

PLANO DE RECUPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DO PAÍS

CP 11 – FORTALECIMENTO DA GOVERNANÇA DA GESTÃO INTEGRADA DOS RESERVATÓRIOS DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL (SIN)

INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS

AGOSTO DE 2026

MME MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA · MIDR · epe · ANA · ANEEL · ONS

REVISÕES

TE: TIPO DE EMISSÃO

A - PRELIMINAR
B - PARA APROVAÇÃO
C - P/ CONHECIMENTO
D - PARA COTAÇÃO
E - PARA CONSTRUÇÃO
F - CONFORME COMPRADO
G - CONFORME CONSTRUÍDO
H - CANCELADO
L - APROVADO
M - APROVADO COMENTÁRIOS
N - NÃO APROVADO
O - CERTIFICADO

C

Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Data
A	B	Emissão Inicial	GCM / ESQ	CAP	FSV/ HLR	31/04/2026
B	B	Revisão	GCM / ESQ	CAP	FSV/ HLR	11/06/2026
C	B	Atendimento comentários ONS	GCM / ESQ	CAP	FSV/ HLR	23/07/2026
0	L	Documento Aprovado	GCM / ESQ	CAP	FSV/ HLR	03/08/2026

ELABORADO POR

Profissional	Cargo	CREA
Henrique Lucini Rocha	Engenheiro Sanitarista e Ambiental	103570-9 SC
Giorgia Cleto Moecke	Engenheira Civil	132549-0 SC
Erik Schmitt Quedi	Engenheiro Sanitarista e Ambiental	249161-RS
Fabiola Sena Vieira	Engenheira Eletricista	43438-8-SC
Cristiane A. C. de Araújo	Engenheira Eletricista	5063264789-SP

Na capa, fotografia da UHE Ilha Solteira, via CTG Brasil.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 7
2. OBJETIVO 8
3. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA 9
3.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL (LEIS E DECRETOS) 9
3.2. RESOLUÇÕES E NORMAS REGULATÓRIAS 10
3.3. RESOLUÇÕES DA ANA 11
3.4. RESOLUÇÕES DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) 11
3.5. RESOLUÇÕES DO CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA) 11
3.6. HISTÓRICO – PARA FINS DE REFERÊNCIA 12
3.7. RELATÓRIOS TÉCNICOS E DOCUMENTOS OPERACIONAIS 12
4. CONTEXTUALIZAÇÃO 15
4.1. ESCASSEZ HÍDRICA 15
4.2. CHEIAS EXTREMAS 15
4.3. ESTUDOS DE CASO 16
4.3..1. UHE FURNAS (RIO GRANDE) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014/2015 E 2021 16
4.3..2. UHE ILHA SOLTEIRA (RIO PARANÁ) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014 E 2021 18
4.3..3. CASCATA SOBRADINHO-XINGÓ (RIO SÃO FRANCISCO) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2013-2017 E 2020-2021 20
4.3..4. SISTEMA PARAÍBA DO SUL – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014-2016 21
4.3..5. UHE BELO MONTE (RIO XINGU) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2019-2021 23
4.3..6. UHE TRÊS MARIAS (RIO SÃO FRANCISCO) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2013-2015 24
4.3..7. RIO GRANDE DO SUL – CHEIAS EXTREMAS DE 2023–2024 25
4.4. SÍNTESE COMPARATIVA DOS APRENDIZADOS E PONTOS DE MELHORIA 27
5. METODOLOGIA 30
5.1. ANÁLISE DE IMPACTOS DAS SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS 30
5.1..1. MATRIZ DE ANÁLISE DE IMPACTO POR USO E POR TIPO DE EVENTO 30
5.1..2. AVALIAÇÃO COMPARATIVA COM EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS 31
5.2. DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTOS OU ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS 32
5.2..1. AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO 32
5.2..2. MAPEAMENTO DAS PLATAFORMAS DE DADOS DISPONÍVEIS 32
5.3. WORKSHOP TÉCNICO 33
5.3..1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 34
5.3..2. ESTRUTURA METODOLÓGICA 34

