

PRODUTO 1 - Plano de Trabalho Consolidado

NATUREZA DO TRABALHO

Elaboração do Plano de Gerenciamento de Risco (PGR) para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

INTERESSADO

AGEVAP

Associação Pró-Gestão das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CONTRATO	CÓDIGO	REVISÃO	LOCAL E DATA
6911.0000958.19.2	2058-R01-20	01	São Paulo, 11/11/2020

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	3
1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	5
2 ETAPA 1 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO CONSOLIDADO.....	7
3 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DE DADOS – AVALIAÇÃO DA INTERFACE COM FERRAMENTAS E PROCEDIMENTOS EXISTENTES.....	8
3.1 LEVANTAMENTO DE DADOS, ESTUDOS E INFORMAÇÕES RELEVANTES AO TRABALHO	8
3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS EVENTOS A SEREM CONSIDERADOS DE FORMA PRELIMINAR	11
<i>Empreendimentos industriais</i>	12
<i>Sistemas de saneamento</i>	12
<i>Aproveitamentos hidráulicos</i>	12
<i>Malha ferroviária e rodoviária</i>	12
<i>Áreas urbanas</i>	13
3.3 ANÁLISE DE EXPERIÊNCIAS SIMILARES DE OUTRAS BACIAS, NACIONAIS E ESTRANGEIRAS.....	14
3.4 INVENTÁRIO E ANÁLISE DE EVENTOS E ACIDENTES OCORRIDOS NA BACIA.....	14
3.5 CADASTRO E CARACTERIZAÇÃO DOS EVENTOS.....	14
3.6 OFICINA DE DISCUSSÃO E VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS ATÉ O MOMENTO	17
3.7 ELABORAÇÃO DO PRODUTO 2.	17
4 ETAPA 3 – ANÁLISE DE EVENTOS CRÍTICOS E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	18
5 ETAPA 4 – DIMENSIONAMENTO DOS IMPACTOS E DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE OCORRÊNCIA	22
6 ETAPA 5 – ELABORAÇÃO DE MATRIZ DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	24
7 ETAPA 6 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA.....	27
8 ETAPA 7 – ELABORAÇÃO DE MATRIZ DE RESPONSABILIDADE	33
9 ETAPA 8 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCO CONSOLIDADO	34
10 PRODUTOS.....	35
11 CRONOGRAMA FÍSICO	35
12 EQUIPE TÉCNICA	46
13 REFERÊNCIAS	46

Figuras

FIGURA 2.1 – FLUXO DE ATIVIDADES PREVISTAS PARA EXECUÇÃO.	7
FIGURA 4.1 – MAPA COM DIFERENTES PERÍODOS DE RECORRÊNCIA DE UMA CHEIA E COTAS ATINGIDAS.....	20
FIGURA 7.1 – TIPOLOGIAS DE AÇÕES E MODELO DE PLANEJAMENTO DE CONTINGÊNCIA E GERENCIAMENTO DE RISCOS.	28
FIGURA 7.2 – MARCO LÓGICO DA PROPOSIÇÃO DAS AÇÕES DE CONTINGÊNCIA.....	29
FIGURA 7.3 – POSSÍVEIS EIXOS DE AÇÕES DE CONTINGÊNCIA.....	30
FIGURA 7.4 – ESTRUTURA MÍNIMA PARA AS AÇÕES PROPOSTAS NO CONTEXTO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA.....	31

Quadros

QUADRO 3.1 – RESUMO DE BASES CONCEITUAIS E DE VARIÁVEIS NAS ANÁLISES DE RISCO, BEM COMO A FIGURA-SÍNTESE DO RISCO, QUANDO APLICADO PARA DESASTRES.....	10
QUADRO 3.2 – EXEMPLO HIPOTÉTICO DE DOCUMENTAÇÃO/IDENTIFICAÇÃO PRELIMINAR DE UM RISCO.....	16
QUADRO 3.3 – MODELO DE IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS.	16
QUADRO 4.1 – MODELO DE CLASSIFICAÇÃO DE PROBABILIDADE E RELAÇÃO DE DANOS POSSÍVEIS.....	21
QUADRO 5.1 – EXEMPLO DE MATRIZ MODELO PARA DIMENSIONAMENTO DE IMPACTOS.	23
QUADRO 6.1 – MATRIZ 5 x 5 DE CLASSIFICAÇÃO DO RISCO DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE UM EVENTO X IMPACTO OU DANO PARA CLASSIFICAÇÃO DO RISCO EM CADA UNIDADE DE ANÁLISE.	25
QUADRO 10.1 – PRODUTOS PREVISTOS E HORIZONTE DE ENTREGA.	35
QUADRO 11.1 – CRONOGRAMA FÍSICO PARA A EXECUÇÃO DAS ATIVIDADES.	37
QUADRO 12.1 – EQUIPE TÉCNICA PREVISTA PARA A EXECUÇÃO DOS ESTUDOS.	46

LISTA DE SIGLAS

AGEVAP – Associação Pró-Gestão das Águas do Rio Paraíba do Sul
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
AOGCM – *Atmosphere-Ocean General Circulation Model*
CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
COBRADE – Codificação Brasileira de Desastres
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CTC – Câmara Técnica Consultiva
GTPGR – Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Elaboração do Plano de Gerenciamento de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.
GHSI – Gerência de Sistemas de Infraestrutura Hídrica
GMHEC – Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos
HEC – *Hydrologic Engineering Center*
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
MCG – Modelo Climático Global
NKLac – Nippon Koei Lac do Brasil
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU – Organização das Nações Unidas
PAEs – Planos de Ações Emergenciais
PAMs – Planos de Auxílio Mútuo
PGR – Plano de Gerenciamento de Risco
PIRH-PS – Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul
PNAMC – Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima
PSB – Plano de Segurança de Barragens
REGEA – Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda
RINEM – Rede Integrada de Emergência
SIEMEC – Sistema de intervenções estruturais para mitigação dos efeitos de cheias nas bacias dos rios Muriaé e Pomba
SIGA-CEIVAP – Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

SIGBM – Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração
SISBAR – Sistema de Acompanhamento de Barramentos do Estado do Rio de Janeiro
SISPREC – Sistema de previsão de eventos críticos na bacia do Rio Paraíba do Sul
SNISB – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens
USACE – *United States Army Corps of Engineers*

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Este documento técnico consiste no primeiro produto do estudo em desenvolvimento para a Associação Pró-Gestão das Águas do Rio Paraíba do Sul – AGEVAP com vistas à elaboração do Plano de Gerenciamento de Riscos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Como bem coloca o Termo de Referência de contratação do presente estudo, *a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul apresenta situações ou atividades de riscos que podem acarretar impactos negativos para o meio ambiente e população residente na bacia*. Nesse sentido, podem ser identificados impactos causados por atividades antrópicas e/ou por desastres naturais, citando alguns exemplos: (i) estiagens, prolongadas, (ii) cheias, (iii) contaminação por poluentes, (iv) rompimento de barragens e (v) intrusão salina.

Ainda segundo o Termo de Referência, a elaboração do Plano de Gerenciamento de Risco – PGR é necessária de forma a obter um diagnóstico das áreas com relação aos riscos, bem como o detalhamento das medidas necessárias para evitar e prevenir sua ocorrência ou agir em casos de situação de desastres que possam prejudicar o meio ambiente, impossibilitar o abastecimento de água da população e, principalmente, colocar em risco a vida das pessoas e animais residentes nas bacias.

E, ainda, destaca alguns problemas recentes de inundação na porção paulista da bacia provocados, na maior parte as vezes, por afluentes ao rio Paraíba do Sul, e na porção mineira e do Baixo Paraíba do Sul relacionadas a enchentes de caráter regional. Por outro lado, dentre os problemas relacionados à estiagem são ressaltadas as condições hidrometeorológicas adversas entre os anos de 2014 e 2016 que levaram a precipitações abaixo da média com impactos nos níveis de armazenamento dos reservatórios.

Este estudo vem sendo desenvolvido por meio do contrato nº 026/2020/AGEVAP celebrado entre a AGEVAP e o Consórcio NKLac – Nippon Koei Lac do Brasil e REGEA – Geologia, Engenharia e Estudos Ambientais Ltda., que tem previstos os seguintes produtos:

- Produto 1 – Plano de Trabalho Consolidado;
- Produto 2 – Interface com Ferramentas e Procedimentos Existentes;
- Produto 3 – Análise de Eventos Críticos e Probabilidade de Ocorrência;
- Produto 4 – Dimensionamento dos Impactos e Definição de Áreas de Ocorrência;
- Produto 5 – Matriz de Probabilidade de Ocorrência;
- Produto 6 – Plano de Contingência;
- Produto 7 – Matriz de Responsabilidade;
- Produto 8 – Plano de Gerenciamento de Risco Consolidado.

Dessa forma, este documento tem como objetivo apresentar o Produto 1 – Plano de Trabalho Consolidado e que, segundo previsto no termo de referência, deve detalhar os estudos a serem realizados, métodos a serem utilizados, produtos a serem apresentados e a cronologia a ser adotada.

Inicialmente, importante comentar que assim que foi assinado o contrato, o Consórcio já realizou a mobilização de suas equipes técnicas previstas na proposta técnica, como será apresentado no capítulo específico sobre a equipe técnica de execução dos estudos. Da mesma forma, também mobilizou os insumos de trabalho relacionados a equipamentos de escritório necessários e, nesse sentido, vale ressaltar o momento de pandemia de Covid-19 em que parte das equipes técnicas das empresas estão desenvolvendo suas atividades em regime de home-office, mas com o devido acompanhamento contínuo por meio de

ferramentas de videoconferência, o que também será bastante útil para o desenvolvimento do presente estudo, em especial as reuniões com a equipe técnica da AGEVAP e o GTPGR – Grupo de Trabalho para Acompanhamento da Elaboração do Plano de Gerenciamento de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

Para a devida apresentação do detalhamento dos estudos a serem previstos, o presente plano de trabalho foi estruturado por etapas relacionadas ao desenvolvimento de cada produto. Nesse sentido, os próximos capítulos apresentam as atividades e estudos a serem desenvolvidos em cada etapa, bem como as metodologias a serem consideradas em cada uma das etapas.

Ao longo da apresentação das atividades de cada etapa de trabalho são consideradas, ainda, informações sobre reuniões a serem realizadas para acompanhamento dos estudos. Nesse sentido, importante destacar a relevância do acompanhamento e discussão frequente dos resultados dos estudos em curso de forma a permitir que os resultados obtidos com os estudos atendam às expectativas da AGEVAP e do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP.

Em seguida, são apresentados os produtos e as atividades cujos resultados serão apresentados em cada um deles, o cronograma físico detalhado, a equipe técnica e o organograma de trabalho, concluindo com as referências citadas ao longo do texto.

2 ETAPA 1 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE TRABALHO CONSOLIDADO

Esta etapa corresponde à primeira de execução dos estudos, previstos para um total de oito etapas, conforme apresentado no Fluxograma da Figura 2.1, que serão detalhadas nos próximos capítulos deste documento.

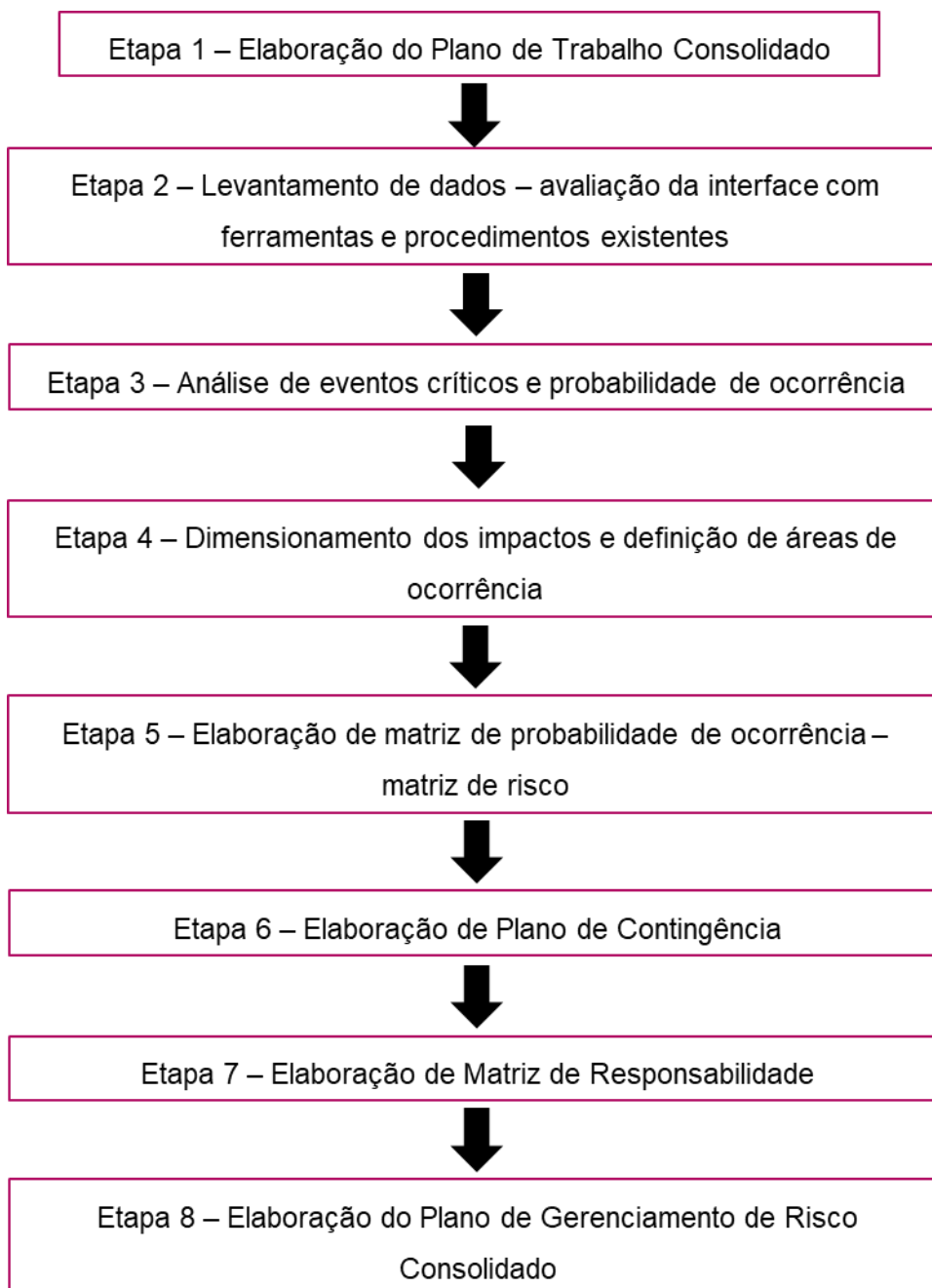


Figura 2.1 – Fluxo de Atividades Previstas para Execução.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio

