de alerta, as componentes de monitoramento e previsão.

PRODUTO 10. Relatório técnico do SMPA de inundação e movimentos de massa

Relatório descrevendo o SMPA e plano de ações para implantação. Relatório em meio digital, formato *.pdf e .docx*. Os desenhos e mapas devem ser entregues também em anexo digital, no formato editável nativo. Deve constar em anexo o TdR da implementação do sistema operacional de SMPA, inclusive com as recomendações e especificações de aquisição de *hardware e software*, levantamentos de campo e instrumentação da bacia.

7. INSUMOS A SEREM FORNECIDOS

Devem ser fornecidos os seguintes insumos:

- Pela CONTRATANTE:
 - Planos Diretores de Águas Pluviais (PDAPs) e os Planos Municipais de Redução de Risco (PMRR) dos municípios de Alegre, Castelo, Ibatiba e Vargem Alta;
 - Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil (PEPDEC) do Espírito Santo;
 - Os planos municipais de contingência;
 - Acervo de mapeamento de risco geológico da SEDEC e de vistorias de risco geológico da CEPDEC;



- Ortoimagens de alta resolução (pixel de 25 cm) e os produtos derivados, Modelo Digital do Terreno (MDT) e de Superfície (MDS) disponíveis para toda a área de abrangência do projeto na Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) do Estado do Espírito Santo, denominada Geobases;
 - Banco de dados da rede de monitoramento hidrológico do Estado do ES;
 - Informações sobre a Infraestrutura de Dados Espaciais do ES, licenças e recursos de *software* e *hardware* à disposição para implementação do SMPA (os ajustes necessários serão propostos pela CONTRATADA);
 - Matriz de responsabilidades, procedimentos, protocolos e fluxo de informações do sistema Alerta!.
- Pela CONTRATADA:
 - Espaço para a realização de todos os eventos de participação pública, incluindo recursos de áudio (incluindo para gravação) e vídeo, *coffee break* e organização dos eventos, como lista de presença e registros fotográficos;
 - Logística para as equipes da CONTRATADA nas visitas técnicas e eventos de participação pública, incluindo transporte, hospedagem e alimentação.

8. EQUIPE E QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

A equipe-chave da CONTRATADA. A Tabela 1 apresenta a equipe -chave esperada para o projeto.

Tabela 1. Relação e qualificação da equipe-chave.

Cargo	Formação mínima	Experiência desejada
Coordenador do contrato	Curso superior, 15 anos	Coordenação de contratos de projetos, planos, estudos na área de recursos hídricos com ênfase na gestão de risco de inundações, com experiência na elaboração,



Cargo	Formação mínima	Experiência desejada
		avaliação ou supervisão de projetos de desenvolvimento financiados por agências multilaterais de crédito, com a aplicabilidade das normas ambientais e sociais do Banco Mundial.
Especialista em modelagem hidrológica e hidráulica	Engenheiro Sênior, 10 anos	Simulação hidrológica e de hidráulica fluvial
Especialista em sistemas de previsão hidrológica	Engenheiro Pleno, 5 anos	Sistema de previsão hidrológica de cheias
Especialista em geotecnia	Engenheiro Pleno, 5 anos	Estudos e projetos de monitoramento de estabilidade de taludes
Especialista em tecnologia de informação	Tecnologia da informação ou similar, 10 anos	Projetos de gerenciamento de banco de dados e/ou de suporte à tomada de decisões com manejo de informações em tempo real e aplicações de servidor de mapas <i>on-line</i>

É esperado ainda que a CONTRATADA disponha, além de equipe de apoio administrativo, equipe de apoio técnico, composto por:

- Especialista em políticas públicas, política social, planejamento e gestão de projetos sociais e/ou de desenvolvimento sustentável social ou similares com experiência em projetos, planos, estudos nas áreas de recursos hídricos, desenvolvimento regional ou ambiental;
- Técnico em instrumentação e monitoramento hidrológico;
- Técnico em geoprocessamento;
- Técnico de topografia e topobatimetria.
- Especialista em comunicação.

9. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO SUGERIDO

A Tabela 2 apresenta a relação dos produtos vinculando os prazos de execução em dias (contados do início do contrato) e em percentual do prazo total do contrato, bem como os percentuais sugeridos da execução financeira do contrato.



A entrega dos produtos objeto deste Termo de Referência deve ocorrer conforme o cronograma apresentado na Tabela 2. Para o desenvolvimento total dos trabalhos, deverá ser observado o prazo de 600 (seiscentos) dias corridos, ou 20 (vinte) meses, a contar da emissão da Ordem de Serviço, de acordo com o cronograma de execução.

Tabela 2. Produtos, prazo de execução e percentuais de execução financeira.

Componente	Produto		Prazo		Execução do trabalho (%)
			(dias)	(% do total)	
PGRI	1	Relatório técnico de consolidação do detalhamento das tarefas	60	10,0	7
	2*	Relatório técnico dos levantamentos de campo	135/210	23/35,0	13/26
	3	Relatório técnico de diagnóstico e prognóstico	285	48	8
	4	Relatório técnico de estudo de alternativas e proposição de intervenções	360	60	9
	5	Relatório técnico de análise e proposição de medidas de gestão de risco	405	68	8
	6	Proposta do Plano de Gestão de Risco de Inundações	480	80	5
	7	Relatório e produtos finais do PGRI	600	100	9
Consultas e reunião pública					7,0
SMPA	8	Relatório técnico do sistema de monitoramento	180	30,0	5,0
	9	Relatório técnico do sistema de previsão	435	73	11
	10	Relatório técnico do sistema de alerta	540	90	5

* O produto Relatório Técnico dos Levantamentos de Campo poderá ser entregue e medido em duas etapas nas datas informadas no cronograma, uma entrega parcial e uma entrega final.



Os produtos de 1 a 7, que constituem o PGRI, são o caminho crítico na execução do projeto. Os produtos do SMPA, em especial o P10, têm folga no cronograma e foram posicionados visando equilíbrio executivo e financeiro do contrato. As principais relação de precedência entre os as Atividades e Produtos relacionados nas Tabelas 2 e 3 são:

- Produto 2. Necessita que o planejamento das atividades consolidado (P1) tenha sido concluído para iniciar;
- Produto 3. Inicia antes do término do P2, pois tem uma série de análises de hidrologia e de cenários de desenvolvimento e mudanças climáticas que podem ser desenvolvidos. No entanto, as simulações hidráulicas só podem ser realizadas com a conclusão do P2;
- Produto 4. Tem uma parte inicial de premissas e critérios que pode ser desenvolvida inicialmente, mas depende da conclusão do prognóstico (P3) para realização das simulações;
- Produto 5. É realizada de forma quase que concomitante com o P4. Depende da conclusão do P3 para finalização;
- Produto 6. Inicia com elaboração do modelo e redação do documento visando otimizar o tempo, mas depende da conclusão dos produtos anteriores;
- Produto 7. Depende da conclusão de todos os produtos anteriores e da realização da Reunião Pública para ser executado;
- Produto 8. Inicia logo após P1. Não tem outra precedência. Poderia ser deslocado para adiante no cronograma, mas por questão de equilíbrio financeiro do contrato, foi posicionado iniciando no mês 3;
- Produto 9. Inicia junto com as simulações do P3, após a conclusão do levantamento de campo. O P8 também é condição de precedência;
- Produto 10. Inicia logo após P1. Tem espaço inicialmente para concepção e mapeamento geológico. Já os mapeamentos de inundação iniciam apenas após o P2. O P8 é condição de precedência para conclusão. O final foi deslocado para o mês 18 para não coincidir com outros produtos e entregas.