Para início do trabalho foi realizada uma reunião de partida com a equipe técnica da AGEVAP em 15 de setembro de 2020 que foram discutidos os principais aspectos e diretrizes dessa entidade para início e desenvolvimento dos estudos. Na mesma data foi entregue a Ordem e Serviço indicando o início dos trabalhos no mesmo dia.

A reunião foi realizada de forma virtual e contou com a presença da gestora do processo junto à AGEVAP, que conduziu a reunião: Marina Mendonça Costa de Assis. Além disso, contou com a participação dos profissionais técnicos e de coordenação alocados pelas empresas para a execução dos estudos de acordo com o processo licitatório: Oswaldo Yujiro Iwasa, Roberto Sussumu Kurokawa, Leonardo Mitre Alvim de Castro, Carlos Frederico de Castro Alves, Jaime Federici Gomes, Marcelo Ling Tosta da Silva, Mariana Guarnier Fagundes e Fernando Alves.

A partir das diretrizes e discussões realizadas, foi elaborado este Plano de Trabalho, apresentado e discutido junto ao GTPGR e à equipe técnica da AGEVAP em 29/10/2020.

3 ETAPA 2 – LEVANTAMENTO DE DADOS – AVALIAÇÃO DA INTERFACE COM FERRAMENTAS E PROCEDIMENTOS EXISTENTES

A segunda etapa do trabalho trata, inicialmente, de um levantamento extensivo, avaliação das informações e sua sistematização, de forma a considerar todos os estudos desenvolvidos e que têm alguma relação ou podem dar subsídio para a execução do estudo.

De uma forma geral, essa segunda etapa consta, minimamente, das seguintes atividades:

- Levantamento de Dados, Estudos, Sistemas e Informações relevantes ao Trabalho;
- Identificação dos Eventos a serem considerados de Forma Preliminar;
- Análise de experiências similares de outras bacias, nacionais e estrangeiras;
- Inventário e análise de eventos e acidentes ocorridos na Bacia;
- Cadastro de Eventos;
- Oficina de discussão e validação dos riscos.

3.1 Levantamento de Dados, Estudos e Informações relevantes ao Trabalho

De uma forma geral, o levantamento de dados será iniciado via internet e contato com as entidades detentoras de estudos e dados relevantes. No segundo caso, é fundamental o apoio da AGEVAP e dos membros do GTPGR, para indicar e apoiar nos contatos para que as entidades entendam a relevância do estudo a ser elaborado e como as informações serão úteis e poderão ser disponibilizadas para o Consórcio. Dentre as informações relevantes ao estudo, cabe destacar que a AGEVAP já disponibilizou os documentos aprovados até o momento do PIRH-PS – Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul.

O termo de referência já citou de forma bastante oportuna alguns dos estudos ou sistemas relevantes como o PNSH – Plano Nacional de Segurança Hídrica, SISPREC – Sistema de previsão de eventos críticos na bacia do Rio Paraíba do Sul, Plano de Ações Complementares para a Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, Atlas de Vulnerabilidade a Inundações, SNISB – Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, informações do CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais, SIEMEC – Sistema de

intervenções estruturais para mitigação dos efeitos de cheias nas bacias dos rios Muriaé e Pomba, SIGBM – Sistema Integrado de Gestão de Segurança de Barragens de Mineração, além de bases de estudos e informações estaduais.

No caso de São Paulo, cabem ser ressaltadas ações realizadas pela CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo e sociedade civil (RINEM – Rede Integrada de Emergência do Estado do Vale do Paraíba – SP); o Plano de Ações Emergenciais/Plano de Gerenciamento de Risco – PAE/PGR para o setor industrial; os planos emergenciais coordenados pelo Setor de Atendimento a Emergência – CEEQ); o Relatório do Grupo de Trabalho do Governo do Estado de São Paulo com os resultados do levantamento, atualização e análise de informações relativas à situação de risco de barragens no Estado (2019); e o Programa de Gerenciamento de Riscos para Administradores de Rodovias para o Transporte de Produtos Perigosos no território do Estado de São Paulo. Cabe lembrar que a CETESB possui setores de Avaliação de Risco Tecnológico e de Atendimento de Emergência.

Para Minas Gerais, serão avaliadas informações sobre ações e orientações seguidas pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas relativas ao Gerenciamento de Risco, citando como exemplos: o Relatório de Estratégias para Segurança Hídrica em MG (2016); os monitoramentos realizados pela Gerência de Monitoramento Hidrometeorológico e Eventos Críticos (GMHEC); e os critérios para fiscalização de barragens, diretrizes para monitoramento de reservatórios estratégicos para abastecimento humano e determinação de áreas de recorrências de secas e propensas a inundações, realizados pela Gerência de Sistemas de Infraestrutura Hídrica (GHSI).

No Rio de Janeiro há, também, estudos relevantes como o “Diagnóstico dos Acidentes Ambientais no Estado do Rio de Janeiro (1983-2016)”, que compreende os acidentes com produtos perigosos com origem no transporte pela malha rodoviária do estado. O termo de referência lembra, ainda, que o INEA – Instituto Estadual do Ambiente possui grupo técnico multidisciplinar especializado no atendimento de ocorrências ambientais emergenciais tecnologias decorrentes de vazamentos de produtos químicos ou substâncias nocivas ao meio ambiente, com operação em regime de plantão por 24h por dia. Serão consideradas, ainda, informações do Sistema de Acompanhamento de Barramentos do Estado do Rio de Janeiro – SISBAR.

Além desses sistemas, vale citar as bases de dados de outorgas estaduais e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, além das bases dos órgãos licenciadores federal (IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e estaduais. Essas bases são fundamentais para a consideração da relação mais completa possível de empreendimentos existentes na bacia e que possam causar ou sofrer impactos devidos aos eventos extremos. Apesar de ser possível que haja empreendimentos ainda não licenciados ou outorgados na bacia, dada a experiência e atuação dos órgãos gestores e licenciadores, acredita-se que todos os mais relevantes terão suas principais informações nas bases de dados dessas entidades.

Ainda, serão considerados referenciais legais e técnicos atualizados referentes a barragens, com destaque para aquelas de contenção de rejeitos, verificando informações relacionadas a classe de risco e dano associado, estágio de atendimento à legislação de segurança de barragens e informações sobre disponibilidade de Planos de Segurança de Barragens – PSBs.

Ainda no contexto da busca para análise de estudos relevantes, serão contatados os órgãos gestores de recursos hídricos dos estados e a ANA para a verificação de outras informações e documentos já elaborados por eles. No contato com esses órgãos gestores, será discutida, ainda, a relação de outros órgãos e estudos que poderão ser consultados em cada estado ou de abrangência federal.

Todos os documentos citados no termo de referência serão avaliados, mas também serão buscados outros estudos pela equipe técnica do Consórcio, assim como serão feitas consultas a especialistas da área ou com experiência e conhecimento da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Dentre os documentos a serem avaliados para a identificação de riscos, serão buscados estudos realizados pelas principais empresas da região. Normalmente, grandes indústrias realizam análises de riscos que poderiam afetar sua produção ou continuidade de seus negócios. Tais estudos serão solicitados para as principais indústrias e mineradoras da região, assim como para as empresas de saneamento e outras que possam dispor. Serão identificadas e consultadas na bacia entidades responsáveis pelo atendimento a emergências como instituições de defesa civil e bombeiros, dentre outras.

Seguindo as análises, todos os documentos e estudos identificados e levantados serão avaliados quanto a suas informações e sua relevância para o desenvolvimento dos trabalhos. Tais informações serão sistematizadas de forma a possibilitarem seu uso em momento oportuno.

A gestão de risco, para devidos pode ser abordada de maneiras diferentes, com objetivo de um claro resultado das atividades. O Quadro 3.1 apresenta um breve resumo conceitual de abordagens de análise de riscos.

Quadro 3.1 – Resumo de bases conceituais e de variáveis nas análises de risco, bem como a figura-síntese do Risco, quando aplicado para desastres.

Política Nacional (*)	Probabilidade de Ameaça	Consequência	Vulnerabilidade/ Gerenciamento	$R \sim P(A) \times C(V)/G$	
ISDR ONU	Perigo	Exposição	Vulnerabilidade	$R = P \times E \times V$	
ISO 31000	Fontes Evento (ocorrência) ou	Probabilidade	Consequência	$R = E \times P \times C$	
Risco	Evento	Consequência	Vulnerabilidade	$R = f(E, C, V)$	
ANA (**)	Risco	Categoria de risco	Dano potencial Associado	Matriz de classificação	

(*) - Metodologia para definição de riscos de desastres naturais (Brasil 2007);

(**) - Anexo I - Matriz de classificação do TR.

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Entende-se que, idealmente, o termo de referência adota como conceito fundamental a norma ABNT/NBR ISO 31.000, de 2009 (recentemente atualizada), assim para este trabalho Risco é o efeito (positivo ou negativo) de um evento ou de uma série de eventos que se manifesta em um ou em vários locais. Ele é calculado a partir da probabilidade deste evento se manifestar e do impacto que ele poderia causar. Em um projeto ou plano, risco é um evento com probabilidade de ocorrência futura, impactando de forma negativa no alcance dos objetivos propostos ou planejados. Pode ocorrer devido a uma ou mais causas e pode resultar em um ou mais impactos negativos. Conceitualmente, também podem ocorrer impactos positivos, resultando em oportunidades, mas esse não é o foco em questão. A norma ainda aborda questões relacionadas ao controle ou gestão dos riscos, introduzindo conceitos de vulnerabilidade, mitigação e contingência.

Em geral, alguns elementos (apresentados na norma referida) devem ser identificados para se analisar riscos, incluindo:

- Evento: O que poderia acontecer?
- Probabilidade: Com que frequência ele poderia acontecer?
- Impacto: Quão ruim será se ele acontecer?
- Vulnerabilidade: Qual capacidade intrínseca de atenuar ou agravar os impactos?
- Mitigação: Como você pode reduzir a sua probabilidade (e quanto poderia reduzir)?
- Contingência: O que pode ser feito para reduzir seu impacto (e quanto poderia reduzir)?

Assim, a identificação dos riscos será associada a eventos (o que pode acontecer), a uma probabilidade de ocorrência (frequência ou quando), a um impacto (efeito), a uma magnitude (quão ruim pode ser), a uma mitigação (o que fazer para reduzir a sua probabilidade) e a uma contingência (como reduzir o impacto ou a magnitude).

Dessa forma, em resumo, o risco pode ser obtido por meio da equação de multiplicação da probabilidade de ocorrência multiplicada pelo impacto ou dano potencial associado, sendo esse conceito associado e utilizado no presente estudo.

$$R \text{ (Risco)} = P \text{ (Probabilidade de ocorrência de um evento)} \times I \text{ (impacto ou dano potencial associado)}$$

Em linhas práticas, a organização da base conceitual de riscos em sistema de informação, pode permitir, em uma análise espacial, a sobreposição dos planos de informações e mapas de indicadores gerados, cuja relação deverá resultar em uma análise de risco.

Como forma de sistematizar os tipos de eventos causadores, ou deflagradores, entende-se que a Codificação Brasileira de Desastres – COBRADE (Instrução Normativa nº01, de 24/08/2012 do Ministério da Integração Nacional), que tem o propósito de adequar a classificação brasileira às normas internacionais, pode servir como base ideal dos entendimentos e classificações dos tipos de desastres que podem deflagrar eventos com probabilidade de causar impactos e riscos nos moldes propostos neste projeto.

3.2 Identificação dos Eventos a serem considerados de Forma Preliminar

Essa primeira fase trata de forma preliminar e conceitual de identificação dos eventos possíveis de ocorrer (baseado na lista de desastres) e que sejam relacionados aos riscos de impactos aos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.

Nesta fase preliminar e conceitual serão identificados quais os fatores (causas) podem levar ao problema e quais as possíveis consequências. Esta análise preliminar será utilizada como base para embasar, em etapas seguintes, a avaliação sobre o quão provável o risco pode ocorrer (dependendo das causas identificadas) e o grau do impacto que o risco pode gerar (dependendo das consequências identificadas).

Conforme já exposto anteriormente, os impactos previstos no termo de referência para serem considerados são, minimamente, os causados por atividades antrópicas e/ou desastres naturais como estiagens prolongadas, cheias, contaminação por poluentes, rompimento de barragens e intrusão salina. Nesse sentido, além dos eventos hidrológicos relacionados a cheias e secas, são expostos, a seguir, algumas tipologias de empreendimentos que serão considerados de forma especial no levantamento de dados e análises preliminares.

Empreendimentos industriais

Os empreendimentos visados neste trabalho são aqueles que, privados ou governamentais, podem ter relação significativa com os recursos hídricos, tanto no sentido de necessitar de demandas importantes de água em qualidade ou quantidade, quanto no sentido de dispor de rejeitos ou efluentes, em armazenamento ou que sejam lançados nos corpos hídricos da bacia. Dentre esses empreendimentos, cabe destacar os industriais (metalúrgicas, químicas, petroquímicas, têxteis, alimentícias, de papel e celulose e outras) ou agrícolas (de irrigação, particulares ou comunitárias), agro-industriais (sucro-alcooleiras) e atividades mineiras (extração de areia em cava, leite e desmonte de maciços rochosos ou pedreiras).

Com base na análise desses empreendimentos, será feita uma primeira seleção daqueles com risco de causar impactos significativos na bacia ou de sofrer efeitos relevantes de eventos extremos. Esses empreendimentos serão consultados para a obtenção de informações sobre a disponibilidade de Planos de Gerenciamento de Risco, de Crises ou de Contingência que podem dar suporte ao estudo. De acordo com o levantamento de informações e estudos, os documentos obtidos serão analisados pela equipe técnica do Consórcio com vistas a verificar e sistematizar as informações relevantes para serem utilizadas no estudo.

Sistemas de saneamento

Dentre os usuários de águas, importante citar as concessionárias de saneamento que fazem captações de água ou lançamentos de efluentes. Esses empreendimentos podem potencializar impactos ou ser impactados no caso de ocorrência de eventos críticos de cheias ou secas por exemplo. Serão consultados os principais sistemas para a verificação daqueles que dispõem de planos de contingência ou de ações emergenciais na bacia. Dentre os estudos que dispõem de tais informações, cita-se o Atlas de Abastecimento de Água, cuja atualização está sendo realizada pela ANA e o Atlas Esgotos cuja elaboração foi concluída também pela ANA e dispõe de informações relevantes dos sistemas de lançamentos de efluentes e seus tratamentos, quando existentes.

Aproveitamentos hidráulicos

No que trata dos usos da bacia, cabe ressaltar órgãos ou empresas responsáveis pela operação de estruturas hidráulicas, principalmente no eixo do rio principal. Conforme já avaliado em estudos da bacia do rio Paraíba do Sul, há vários aproveitamentos hidrelétricos com barragens de regularização de vazões ou operação a fio d'água tanto no rio principal quanto em seus afluentes. Da mesma forma, há barragens de regularização de vazões com finalidades de irrigação, abastecimento público, dentre outros usos. Essas barragens poderão ser potenciais causas de impacto em função de rompimentos, mas também poderão ser utilizadas para amortecimento de cheias nos eventos de excessos de chuvas ou regularização de vazões no caso de eventos de secas extremas.

Cabe citar empreendimentos que possuam barragens, principalmente aquelas de maior Risco ou Dano Associado e que deverão possuir PSBs – Plano de Segurança de Barragens e PAEs – Planos de Ações Emergenciais, além de estudos de Dam Break com modelagens de fluxo em caso de rompimentos.

Malha ferroviária e rodoviária

Será analisada a malha ferroviária e rodoviária da bacia com especial atenção para as que estão sendo usadas para transporte de produtos de elevado potencial poluente. Serão

buscadas informações de forma a permitir a identificação dos trechos de risco (recorrência de acidentes, declividades do terreno favoráveis ao escoamento para o rio, afluentes potencialmente favoráveis ao transporte, etc).

Assim, de acordo com as informações disponíveis, os principais mananciais de abastecimento da bacia serão relacionados e localizados frente às vias importantes da bacia.

Áreas urbanas

Tendo em vista os impactos das expansões urbanas nos recursos hídricos e os riscos associados aos processos de dinâmica superficial geológicos, hidrológicos e meteorológicos, bem como problemas relacionados a desastres tecnológicos que os acompanham, a partir de eventos de erosões, assoreamentos, movimentos de massa, inundações e enxurradas que possam interagir com áreas de expansão urbana (planejadas ou não) e podem impactar os recursos hídricos em algum nível de forma perene (mudanças drásticas na área de influência direta dos rios e afluentes, comumente marcado por ocupações em área de preservação permanente) ou momentâneas, por vezes devido ao transporte de resíduos sólidos e demais materiais para o leito. Em alguns aspectos, grandes eventos de escorregamento em áreas de risco (eventos generalizados), podem acarretar em prejuízos à qualidade da água, com probabilidade maior do que grandes eventos de movimento de massa que porventura possam atingir áreas naturais (e.g. *desastre das Serras Fluminenses de 2011*, ou da Serra das Araras de 1967).

Assim, a mudança de uso e ocupação e o risco que pode acarretar, deve ser analisada, com base nos censos de população do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, os municípios que apresentam maiores taxas de crescimento da população. Os municípios selecionados serão analisados quanto às relações de suas expansões urbanas com as características geomorfológicas dos seus territórios e seu histórico de eventos de dinâmica superficial para destacar níveis de risco de impactos nos recursos hídricos da bacia. Incluídos neste setor de áreas urbanas serão identificados áreas de disposição de resíduos urbanos expressivos que eventualmente possam oferecer risco de acidente com impactos nos recursos hídricos, e neste sentido importante destacar que não serão analisados empreendimentos do tipo, mas organizados, especializados e quando possível verificados quanto sua regularidade ambiental (cadastros de áreas contaminadas), entendendo que processos em andamento devem garantir sua segurança.

Em tempo, destaca-se que para toda e qualquer análise, envolvendo áreas de expansão urbana, os elementos cuja a análise de risco se refere é o recurso hídrico, e não eventuais moradores e edificações expostos.

3.3 Análise de experiências similares de outras bacias, nacionais e estrangeiras

Ainda nesta etapa inicial, serão buscadas e avaliadas informações de outras experiências de gerenciamento de riscos voltadas aos recursos hídricos e que possam ser úteis às análises e proposições a serem desenvolvidas em etapas seguintes do estudo. Nesse sentido, cabe destacar o recém proposto Plano de Gerenciamento de Crises – PGC para a bacia hidrográfica do rio São Francisco que tem modelo conceitual interessante e que pode dar subsídio às propostas deste trabalho.

Além disso, serão consideradas e analisadas experiências internacionais de gestão de riscos serão avaliadas, principalmente no que se refere aos recursos hídricos e ocorrência de problemas passados. Um exemplo específico que pode ser citado trata do caso da indústria química Sandoz perto de Basel, na Suíça, que pegou fogo no ano de 1986, destruindo 1000 toneladas de substâncias químicas existentes na empresa. O fogo em questão foi extinto à época com o uso de 10 a 15 mil m³ de água que foi misturada nos produtos químicos e escoou diretamente para o rio Reno, levando a poluição e prejuízo aos usos localizados a jusante.

3.4 Inventário e Análise de Eventos e Acidentes Ocorridos na Bacia

Ainda nesta etapa inicial será realizado um levantamento e análise dos principais eventos e acidentes ocorridos na bacia e que poderão, também, constituir subsídios e referências para a análise de riscos atuais e futuros. Neste sentido serão identificados os acidentes ocorridos e, a partir deles poderão ser geradas informações sobre a sua frequência de ocorrência e, portanto, probabilidades de se repetirem; suas causas e condições de contorno; suas consequências em termos de impactos negativos, a curto, médio e longo prazos. Serão identificados também os órgãos e instituições envolvidas, assim como as medidas mitigatórias e de contingência que, eventualmente, chegaram a ser tomadas.

Trata-se de um inventário do comportamento da bacia quanto a acidentes ou eventos que serão úteis para conhecer a realidade atual da bacia. Para dar suporte a essa análise, será desenvolvido um formulário para preenchimento online (por meio de plataforma *google forms* ou semelhante) com algumas questões a serem respondidas por representantes das entidades envolvidas nos eventos da bacia em que cada um poderá apresentar informações sobre sua experiência em termos de eventos e acidentes ocorridos ou possíveis de ocorrer na bacia. Esses formulários deverão ser objetivos e serão enviados para preenchimento por profissionais que tenham conhecimento e experiência na gestão de emergências que possam ter efeito direto nos recursos hídricos da bacia. As respostas serão úteis para a continuidade dos trabalhos e darão subsídio à atividade seguinte que trata do cadastro de eventos ocorridos e potenciais na bacia do rio Paraíba do Sul.

Vale ressaltar, de forma antecipada, fenômenos que vêm ocorrendo nos últimos tempos como excessos de chuvas no estado de Minas Gerais, problemas de qualidade nas águas de abastecimento do Rio de Janeiro, escorregamentos ou movimentos de massa de grande porte, incêndios de grandes proporções ocorridos em diferentes partes do mundo, atrasos na chegada de períodos chuvosos, eventos extremos devidos a tempestades tropicais como furacões, dentre outros.

3.5 Cadastro e caracterização dos Eventos

No contexto da identificação dos riscos, cabe destacar inicialmente que serão consideradas, minimamente: estiagens, cheias, contaminação por poluentes, rompimento de barragens e intrusão salina, que poderão ser complementadas e detalhadas de acordo com os estudos realizados pelo Consórcio e das discussões realizadas com a equipe técnica da AGEVAP e o GTPGR.

No sentido de sistematizar os resultados dos levantamentos de dados será realizada uma identificação e documentação preliminar dos eventos ocorridos e potenciais. Para cada um deles será preenchida uma planilha preliminar como o exemplo hipotético mostrado no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Exemplo hipotético de documentação/identificação preliminar de um risco.

Código	Nome do Risco	Causa/Evento	Efeito/Impacto
1	Estiagem	Baixo índice pluviométrico ocorrido em determinada porção da bacia	Indisponibilidade hídrica para atendimento a todos os usos da bacia

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Em seguida, serão detalhadas as suas características inclusive relacionando uns aos outros, como pode ser verificado no modelo apresentado no Quadro 3.2. Dessa forma, de acordo com as informações disponíveis, os eventos identificados e analisados serão espacializados, com a elaboração de planos de informação que apresentem a probabilidade de ocorrência dos eventos identificados e selecionados (nesse momento de forma qualitativa, e quando possível quantitativa). Esses planos de informação serão utilizados como base para as discussões a serem realizadas e à medida que o estudo avança, terão maior detalhamento.

Assim, em função dos resultados dessa etapa preliminar, a intersecção dos eventos e das probabilidades será útil para a verificação das unidades de análise cujos impactos deverão ser avaliados (plano de informação de danos), com a elaboração de um mapa de risco preliminar (área a ser impactada, relacionando intensidade do evento com a probabilidade do evento), por tipo de evento possível, indicando as áreas suscetíveis aos eventos e que apresentem potencial de ser afetadas. Esse produto é fundamental para dar suporte às etapas seguintes do estudo em que o referido mapa poderá ser mais bem detalhado.

Além disso, cabe destacar a necessidade de identificação dos principais atores e especialistas atuantes no gerenciamento porventura realizado para os eventos identificados. Tal identificação de atores será relevante pois poderá dar suporte à definição de convites para a reunião do GTPGR e representantes do CEIVAP e da AGEVAP para a validação dos eventos potenciais na bacia.

Quadro 3.3 – Modelo de identificação dos riscos.

Código	Estabelece um código para o risco
Nome do risco	Apresenta um título para o risco
Descrição do risco	Descreve com maior detalhe o risco
Relação com outros riscos	Apresenta quais outros riscos podem agravar ou ser agravados caso ocorram de forma associada ou concomitante com este
Causa principal/Evento	Possíveis eventos críticos que podem dar o gatilho para a ocorrência do risco. Reapresenta a causa principal de acordo com o Quadro 3.2, com maior detalhe
Outras causas possíveis	Com base nas causas dos outros riscos e sua ocorrência associada, indica outras possíveis causas.
Probabilidade	Nesse momento, a probabilidade de ocorrência do risco é apenas qualificada (rara, baixa, média, alta, quase certa)
Efeito principal/Impacto	Reapresenta o efeito principal do Quadro 3.2 com maior detalhe
Outros efeitos	Com base nos efeitos dos outros riscos e sua ocorrência associada, apresenta outros efeitos possíveis
Nível de impacto	O impacto possível de ocorrer na bacia também é apenas qualificado nesse momento (e.g. insignificante, pequeno, médio grande e muito)

Quadro 3.3 – Modelo de identificação dos riscos.

Código	Estabelece um código para o risco
	grande), sendo que em etapa seguinte do estudo poderá ser quantificado
Classe qualitativa de risco	A partir do grau de probabilidades e impactos, faz uma classificação preliminar qualitativa dos riscos (e.g. Alto, Médio e Baixo) para cada unidade de análise
Tipos de ações possíveis (mitigação)	Indica possíveis respostas ao risco para mitigação, eliminação ou minimização de seus impactos na unidade de análise
Tipos de respostas possíveis (contingência)	Indica possíveis ações a serem executadas caso seja verificada a ocorrência do risco na unidade de análise
Responsáveis	Indica possíveis responsáveis pelas ações/respostas ao risco na unidade de análise

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

3.6 Oficina de discussão e validação dos resultados até o momento

A partir dos resultados dos trabalhos desenvolvidos até o momento, é prevista a realização de uma reunião nos moldes de uma oficina com o GTPGR e com convite aos atores/especialistas identificados como relevantes, destacando-se os representantes do CEIVAP e AGEVAP para discussão e validação da identificação dos riscos conforme modelos apresentados. Nesse contexto, serão considerados aqueles participantes que preencheram o formulário de apoio ao inventário de eventos e acidentes ocorridos na bacia, uma vez que poderão dar subsídio importante a tal discussão.

Essa oficina deverá ser realizada por meio de videoconferência em modelo a ser acordado entre as equipes técnicas do Consórcio e da AGEVAP, em momento oportuno, de acordo com o número de participantes e eventos ou tipologias de eventos identificados.

3.7 Elaboração do Produto 2.

Ao final desta etapa de trabalhos espera-se que estejam identificados de forma preliminar os principais riscos possíveis de ocorrer com base nas informações e estudos avaliados, bem como as análises realizadas. Dessa forma, os resultados serão consolidados e constarão do **Produto 2 – Interface com Ferramentas e Procedimentos Existentes** e, com isso, darão suporte às etapas seguintes de trabalho. O documento constará das metodologias e atividades desenvolvidas, identificação e análise dos eventos e acidentes ocorridos na bacia, análise de experiências do Brasil e internacionais.

Seguindo o mesmo princípio já apresentado para o produto anterior, o documento será enviado inicialmente à equipe técnica da AGEVAP para análise preliminar e, posteriormente, será apresentado e discutido de forma virtual em reunião do GTPGR. O documento será enviado em primeira versão com antecedência à reunião e, a partir das considerações apresentadas pelo GTPGR e AGEVAP, serão feitos os ajustes pela equipe do Consórcio de forma a gerar a versão final do documento.

4 ETAPA 3 – ANÁLISE DE EVENTOS CRÍTICOS E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

Em sequência aos estudos, serão desenvolvidas as atividades que permitam identificar os eventos que determinam riscos naturais ou tecnológicos, com definição de sua probabilidade de ocorrência:

- Identificação de eventos críticos naturais possíveis de ocorrer na bacia do rio Paraíba do Sul que determinam riscos; e
- Identificação de eventos críticos tecnológicos possíveis de ocorrer na bacia do rio Paraíba do Sul.

A atividade de análise quali-quantitativa e econômica dos riscos associados a cada tipo de evento crítico, será considerada na etapa seguinte, onde se analisa a valoração dos danos ou impactos.

Nesta etapa os eventos críticos possíveis de ocorrer devem ser analisados, detalhados e quantificados seus principais aspectos, especialmente suas probabilidades de ocorrência, se possíveis de serem assim avaliados.

Nesse sentido, análises que foram realizadas na etapa anterior de forma qualitativa para as probabilidades de ocorrência e níveis de impacto, serão quantificadas nesta etapa, com o uso de ferramentas de modelagem matemática.

Com base nesta abordagem deverá ser possível caracterizar:

- Determinação das probabilidades de ocorrência dos eventos críticos.
- Análise de aspectos quali-quantitativos da intensidade dos eventos críticos identificados, avaliados pelos impactos provocados, como extensão, propagação, atividades impactadas, etc.

A metodologia a ser adotada considerará o uso de ferramentas de modelagem matemática, com o uso inicialmente do Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul – SISPREC desenvolvido pela ANA. Trata-se de sistema desenvolvido especificamente para a bacia e que utilizou modelos de simulação de cheias e de qualidade das águas.

No que se refere às cheias, o sistema SISPREC utilizou os modelos do HEC – *Hydrologic Engineering Center* que, como o próprio nome diz, é o Centro de Engenharia Hidrológica do USACE – *United States Army Corps of Engineers* (Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos) e dá nome aos modelos que são os mais utilizados para modelagem hidrológica e hidráulica de fluxo. Dentre esses modelos, cabe especificar os dois principais, que foram utilizados no desenvolvimento do SISPREC:

- HEC-HMS (*Hydrologic Modeling System*) que trata de simulações chuva-vazão, podendo ser utilizado para estimativa de vazões de cheias e inundações, por exemplo;
- HEC-RAS (*River Analysis System*) modela o sistema hidráulico fluvial de rios naturais e canais, podendo ser utilizado para modelar o escoamento de cheias nos cursos d'água da bacia do rio Paraíba do Sul.

Esses dois modelos existem atualmente com ferramentas de análise espacial GEO, podendo ter seus resultados e análises espacializados com o apoio de ferramentas e softwares de geoprocessamento como o ArcGIS ou QGIS. Assim, a base de dados será utilizada com o apoio de ferramentas de análise espacial GEO, podendo ter seus resultados e análises espacializados com o apoio de ferramentas e softwares de geoprocessamento como o QGIS. As informações em questão serão verificadas quanto à possibilidade de utilização ou necessidade de geração de alguma análise ou modelagem específica, de forma a gerar

manchas de inundação na bacia, que serão utilizadas como forma de quantificar os impactos possíveis de serem ocorridos na bacia.

O mesmo princípio e metodologia vale para os aspectos de qualidade, cuja modelagem no contexto do SISPREC utilizou o sistema WASP em modelos para a simulação de lançamentos não conservativos de matéria orgânica ou de poluentes microbiológicos.

O SISPREC envolve a utilização de ferramentas que analisam os dados da previsão do tempo bem como a criação de um histórico de precipitações, permitindo gerar simulações de possíveis enchentes na Bacia do Paraíba do Sul. Esses dados possibilitam desenvolver ações integradas para a gestão de risco e o gerenciamento de desastres relacionados aos recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, com maior detalhamento aos rios Pomba, Muriaé, Carangola, Paraibuna e Paraíba do Sul. O sistema obtém dados automaticamente do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e também da ANA. Assim, com base na análise dos resultados do sistema será avaliada a existência de dados primários mais recentes, bem como a relevância de se desenvolver novas simulações e modelagens mais refinadas para a atual situação da bacia do rio Paraíba do Sul, abrangendo previsão de cheias propagação de poluentes ou rompimento de barragens.

Nos casos específicos dos eventos associados ao rompimento de barragens, a metodologia proposta considera a consulta aos respectivos Planos de Segurança das Barragens (PSBs) e Planos de Ações Emergenciais (PAEs), quando existentes e disponibilizados. Para as barragens que não tiverem tais informações, serão realizadas inferências com base em informações de seus materiais armazenados, volumes e porte dos cursos d'água, dentre outros aspectos técnicos que se disponha de informações na bacia.

Serão elaborados planos de informação de áreas que podem ser atingidas em função de cada tipo de evento crítico, especificando as classes de probabilidade de ocorrência e classes de intensidade, relacionando impactos e elementos atingidos como consequência. A seguir apresenta-se planos de informação destacados inicialmente, que em função das informações disponíveis e análises desenvolvidas nas etapas vindouras podem ser complementados:

- Áreas inundáveis conforme probabilidades de ocorrência de cheias, considerando o registro histórico de eventos críticos em função das séries de vazão e níveis do rio;
- Indicação de trechos dos cursos de água, cujos elementos em exposição (usuários) são sensíveis e podem ser afetados por contaminações devidas a acidentes com poluentes, oriundos de diversos empreendimentos elencados, como industriais e de mineração;
- Empreendimentos expostos a manchas de inundação e que possuam insumos, produtos ou resíduos que possam ser carregados em evento crítico, impactando áreas de jusante;
- Indicação dos possíveis trechos dos cursos de água que podem ser afetados por Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos;
- Áreas que podem ser afetadas por rompimento de barragens, obtidas diretamente dos PSBs e respectivos PAEs, desde que esses sejam tecnicamente validados;
- Mapas com indicação dos pontos de captação para abastecimento público. Esses pontos serão associados mais à frente no estudo à probabilidade de ocorrência de eventos críticos associados;
- Compilação de áreas suscetíveis a grandes eventos de movimentos de massa;

- Áreas possivelmente afetadas conforme probabilidade de avanço da cunha salina na região estuarina do rio Paraíba do Sul em função das estiagens prolongadas associadas ou não a eventos críticos de marés de tempestade (ressaca).

A Figura 4.1 apresenta um exemplo típico de um mapa possível de ser desenvolvido para um evento crítico de cheias e as áreas possíveis e ser impactadas.

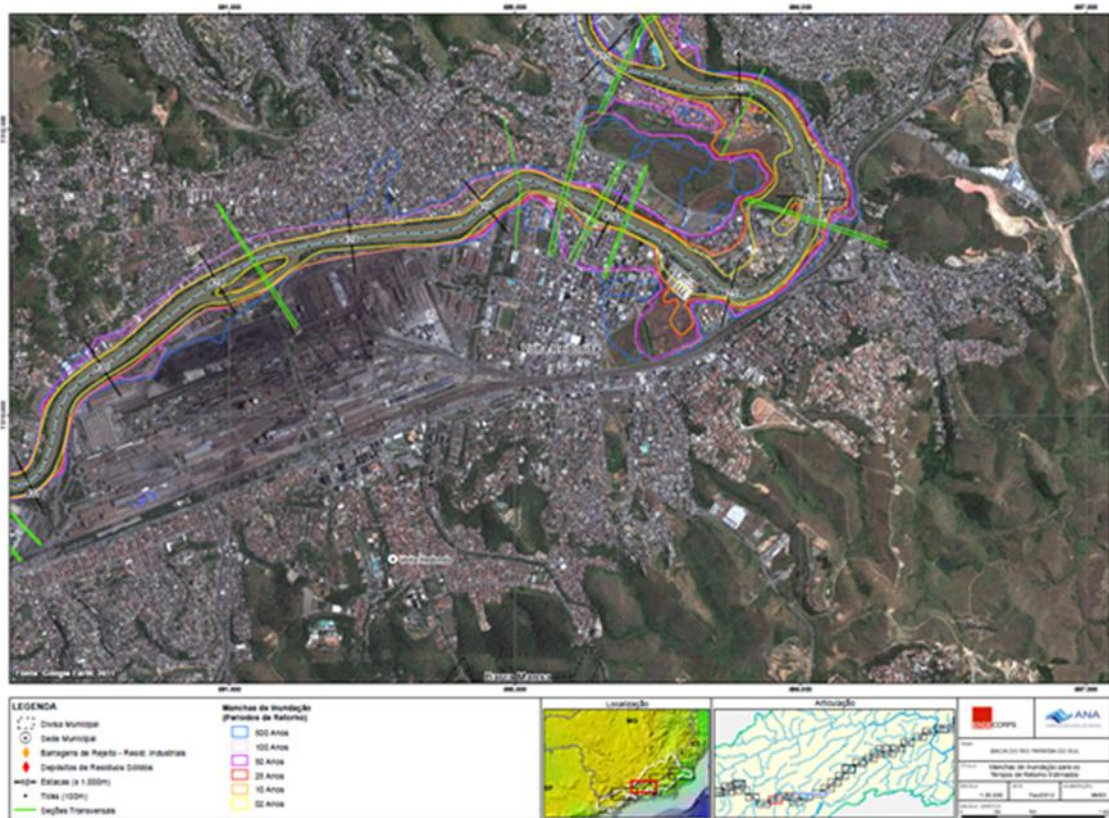


Figura 4.1 – Mapa com diferentes períodos de recorrência de uma cheia e cotas atingidas.

Fonte: <http://gripbsul.ana.gov.br/SisprecR05.html>

A partir daí, será gerada uma matriz de probabilidade de ocorrência e seus respectivos danos em potencial, gerando, como resultado, uma classificação qualitativa quanto ao nível de risco para cada evento crítico analisado em cada unidade de análise.

A ANA apresenta uma proposta de classificação dos riscos para barragens (Resolução ANA nº 236/2017 para estudos de Planos de Segurança de Barragens) utilizando uma matriz 3 x 3 relacionando as classes de probabilidade de ocorrência (que denomina risco) como alto, médio e baixo, com as classes de Dano Potencial Associado, em termos qualitativos. Para o presente estudo, intenta-se a utilização de modelo de classificação de probabilidades com cinco faixas de acordo com o Quadro 4.1 que, além de apresentar um maior detalhamento nos resultados, prevê sua quantificação de forma a possibilitar um melhor entendimento.

Quadro 4.1 – Modelo de Classificação de Probabilidade e relação de danos possíveis

Probabilidade (P)			Relação de Danos		
Escala	Análise Quantitativa		Sociais	Econômicos	Ambientais
	Probabilidade de Ocorrência	Frequência Esperada			
1. Muito baixa	Evento pode ocorrer em circunstâncias excepcionais	< 10%			
2. Baixa	Evento pode ocorrer em algum momento	$10\% \leq P < 30\%$			
3. Média	Evento deve ocorrer em algum momento	$30\% \leq P < 50\%$			
4. Alta	Evento provavelmente ocorrerá	$50\% \leq P < 90\%$			
5. Muito Alta	Evento é esperado que ocorrerá	$90\% \leq P$			

Fonte: Modificado de MPDG (2017).

A análise quantitativa dos riscos será realizada na Etapa 5 (Matriz de Risco) após o dimensionamento dos danos ou impactos potenciais previstos na Etapa 4 (dimensionamento dos Danos).

Para a realização dessas análises é fundamental o uso de dados básicos disponíveis nas defesas civis nacional, estadual e municipais, sendo parte do trabalho a integração dos dados em uma base única sistematizada.

Considerando as análises a serem realizadas, algumas diretrizes podem ser realçadas:

- Todos os resultados serão apresentados de forma espacial, por meio de mapas mostrando os eventos críticos associados e os trechos de cursos de água que podem ser afetados (unidades de análise), com sua qualificação ou quantificação, de acordo com as informações disponíveis;
- As probabilidades de ocorrência dos riscos serão estimadas de forma criteriosa, quando possível matemática, e a partir daí poderão ser qualificadas por faixas, considerando o nível de sensibilidade dos resultados;
- Para a análise dos riscos e definição das áreas e trechos de impactos, serão utilizados modelos matemáticos, preferencialmente por meio do sistema SISPREC já desenvolvido para a bacia. Quando necessário, serão realizadas modelagens específicas para verificar a extensão dos impactos;
- Os eventos críticos a serem avaliados serão aqueles já identificados e validados na etapa anterior do estudo, que tratou da identificação e qualificação dos riscos. Mais à frente no estudo, tais eventos serão correlacionados com as probabilidades de ocorrência de forma a definir os seus riscos associados;
- Os riscos serão caracterizados, nesta etapa, pelo cruzamento ou matriz das probabilidades de ocorrências com a delimitação das áreas que podem ser afetadas e nelas, a identificação dos elementos sociais, econômicos e ambientais afetados.

Ao final desta etapa será elaborado o **Produto 3 – Análise de Eventos Críticos e Probabilidade de Ocorrência**, que será encaminhado para discussão junto ao GTPGR e AGEVAP para que, após as revisões necessárias, seja apresentada sua versão final.

5 ETAPA 4 – DIMENSIONAMENTO DOS IMPACTOS E DEFINIÇÃO DE ÁREAS DE OCORRÊNCIA

Esta etapa de trabalho será executada de forma sequencial e complementar à etapa anterior, em que os eventos críticos foram quantificados e classificados segundo a matriz de probabilidades de ocorrência. De uma forma geral, esta etapa consta de duas atividades principais:

- Definição e dimensionamento dos impactos decorrentes da ocorrência dos eventos críticos;
- Definição de áreas com probabilidade de ocorrência dos eventos críticos.

Nesse sentido, para os impactos avaliados e quantificados na etapa anterior, serão realizadas análises visando dimensionar os efeitos possíveis de ocorrer para cada impacto identificado. Esses efeitos serão avaliados pelas dimensões econômicas, sociais e ambientais, quando analisados os impactos nos usos consuntivos e não consuntivos dos recursos hídricos na unidade de análise.

Esta análise considera a valoração dos danos causados pelos impactos nos recursos hídricos e será realizada de forma integrada com aspectos sociais e ambientais, com a aplicação de metodologia por meio da estimativa dos impactos da ocorrência dos eventos críticos nas populações, direta e indiretamente atingidas perturbação no uso dos recursos hídricos; prejuízos financeiros estimados para a ocorrência de cada tipologia e porte de evento crítico, impactos sobre os ecossistemas, etc.

Nesse contexto, como exemplo para um evento crítico de cheias, serão gerados os planos de informação de inundação para diferentes períodos de recorrência com base no sistema SISPREC, como o mostrado na Figura 4.1. Para cada nível de impacto e período de recorrência, serão estimados os impactos econômicos para a sociedade, quanto aos usos, inclusive não consuntivos relacionados a aspectos ambientais.

Como será apresentado nas diretrizes ao final desse subitem, para cada fator/aspecto avaliado (econômico, social, para a gestão, etc.), deverá ser estabelecida uma escala de dimensão de impacto específico, que será integrada para a obtenção da dimensão global.

Assim, a estratégia metodológica a ser adotada inicia pela definição dos fatores que serão avaliados e, para cada um deles, será definida, preferencialmente de forma quantificada, a classificação para cada aspecto. Essa definição dos fatores e classificação entre diferentes escalas

Como exemplo, apresenta-se o Quadro 5.1, com um exercício preliminar e qualitativo de possíveis dimensões de impacto para as ações de gestão na bacia ou no trecho avaliado.

Quadro 5.1 – Exemplo de matriz modelo para dimensionamento de impactos.

Escala de Impacto / Fator Avaliado	Para as ações de gestão	Econômico	Social	Ambiental
1- Insignificante	O impacto é mínimo no alcance das ações de gestão	Valor de impacto para os usos e economia da região	Impacto para a sociedade	Nível de impacto em áreas protegidas
2- Pequeno	O impacto é pouco relevante ao alcance das ações de gestão	...	...	...
3- Moderado	O impacto é significativo no alcance das ações de gestão	...	...	...
4- Grande	O impacto compromete acentuadamente às ações de gestão, os objetivos estratégicos podem ser fortemente comprometidos	...	...	...
5- Catastrófico	O impacto ocasiona colapso às ações de gestão, a viabilidade estratégica pode ser comprometida	...	...	...

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Assim, como pode ser visto no Quadro 5.1, cada evento crítico identificado nas etapas anteriores será associado a cada trecho da bacia (unidade de análise) e será estimada a dimensão dos seus impactos, citados como exemplos quatro aspectos: econômico, ambiental, social e para as ações de gestão.

A partir das estimativas de valores de impactos econômicos e do cotejo com a probabilidade, poderá ser mostrado de forma objetiva o nexos causal entre cada risco sobre os recursos hídricos e seus impactos econômicos. A definição das classes para cada aspecto só poderá ser feita no momento da análise, uma vez que depende dos resultados das estimativas de níveis de impactos para cada um deles. Uma vez definidos tais níveis, eles poderão ser qualificados por classes entre o insignificante e o catastrófico.

A partir da análise para todos os aspectos avaliados de forma separada, será estimado o resultado global para cada evento e cada área impactada, integrando os valores obtidos parcialmente. Assim, em princípio, considera-se que o impacto global associado a cada evento para cada trecho de rio ou área impactada deve ser o de nível de intensidade mais elevado dentre aqueles considerados para o mesmo local. Citando um exemplo hipotético para justificar essa proposta, uma vez que ocorrência de um evento extremo de cheias causa impactos catastróficos (nota 5) quanto ao aspecto econômico em determinado trecho de rio, mesmo que o impacto seja insignificante quanto aos aspectos de gestão, social e ambiental (nota 1 para os três), considera-se que o global deverá seguir como catastrófico (nota 5). Contudo, de forma analítica, a partir dos bancos de dados geoespaciais, planos de informação para cada dimensão da análise (econômica, social e ambiental) ainda poderão ser obtidos, e combinações de composição das três dimensões realizadas.

Os critérios de definição de escalas de danos ou impactos deverão ser adotados em função dos valores obtidos na quantificação ou valoração dos mesmos, podendo, entretanto, ser distribuídos entre os cinco graus de análise previstos.

Ainda no contexto da análise da ocorrência e dimensionamento dos danos em cada trecho ou área impactada, é possível simular a integração e, com isso, verificar possibilidades de ampliação dos efeitos no caso da ocorrência de mais de um evento ao mesmo tempo. Assim, como exemplo, serão verificadas situações em que a ocorrência de uma cheia devida a um evento pluviométrico extremo tenha seus impactos ampliados em função do rompimento de uma barragem de rejeitos.

Por fim, como previsto no TR, a partir do compilado no plano de informação dos impactos listados para cada unidade de análise, será realizada uma análise econômica quali-quantitativa, no qual a partir das classes de dimensionamento econômico (com fatores econômicos, sociais e ambientais) serão estabelecidos estimativas, ou faixas, valoradas dos impactos negativos.

Ao final desta etapa de estudos, será elaborado o **Produto 4 – Dimensionamento dos Impactos e Definição de Áreas de Ocorrência**. Seguindo a mesma metodologia proposta para os produtos anteriores, tal documento será encaminhado em primeira versão para discussão junto ao GTPGR e AGEVAP e, a partir daí, serão feitos os ajustes porventura necessários para a consolidação da versão final do documento.

6 ETAPA 5 – ELABORAÇÃO DE MATRIZ DE PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA

Esta etapa de estudos consta de duas atividades principais, que deverão colher subsídios das etapas anteriores:

- Elaboração das matrizes de risco, que relacionam as matrizes de probabilidade de ocorrência e de impacto associado;
- Avaliação da influência das mudanças climáticas.

A primeira atividade consta da elaboração de uma matriz de riscos (R) a ser obtida por meio da avaliação das probabilidades de ocorrência dos eventos (P) x impacto ou danos associados (I).

Nesse sentido, com base nos resultados das etapas anteriores em matrizes com classificação em cinco níveis de probabilidades de ocorrência e impactos associados de forma separada, propõe-se a sua integração e a utilização de uma matriz 5x5 em que poderão ser definidos os níveis de risco para cada tipologia de evento e cada trecho da bacia (unidade de análise), segundo a matriz apresentada no Quadro 6.1.

Quadro 6.1 – Matriz 5 x 5 de Classificação do Risco de Probabilidade de ocorrência de um evento x Impacto ou Dano para classificação do Risco em cada unidade de análise.

Risco = P x I		Probabilidade (P)				
		1- Muito Baixa	2- Baixa	3- Possível	4- Alta	5- Muito Alta
Impacto (I)	5- Catastrófico	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
	4- Grande	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto	Risco Muito Alto
	3- Moderado	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto	Risco Muito Alto
	2- Pequeno	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Moderado	Risco Alto	Risco Alto
	1- Insignificante	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Baixo	Risco Moderado	Risco Moderado

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Então, considerando os exemplos de riscos de impactos citados no termo de referência, minimamente serão gerados cinco planos de informação e mapas para toda a bacia com os diferentes níveis ou classes de risco de cada área ou trecho: (i) estiagens prolongadas, (ii) cheias, (iii) contaminação por poluentes, (iv) rompimento de barragens e (v) intrusão salina. Esses planos de informação serão relacionados a outros riscos identificados nas etapas anteriores do estudo. Assim, seguindo as análises e identificação de riscos realizadas nas etapas anteriores, caso sejam identificados outros eventos críticos com risco de ocorrer na bacia, como é o caso escorregamentos de grande porte que atinjam os cursos d’água, serão também gerados mapas classificando a dimensão possível da ocorrência de um impacto.

Dessa forma, com base nessa análise, cada área afetada ou trecho de rio poderá ser classificado pelo nível de risco relacionado ao impacto e à frequência e dimensão do evento associado a cada risco. Com isso e mais uma vez como exemplo hipotético, um determinado trecho de rio pode ter um nível de risco classificado como moderado para a probabilidade de ocorrência de uma cheia, insignificante para a probabilidade ocorrência de uma seca e catastrófico para a probabilidade de rompimento de uma barragem, contudo, devido as características da unidade de análise, todos esses riscos de origens diversas podem acarretar num mesmo impacto, baseado na consequência no uso dos recursos hídricos, e por isso, para a gestão de riscos também faz-se necessário uma análise integrada.

Para a integração das análises e geração de um resultado global, os planos de informação dos impactos agregados do uso dos recursos hídricos, associado com um plano de informações que compilam (somando ou compondo) as probabilidades de ocorrência de cada plano de informação dos eventos listados como deflagradores de um determinado impacto, serão analisados pela matriz do Quadro 6.1, com um plano de informação resultante. Nesse sentido, as análises realizadas por tipologia de eventos e para cada área ou trecho da bacia (unidade de análise) serão integradas em uma análise espacial gerando um plano de informação em que cada área ou trecho de rio terá sua qualificação em termos de tipologias de eventos possíveis e níveis de impacto caso seja verificada sua ocorrência. A partir dessa avaliação por área ou trecho e por tipologia de evento, serão integrados todos os temas para a geração dos planos de informação de risco total.

Com isso, o produto final dessa etapa será visual e de fácil compreensão e tratará de mapas de riscos relativos a cada tipo de evento, especificando classes de probabilidade de ocorrência

e categorias de impactos. Esses mapas deverão considerar os mesmos eventos avaliados nas etapas anteriores do estudo. Nas análises das etapas anteriores, os mapas de áreas inundáveis, trechos afetados por contaminantes, riscos de rompimentos de barragens, etc, eram associados apenas à probabilidade de ocorrência. Nesse momento os mesmos mapas serão relacionados também ao nível de impacto ou dano.

As atividades desta etapa serão complementadas pela avaliação da influência das mudanças climáticas que podem alterar as probabilidades de ocorrência dos eventos críticos identificados, assim como para o dimensionamento dos impactos. Nesse sentido, a análise dos impactos para cada tipologia de evento risco deverá considerar os resultados da ocorrência de efeitos das mudanças climáticas, valendo lembrar o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – PNAMC construído pelo Ministério do Meio Ambiente em 2016 e que dispõe de uma série de informações adequadas a dar suporte a esse dimensionamento de impactos. Esse tema deve ser considerado com a devida atenção, uma vez que os resultados das análises realizados de mudanças climáticas têm identificado ampliação da ocorrência de eventos extremos para várias bacias hidrográficas do país, com efeitos importantes aos usos e outros aspectos sociais, econômicos e ambientais que serão considerados no estudo.

Nesse contexto, serão avaliadas informações de modelos e estudos já desenvolvidos e que apresentem informações para a região que abrange a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. Dentre os estudos, cabe destacar os relatórios do IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas da ONU – Organização das Nações Unidas, que compilam as informações existentes sobre o tema.

O fenômeno relacionado às mudanças climáticas tem sido avaliado globalmente e com efeitos para o clima terrestre como um todo. Nesse sentido, a investigação das questões relacionadas à variabilidade climática futura demanda modelos considerando análises do clima global como um todo. Esses modelos são denominados de Modelos de Circulação Geral Atmosférica Oceânica (AOGCM na sigla em inglês – *Atmosphere-Ocean General Circulation Model*) ou de forma simplificada, são conhecidos como Modelos Climáticos Globais – MCGs. De uma forma geral, consideram em sua modelagem, diferentes cenários de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa além da circulação geral atmosférica. Como o próprio nome mostra, são modelos globais em função dos aspectos e impactos globais do tema. Para avaliar condições relacionadas a uma região específica, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, há a necessidade de avaliação no contexto regional de seus resultados.

Dentre os estudos relacionados à modelagem supracitada, cabem citar os de Marengo (2008, 2012 e 2014), pesquisador do CEMADEN e que avaliou os modelos climáticos e seus efeitos para o Brasil. Da mesma forma Sampaio e Dias (2014) avaliaram a evolução de modelos climáticos e de previsão de tempo e clima. Assim, será realizada uma pesquisa e análise bibliográfica sobre o tema e, a partir dos resultados propostos pelos modelos já desenvolvidos, serão indicadas possíveis mudanças na probabilidade de ocorrência dos eventos considerados neste estudo.

Após essa análise integrada, serão gerados planos de informação considerando todos os riscos associados a cada trecho de rio, com seus níveis de probabilidade e impactos. Com isso, esses resultados darão suporte mais adequado ao processo de planejamento e monitoramento, como será verificado na etapa seguinte do estudo, com a indicação das ações que deverão ser executadas, bem como a localização de trechos ou áreas em que deverão ser focadas as ações. As Etapas seguintes constituem a resposta dessas ações previstas no Termo de Referência, ou seja, o Plano de Contingência (Etapa 6), a Matriz de Responsabilidade (Etapa 7) e o Plano de Gerenciamento de Risco Consolidado (Etapa 8).

Seguindo o mesmo princípio da conclusão dos produtos anteriores, é prevista a realização de uma discussão dos resultados junto ao GTPGR e à AGEVAP sendo que os comentários darão

suporte aos ajustes a serem realizados pela equipe técnica do Consórcio para a obtenção do produto em sua versão final.

7 ETAPA 6 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE CONTINGÊNCIA

Seguindo os estudos e com base nos resultados apresentados, principalmente no Produto 5, será elaborado o Plano de Contingência, que trata de uma das principais atividades do estudo, de planejamento propriamente dito. Assim, de acordo com as análises espaciais indicando os locais de possível ocorrência de eventos críticos e os riscos associados a eles, bem como os impactos possíveis de ocorrer, serão propostas ações para serem executadas pelos atores do processo de gestão da bacia, em termos contingenciais.

A abordagem metodológica consta de duas atividades principais:

- Definição de estratégias e procedimentos das ações de respostas aos impactos provocados pela ocorrência dos eventos críticos e estabelecimento de plano de contingência;
- Definição de ferramentas de análise de eficácia e eficiência e de sistemática de controle e monitoramento.

Para que o planejamento seja efetivo e traga resultados positivos para o uso dos recursos hídricos, deve ter bastante atenção para que sejam identificadas as ações mais adequadas e viáveis de ser executadas. Nesse sentido, indica-se a primeira diretriz para o tema de planejamento de contingência, que deve conter ações, quando possível de prevenção e monitoramento anterior à ocorrência de um evento impactante para a bacia até as respostas para a minimização de seus impactos, após sua manifestação.

O modelo de planejamento deverá apresentar diferentes tipologias de ações, conforme o momento e a condição em que a bacia se apresenta, conforme consta da Figura 7.1, adaptada do Plano de Gerenciamento de Crises da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

De uma forma geral, é importante atentar que não basta apresentar ações para a solução dos problemas quando da ocorrência de um evento extremo, mas a bacia deve estar sempre alerta e, portanto, as ações devem ser executadas durante todo o tempo, de acordo com sua condição. Nesse sentido, de uma forma geral, durante o período em que a bacia se encontra em condição normal, são executadas ações de rotina, mas acompanhadas de um preparo e treinamento para o caso da ocorrência do evento de cheia, assim como um monitoramento adequado dos recursos hídricos da bacia.

Dessa forma, importante conceituar que o Plano de Contingência trata de um documento dentro do Plano de Gerenciamento de Riscos como um todo que envolve atividades a serem executadas desde o período anterior à ocorrência de qualquer evento, quando possível, até o período posterior.

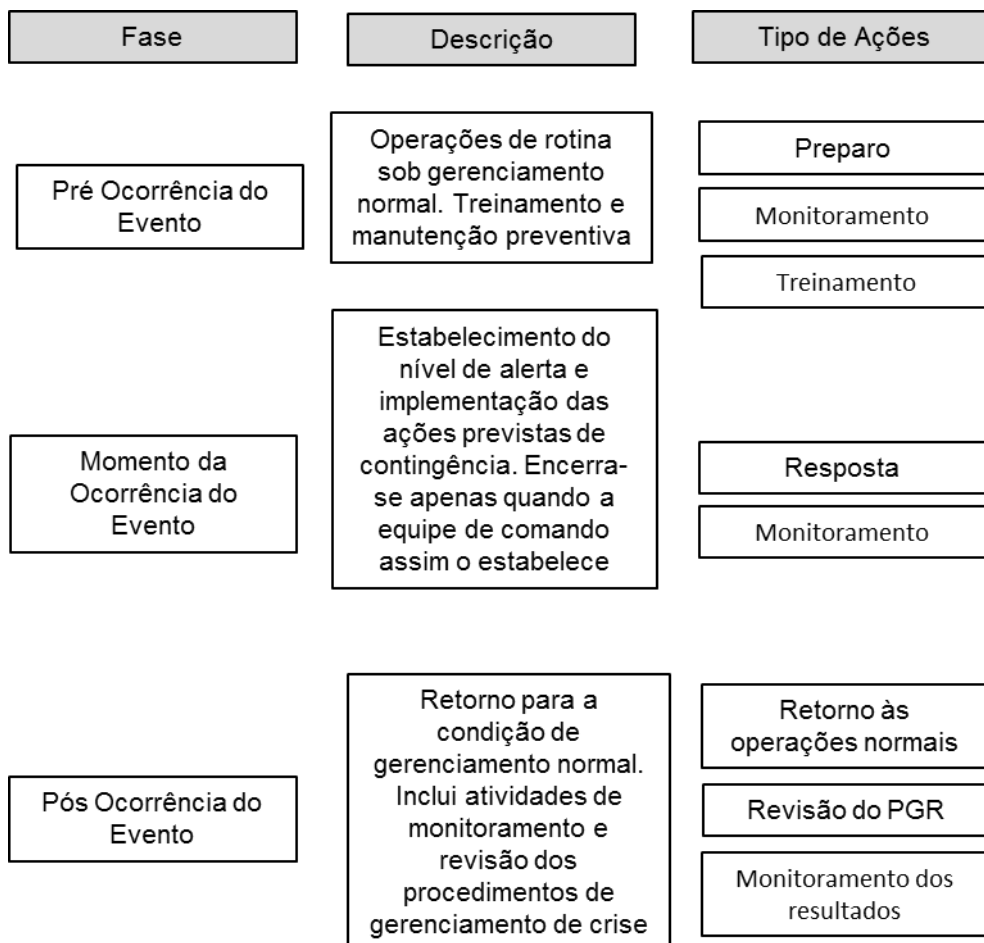


Figura 7.1 – Tipologias de ações e modelo de planejamento de contingência e gerenciamento de riscos.

Fonte: adaptado de Agência Peixe Vivo (2019).

Seguindo o modelo metodológico apresentado na Figura 7.1, durante a ocorrência do evento, são executadas as ações de contingência e mitigação dos impactos em resposta ao problema detectado. Finalmente, após a ocorrência e retorno à condição normal, é fundamental que sejam executadas ações de revisão do Plano de Contingência e do PGR como um todo.

Portanto, é importante ressaltar a necessidade de revisão do PGR, já que deve ter uma periodicidade estabelecida para revisões especialmente ao final da ocorrência de cada evento significativo, tendo em vista que essas ocorrências constituem oportunidades de aferição e ajustes necessários. Observa-se na mesma figura que o monitoramento deve ser realizado ao longo de todo o período desde o anterior à ocorrência do evento até o posterior, uma vez que é a principal ferramenta para o diagnóstico do evento e seus impactos na bacia.

Quanto à periodicidade de revisão do plano, será avaliada e discutida nesta etapa do documento, mas podem ser adiantados alguns aspectos. Considerando que se trata de um primeiro plano a ser desenvolvido sobre esse tema para a bacia, propõe-se, que se tenha uma revisão ao final da execução de um período em que sejam executadas as atividades de curto prazo ou emergenciais. Em seguida, propõe-se que a revisão seja após a ocorrência de eventos de grande magnitude ou por prazos fixos, podendo ser estabelecidos períodos de 4, 5 ou 10 anos.

Seguindo o modelo de planejamento apresentado, é fundamental a definição de um marco lógico para a construção das ações de contingência, de forma a que sejam exequíveis e específicas para cada tipologia de evento e região da bacia. Assim, seguindo o marco lógico proposto na Figura 7.2, o plano de contingência deverá ser estruturado a partir da identificação dos eventos críticos e riscos associados e a localização do risco de ocorrência de cada evento (e os respectivos impactos), para que as ações sejam focadas. Da mesma forma, as ações e seu detalhamento deverão ser considerados em função da probabilidade dos eventos e dimensão dos seus impactos, também conforme avaliação da etapa anterior.

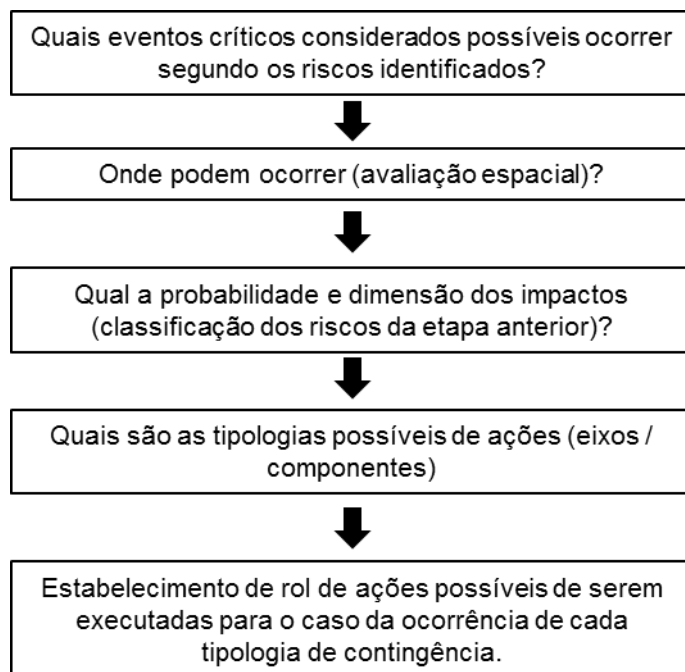


Figura 7.2 – Marco lógico da proposição das ações de contingência.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Ao aplicar o marco lógico em questão, deverão ser definidas ações possíveis de serem executadas no âmbito da bacia do rio Paraíba do Sul durante o período de contingência e que deverão ser detalhadas o suficiente para abranger uma série de aspectos de forma a evitar ou minimizar de forma adequada os impactos do evento ocorrido, ou quando consideradas longas estiagens, eventos que estão ocorrendo. A Figura 7.3 apresenta um modelo possível de eixos para as ações a serem propostas, que deverão considerar, minimamente, aspectos relacionados aos instrumentos de gestão, monitoramentos, divulgação, governança, ações de restrição de usos e intervenções estruturais. De toda forma, importante mais uma vez ressaltar a necessidade de discussão e validação de tais eixos e ações com o GTPGR e AGEVAP. Nesse caso, considera-se fundamental a discussão e validação também com os órgãos gestores de recursos hídricos dos três estados que a bacia faz parte (MG, RJ e SP) e a ANA.

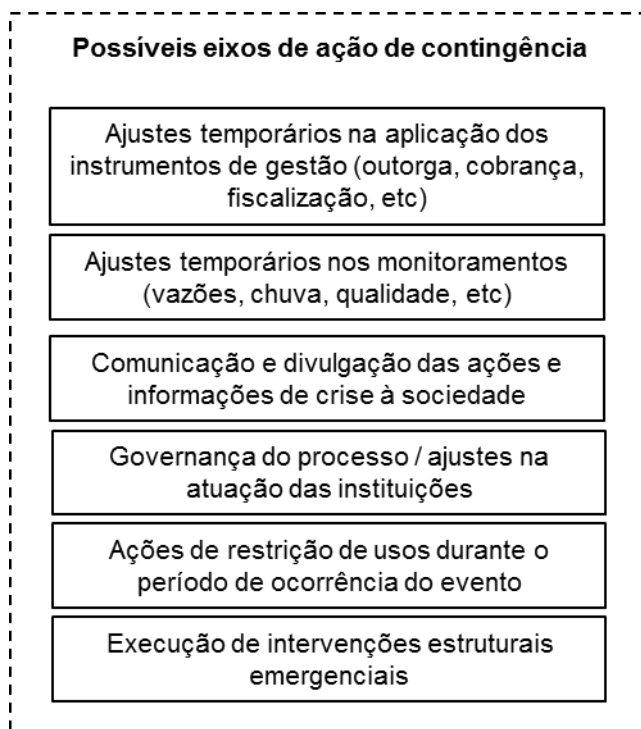


Figura 7.3 – Possíveis eixos de ações de contingência

Fonte: Adaptado de Agência Peixe Vivo (2019) especificamente para o presente PGR da bacia do rio Paraíba do Sul.

Ainda no que se refere à estratégia metodológica para a construção das ações (o que fazer e como), é importante considerar o detalhamento adequado, considerando, minimamente, aspectos relacionados a: justificativas (por que), objetivo, responsabilidades (quem), que situações a ação deve ser executada (quando) custos (e responsáveis financeiros), monitoramento de eficiência (indicadores de resultados). Esse detalhamento é apresentado como proposta preliminar na Figura 7.4.

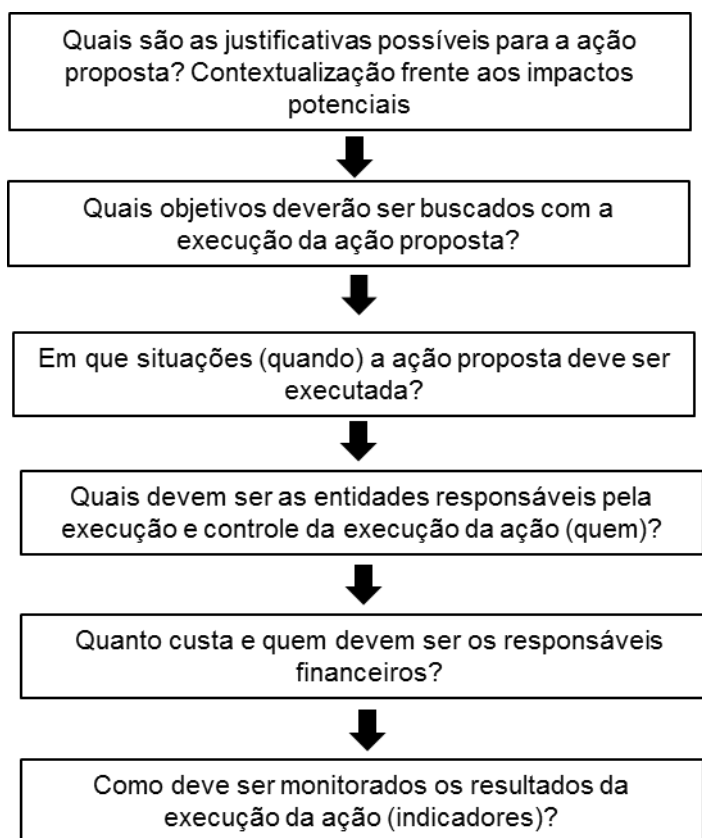


Figura 7.4 – Estrutura mínima para as ações propostas no contexto do plano de contingência.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Ao longo da proposta metodológica disposta acima, foram apresentadas algumas diretrizes de execução do plano de contingência, sendo complementadas ou ressaltadas a seguir:

- Para a proposição do plano de contingência, importante prever a avaliação de estudos disponíveis tanto para a bacia (ex.: Plano de Ações Complementares para Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul e o Plano de Contingência da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu) quanto exemplos de outras bacias hidrográficas como o caso do São Francisco cujo Plano de Gestão de Crises teve sua proposta conceitual recentemente elaborada;
- Seguindo a avaliação de documentos base para a proposta do plano de contingência, importante avaliar documentos existentes para outros domínios técnicos no Brasil, como os da defesa civil, bombeiros, planos de ações emergenciais de rompimentos de barragens e outros, assim como planos de contingência e experiências internacionais de atendimento a eventos extremos terremotos, tsunamis ou outras ocorrências;
- As ações deverão ser definidas por tipologia de evento crítico possível de ocorrer. Como exemplo, as ações de contingência relacionadas a intervenções estruturais ou restrições de usos de um evento de cheia podem ser bastante distintas daquelas relacionadas a eventos de estiagem extrema;

- As ações deverão envolver todos os impactos negativos possíveis e identificados nas etapas anteriores, sejam eles estruturais, sociais, ambientais ou econômico-financeiros;
- No que se refere às ações a serem propostas, para que tenham execução adequada na situação de necessidade, é fundamental que sejam discutidas e pactuadas com as entidades responsáveis pela sua futura execução. Da mesma forma, é importante verificar a necessidade de treinamentos ou capacitações específicas para que os responsáveis estejam devidamente preparados para agir no caso da ocorrência do evento extremo considerado no respectivo risco;
- Importante ressaltar a necessidade de revisão do Plano de Contingência e do PGR como um todo. O plano a ser elaborado deverá ter uma periodicidade estabelecida ao final do estudo. No entanto, de forma complementar devem ser previstas revisões ao final do atendimento a emergências devidas aos eventos críticos de maior magnitude, aproveitando-se da experiência de atendimento à contingência em questão e possíveis ajustes necessários para melhorias nas próximas ocorrências;
- O plano de contingência terá a construção de um documento adequado de monitoramento de resultados da sua implementação e dos eventos críticos ocorridos, bem como de todas as etapas do processo, envolvendo a preparação, execução e o pós plano e constando de indicadores adequados para acompanhamento do CEIVAP, AGEVAP e dos órgãos gestores de recursos hídricos. Esse sistema de monitoramento irá constar de ferramentas de análise de eficácia e eficiência por meio de indicadores de resultado e metodologia de agregação e apresentação de um resultado global. Assim, cada ação proposta terá seus indicadores de desempenho (verificação se foi executada) e resultados (benefícios trazidos para a bacia) e a integração desses indicadores de desempenho e resultados dará suporte à avaliação da eficiência da ação. Assim, de acordo com as análises em questão, a ação pode ser revista ou ajustada quando da revisão do Plano de Contingência e do PGR como um todo, com justificativas/razões compreensíveis e baseadas em indicadores;
- Um dos problemas principais identificados na execução de diversos planos de ações para políticas públicas no país trata da falta de conhecimento das responsabilidades e da ausência de um controle adequado. Assim, a proposta irá abranger um processo de pactuação das ações do plano de contingência com os responsáveis e uma sistemática de controle quando da ocorrência de uma crise, a partir da definição de um Comitê ou Grupo de Gerenciamento de Crises (com entidades participantes e seus indicados), ente fundamental para a governança e controle adequado da execução das ações.

Nesse sentido, seguindo a metodologia apresentada, serão propostas ações para serem executadas na condição normal da bacia, como preparação para a ocorrência de algum evento crítico, para a condição crítica e para a situação posterior à ocorrência da crise, envolvendo, inclusive a revisão do PGR com base nos resultados do acompanhamento realizado.

Da mesma forma, será proposto um modelo de monitoramento e controle, considerando ferramentas como indicadores e metodologia de agregação de forma a dar suporte à avaliação da condição da bacia e as ações que deverão ser executadas. Para cada unidade de análise administrativa da bacia, quando possível, serão sugeridos indicadores e limiares críticos para estabelecer níveis de alerta, cujo plano de contingência deve recomendar ações de resposta.

Nesta etapa do Plano de Contingência, uma atividade prevista como fundamental para que ele tenha sucesso trata da pactuação das ações de monitoramento e com as entidades responsáveis. Nesse sentido, propõe-se que a construção desse plano seja executada com a

discussão com as entidades responsáveis pelas ações e sua verificação se estão de acordo e se será possível executá-las, quando da ocorrência do evento crítico. Um dos problemas principais dos planos de ações para políticas públicas existentes no Brasil, incluindo aí os planos de bacias hidrográficas é a ausência de pactuação das atividades previstas para o horizonte temporal. Para essa pactuação, é proposto uma oficina com a participação dos atores responsáveis pelas ações previstas, junto com o GTPGR, AGEVAP e órgãos gestores de recursos hídricos, para que seja discutido e acordado o plano de ações.

Ao final desta etapa, será elaborado o **Produto 6 – Plano de Contingência**. Seguindo o mesmo princípio dos anteriores, os resultados dessa etapa serão discutidos com o GTPGR e AGEVAP para comentários e serão ajustados de acordo com suas considerações, para a apresentação da versão final.

8 ETAPA 7 – ELABORAÇÃO DE MATRIZ DE RESPONSABILIDADE

Esta etapa do estudo considerará os resultados do Plano de Contingência (Produto 6) para a construção de uma matriz institucional com todas as entidades que terão alguma responsabilidade no plano. Conforme já apresentado na metodologia do plano de contingência, todas as ações propostas terão seus entes responsáveis apresentados no documento, assim como outros entes intervenientes.

Da mesma forma, o modelo de monitoramento, com as ferramentas e indicadores de análise de efetividade dos resultados do plano terão as responsabilidades definidas entre os atores da bacia. Esse processo será validado pela pactuação em reunião com a participação dessas entidades, conforme apresentado no subitem anterior. Assim, todas as entidades já terão conhecimento e estarão de acordo com as atividades de sua responsabilidade e os parceiros porventura necessários para cada ação. Dessa forma, a matriz de responsabilidade que constará neste produto terá a relação de todas as ações e as instituições e parceiros responsáveis pela execução, bem como pela mobilização e disponibilização de recursos porventura necessários.

Um dos pontos fundamentais em uma matriz de responsáveis no caso de eventos críticos trata da gestão da condição de crise propriamente dita. Assim, é fundamental prever inclusive nomes de profissionais que poderão ser contatados em cada entidade e as suas informações de contato (telefone e endereço, por exemplo) no caso da ocorrência de cada tipologia de evento crítico e em cada local da bacia.

Para essa atividade, é fundamental a participação do CEIVAP e AGEVAP, além do GTPGR que deverão sugerir entidades participantes do processo de atendimento às contingências/emergências relacionadas aos recursos hídricos. A partir da relação de entidades, estas deverão ser formalmente contatadas para indicar os profissionais responsáveis pelo atendimento em caso da ocorrência dos eventos críticos.

Ao final desta etapa, o **Produto 7 – Matriz de Responsabilidade** será gerado e discutido com o GTPGR e AGEVAP para apresentação de comentários que serão agregados para a emissão do documento final.

9 ETAPA 8 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE GERENCIAMENTO DE RISCO CONSOLIDADO

No processo de implementação do PGR e ações de governança do PGR, é fundamental prever a integração entre as entidades responsáveis pelo monitoramento e também com responsabilidades na execução de ações de contingência, citando-se o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, defesa civil (federal, estadual e municipal), órgãos gestores de recursos hídricos, CEIVAP e AGEVAP.

Nos modelos de ações a serem propostas, serão considerados os PAMs – Planos de Auxílio Mútuo que representam processos cooperativos em que diferentes responsáveis (poder público, usuários e sociedade civil, por exemplo) podem atuar de forma conjunta para potencializar os resultados de uma ação. Normalmente os PAMs são executados em situações de contingência e podem trazer resultados bastante eficientes quando executados de forma coordenada e adequada à situação ou evento em que se deseja mitigar / minimizar os impactos.

A última etapa do trabalho consta da elaboração do documento consolidado do PGR-PS – Plano de Gerenciamento de Risco da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (**Produto 8 – Plano de Gerenciamento de Risco Consolidado**) e será realizado como uma forma de resumo das informações e resultados obtidos com a realização de todo o estudo.

Seguindo as diretrizes do termo de referência, esse documento terá um limite de 300 páginas e apresentará informações de todas as etapas do estudo, como uma síntese de todo o trabalho realizado e os principais resultados.

O Plano final terá o encadeamento sequencial de acordo com o mesmo princípio dos estudos desenvolvidos, com a identificação dos impactos, dimensionamento e estabelecimento das probabilidades de ocorrência e trechos da bacia que poderão ser impactados. Contudo, a ênfase deste produto estará no:

- I. Plano de Contingência como forma organizada institucionalmente de gerir as crises;
- II. Propostas de medidas de mitigações, por intervenções de longo prazo; e
- III. Matriz de responsabilidades, na qual especifica-se os responsáveis pelas ações do plano de gerenciamento de risco consolidado

Esse documento será apresentado e discutido junto ao GTPGR, seguindo o mesmo princípio dos outros produtos. No entanto, terá também uma apresentação junto à CTC – Câmara Técnica Consultiva do CEIVAP, antes da apresentação final junto ao CEIVAP. Em paralelo, todos os estudos elaborados nas etapas anteriores, assim que aprovados, serão disponibilizados SIGA-CEIVAP – Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul para consultas pelos membros do CEIVAP e sociedade em geral.

Ainda nesta etapa será consolidada a base de dados de todo o trabalho e será disponibilizado um produto de Banco de Dados Espaciais, contendo as informações tabulares e espaciais de forma alinhada com o Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (SIGA-CEIVAP). Os dados geoespaciais estarão no Sistema de Coordenadas Geográficas (lat-lon) no Sistema de Referência Geodésico SIRGAS2000 e seguirão as diretrizes do termo de referência quanto à utilização de projeções para cálculos de área e transformações necessárias, dentre outras.

O Banco de Dados Espaciais será disponibilizado no formato Geodatabase, sendo inseridos os metadados referentes aos dados integrantes do Banco de Dados Espacial de acordo com o Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB).

10 PRODUTOS

Os resultados dos estudos serão apresentados sob forma de produtos parciais e o produto final consolidado, de acordo com o previsto no termo de referência. Assim, todos os documentos serão encaminhados em meio digital (CD/DVD) em formato editável e pdf. Com a execução dos estudos, são previstos 8 produtos, incluindo este Produto 1, que trata do Plano de Trabalho Consolidado para a execução dos estudos restantes. No caso dos produtos 6 e 8, serão entregues em 2 (duas) vias de forma impressa e com encadernação capa dura de acordo com o termo de referência. Todos os documentos seguirão as diretrizes quanto a numeração de páginas, sumário, listas de figuras, tabelas e mapas, siglas e abreviações, dentre outras.

O Quadro 10.1 apresenta os produtos previstos atividades relacionadas, bem como o horizonte previsto para entrega de acordo com o cronograma de estudos.

Quadro 10.1 – Produtos Previstos e Horizonte de Entrega.

Produto	Atividades Correspondentes	Horizonte período de entrega
P1 – Plano de Trabalho Consolidado	Atividades referentes à Etapa 1	Mês 1
P2 – Levantamento de dados. Interface com Ferramentas e Procedimentos Existentes	Atividades referentes à Etapa 2	Mês 4
P3 – Análise de Eventos Críticos e Probabilidade de Ocorrência	Atividades referentes à Etapa 3	Mês 8
P4 – Dimensionamento dos Impactos e Definição de Áreas de Ocorrência	Atividades referentes à Etapa 4	Mês 12
P5 – Matriz de Probabilidade de Ocorrência	Atividades referentes à Etapa 5	Mês 15
P6 – Plano de Contingência	Atividades referentes à Etapa 6	Mês 17
P7 – Matriz de Responsabilidade	Atividades referentes à Etapa 7	Mês 21
P8 – Plano de Gerenciamento de Risco Consolidado	Atividades referentes à Etapa 8	Mês 24

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

11 CRONOGRAMA FÍSICO

O cronograma proposto para execução dos estudos, discussão e entrega dos produtos é apresentado no Quadro 11.1.

Para cada produto elaborado, propõe-se que seja realizada uma apresentação e discussão de sua primeira versão junto ao GTPGR, sendo considerada sua realização de forma virtual enquanto estiver em vigência o período de pandemia do Covid-19, mas devendo ser realizada de forma presencial a partir do momento que seja considerada sua possibilidade de retorno a reuniões presenciais.

De forma complementar, propõe-se que no início do desenvolvimento de cada etapa seja realizada uma reunião virtual em que serão apresentadas a metodologia e as atividades a serem desenvolvidas para aquela etapa de trabalho. Quando possível, a reunião de discussão dos resultados de um produto poderá ser realizada em conjunto com a reunião de

apresentação da metodologia do produto seguinte, o que se mostra interessante para mostrar e acompanhar o encadeamento das atividades.

Quadro 11.1 – Cronograma Físico para a Execução das Atividades.

ATIVIDADES	Data	2020				2021								2022															
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out		
Etapa 1 - Elaboração do Plano de Trabalho Consolidado	Data de início dos trabalhos - OS	15/09/2020	█																										
	Reunião de Partida / Kick-Off	15/09/2020	█																										
	Elaboração do Plano de Trabalho	25/09/2020	█																										
	Entrega da Versão Inicial do Produto 1 - Plano de Trabalho Consolidado	15/10/2020		█																									
	Apresentação e discussão do Plano de Trabalho Consolidado junto ao GTPGR e AGEVAP	29/10/2020		█																									
	Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP	06/11/2020			█																								
	Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 1	20/11/2020			█																								
	Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado	27/11/2020			█																								
Etapa 2 - Levantamento de dados e informações relevantes ao estudo, avaliação da	15/11/2020		█	█																									

ATIVIDADES	Data	2020				2021												2022									
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out
Identificação dos Eventos a serem considerados de Forma Preliminar	22/12/2020		█	█	█																						
Análise de experiências similares de outras bacias, nacionais e estrangeiras	22/12/2020		█	█	█																						
Inventário e análise de eventos e acidentes ocorridos na Bacia	22/12/2020		█	█	█																						
Reunião para discussão dos riscos associados aos recursos hídricos e possíveis de ocorrer na bacia (com AGEVAP, GTPGR e atores convidados)	14/01/2021					█																					
Cadastro de eventos	31/01/2021				█	█																					
Elaboração da primeira versão do Produto 2	22/02/2021				█	█	█																				
Discussão em reunião do GTPGR e AGEVAP	05/03/2021							█																			
Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP	15/03/2021							█																			

ATIVIDADES		Data	2020				2021												2022										
			Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
	Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 2	29/03/2021																											
	Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado	05/04/2021																											
ETAPA 3 – Análise de eventos críticos e probabilidade de ocorrência	Identificação dos riscos e definição dos eventos críticos possíveis de ocorrer na bacia do rio Paraíba do Sul	30/04/2021																											
	Análise qualitativa dos riscos associados a cada tipo de evento crítico, com a definição de sua probabilidade de ocorrência	14/05/2021																											
	Elaboração da primeira versão do Produto 3	31/05/2021																											
	Discussão em reunião do GTPGR e AGEVAP	10/06/2021																											
	Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP	21/06/2021																											
	Elaboração e entrega da versão	05/07/2021																											

ATIVIDADES	Data	2020				2021												2022										
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
revisada do Produto 3																												
Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado	12/07/2021																											
ETAPA 4 – Dimensionamento dos impactos e definição de áreas de ocorrência	Definição e dimensionamento dos impactos decorrentes da ocorrência dos eventos críticos																											
	Definição de áreas com probabilidade de ocorrência dos eventos críticos																											
	Elaboração da primeira versão do Produto 4																											
	Discussão em reunião do GTPGR e AGEVAP																											
	Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP																											
	Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 4																											
	Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado																											

ATIVIDADES	Data	2020				2021												2022										
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
ETAPA 5 – Elaboração de matriz de probabilidade de ocorrência	Elaboração de matriz de probabilidade de ocorrência e impacto associado	15/12/2021																										
	Avaliação da influência das mudanças climáticas	31/12/2021																										
	Elaboração da primeira versão do Produto 5	24/01/2022																										
	Discussão em reunião do GTPGR e AGEVAP	03/02/2022																										
	Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP	14/02/2022																										
	Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 5	25/02/2022																										
	Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado	07/03/2022																										



ATIVIDADES	Data	2020				2021												2022										
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
ETAPA 6 – Elaboração do plano de contingência	Definição de estratégias e procedimentos para mitigação dos impactos provocados pela ocorrência dos eventos críticos e estabelecimento de plano de contingência	22/04/2022																										
	Definição de ferramentas de análise de eficácia e eficiência e de sistemática de controle e monitoramento	22/04/2022																										
	Construção do marco lógico do plano de contingência e proposta preliminar de ações	22/04/2022																										
	Reunião/Oficina para discussão do Plano de Contingência com órgãos gestores, GTPGR, AGEVAP e outros responsáveis por ações	28/04/2022																										
	Elaboração da primeira versão do Produto 6	10/06/2022																										

ATIVIDADES	Data	2020				2021												2022										
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Discussão em reunião do GTPGR e AGEVAP	23/06/2022																											
Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP	04/07/2022																											
Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 6	25/07/2022																											
Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado	04/08/2022																											
ETAPA 7 – Elaboração de Matriz de Responsabilidade	Contato com entidades responsáveis por ações de forma a obter as informações necessárias																											
	Elaboração da matriz de responsabilidades																											
	Elaboração da primeira versão do Produto 7																											
	Discussão em reunião do GTPGR e AGEVAP																											
	Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP																											

ATIVIDADES	Data	2020				2021												2022										
		Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	
Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 7	25/07/2022																											
Análise AGEVAP / GTPGR do documento consolidado	04/08/2022																											
ETAPA 8 – Elaboração do Plano de Gerenciamento de Risco Consolidado	Consolidação do conteúdo dos produtos elaborados nas fases precedentes	31/07/2022																										
	Elaboração do Relatório Final	19/08/2022																										
	Elaboração da primeira versão do Produto 8	05/09/2022																										
	Discussão em reunião do GTPGR	15/09/2022																										
	Apresentação em reunião da CTC	21/09/2022																										
	Apresentação em reunião do CEIVAP	22/09/2022																										
	Apresentação dos comentários GTPGR e AGEVAP	26/09/2022																										
	Elaboração e entrega da versão revisada do Produto 8	03/10/2022																										

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

Legenda:

-  Atividade do Consórcio
-  Reuniões e Atividades com o GTPGR, AGEVAP, CTC e CEIVAP

12 EQUIPE TÉCNICA

Para a execução dos estudos, o Consórcio toda a equipe prevista na proposta irá participar ativamente, mas serão agregados outros profissionais considerados relevantes em função de sua experiência e apoio técnico. O Quadro 12.1 apresenta a relação da equipe técnica prevista para a execução dos estudos e função/formação básica. De toda forma, ao longo dos trabalhos, poderão ser agregados outros profissionais das equipes das empresas de forma a obter melhores resultados aos estudos.

Quadro 12.1 – Equipe Técnica prevista para a Execução dos Estudos.

Profissional	Cargo/Função	Conselho de Classe
Oswaldo Yujiro Iwasa	Coordenador Geral	CREA SP nº 0600518079
Leonardo Mitre Alvim de Castro	Especialista em Análise de Risco	CREA MG nº 70.992/D
Carlos Frederico de Castro Alves	Especialista em Meio Ambiente	CREA SP nº 5060824529
Valter Rossi Junior	Auxiliar Administrativo	CRA SP nº 045893
Jaime Federici Gomes	Especialista em Modelagem Matemática	CREA MG nº 72.016/D
Marcelo Ling Tosta da Silva	Especialista em Economia	CORECON PR nº 8.013
Jana Alexandra Oliveira da Silva	Especialista em Ciências Sociais	CTF IBAMA 2934379
Mariana Guarnier Fagundes	Especialista em Geoprocessamento	CREA SP nº 5062821457
Adão A. Modesto Lanzieri	Especialista em Geoprocessamento	CREA SP nº 5062571782
Fernando Machado Alves	Especialista em Gestão de Risco de Desastres Naturais	CREA SP nº 5062119280
Roberto Sussumu Kurokawa	Engenheiro Agrônomo	CREA 06004946-23/D
Ledice Kesiane Pestana Moraes	Engenheira Ambiental	CREA 305.721/D-TO

Fonte: Elaborado pelo Consórcio.

13 REFERÊNCIAS

ABNT-NBR ISO 31.000:2009 - Gestão de riscos — Princípios e diretrizes.

Agência Peixe Vivo. Estudo desenvolvido pelo Consultor Leonardo Mitre Alvim de Castro de Avaliação da Operação de Reservatórios de Água e Definição de Subsídios para Proposição de um Pacto das Águas na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Produto 3 – Proposta de um Plano de Gerenciamento de Crises para a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 2019.

Marengo, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2007.

Marengo, J.A., et al. Development of Regional Future Climate Change Scenarios in South America Using the Eta CPTEC/HadCM3 Climate Change Projections: Climatology and Regional Analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River Basins. *Climate Dynamics*, 38, 1829-1848. 2012.

Marengo, J. A. O Futuro Clima do Brasil. Revista USP, São Paulo, nº 103, pp. 25-32. 2014.

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Matriz de probabilidade de ocorrência de um evento. Disponível em <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/gestao/controle-interno/matriz-de-riscos>. Acesso em janeiro/2020. 2017.

Sampaio, G. e Dias, P. L. S. Evolução dos modelos climáticos e de previsão de tempo e clima. Revista USP, São Paulo, nº 103, pp. 25-32. 2014.