5.4. ENTREVISTAS QUALIFICADAS 34
6. SÍNTESE DO WORKSHOP - INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS 36
7. MATRIZ DE ANÁLISE DE IMPACTO POR USO E POR TIPOLOGIA DE EVENTO ... 40
8. LEVANTAMENTO DE EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS 44
8.1. EXPERIÊNCIAS NACIONAIS 44
8.2. EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS 52
8.2..1. SÍNTESE COMPARATIVA 65
9. AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO 67
9.1. DIAGNÓSTICO DAS FERRAMENTAS EXISTENTES NO CONTEXTO NACIONAL 67
10. MAPEAMENTO DAS PLATAFORMAS DE DADOS DISPONÍVEIS 73
11. DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTOS OU ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS 77
11.1. PROGRAMA DA OPERAÇÃO EM SITUAÇÃO DE CHEIAS 78
11.2. PLANOS DE CONTINGÊNCIA INTERSETORIAIS POR BACIA CRÍTICA 82
11.2..1. BACIAS PILOTO SUGERIDAS 88
11.3. FÓRUM DECISÓRIO INTERSETORIAL 92
11.4. PROTOCOLO DE RESPALDO JURÍDICO PARA DECISÕES EXCEPCIONAIS .. 94
11.5. SISTEMA INTEGRADO DE ALERTA E MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO 95
11.6. ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCIAMENTO DE MEDIDAS EXCEPCIONAIS .. 100
11.7. PROTOCOLOS DE ARBITRAGEM E RESOLUÇÃO DE CONFLITOS 102
12. CONCLUSÕES 105
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 107

SIGLAS

ABRAGE – Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica

ABRAGEL – Associação Brasileira de Geração de Energia Limpa

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

APINE – Associação dos Produtores Independentes de Energia

CBDB – Comitê Brasileiro de Barragens

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais

CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CNPE – Conselho Nacional de Política Energética

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPHI – Condicionante Operativo Hidráulico

CP – Consulta Pública ou, no contexto do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País – PRR, refere-se à Ação de Curto Prazo)

CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FMASE – Fórum do Meio Ambiente e Sustentabilidade do Setor Elétrico

FSARH – Formulário de Solicitação de Atualização de Restrição Hidráulica

GAOPS - Grupo de Assessoramento à Operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul

GT – Grupo de Trabalho

GTOH - Grupo de Trabalho de Operação Hidráulica

GTA – Grupo Técnico de Assessoramento

GSF - *Generation Scaling Factor* – Fator de Ajuste de Garantia Física

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MDR – Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional

MLT – Média de Longo Termo

MME – Ministério de Minas e Energia

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PCI – Planos de Contingência Intersetoriais

PDE – Plano Decenal Energético

PEN – Plano da Operação Energética

PLD – Preço Líquido das Diferenças

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PNSB – Política Nacional de Segurança de Barragem

PPA – Plano Plurianual

PRR – Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País

RACI – Responsável, Aprovador, Consultado, Informado (Matriz de responsabilidades)

REN – Resolução Normativa

SAR – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios

SGB – Serviço Geológico do Brasil

SIN – Sistema Interligado Nacional

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UHE – Usina Hidrelétrica

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o relatório final da Meta 6 – “Análise e Proposta de Instrumentos ou Estratégias para Aprimoramento do Atendimento a Usos Múltiplos Durante Situações Excepcionais”, correspondente aos CONTRATOS N.º 4500083285 e 4500083301, firmados entre CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. – ELETROBRAS, Companhia Hidroelétrica do São Francisco – Eletrobras Chesf e o Consórcio FRACTAL-FSET – constituído pelas empresas Fractal Engenharia e Sistemas S/A e FSET Consultoria em Energia LTDA, cujo objeto de ambos os CONTRATOS consiste na *execução de serviço de consultoria para desenvolver estudo sobre ação de curto prazo (CP 11) do Plano de Recuperação de Reservatórios (PRR) cujo terma é: “Fortalecimento da Governança da Gestão Integrada dos Reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN)”*.

Ao longo de todo trabalho serão executados os seguintes itens:

- Plano de Trabalho - "Fortalecimento da Governança da Gestão Integrada dos Reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN)";
- Relatório Técnico - "Diagnóstico da Governança";
- Relatório Técnico - "Avaliação da Governança Específica da Gestão de Reservatórios";
- Relatório Técnico - "Avaliação das Responsabilidades (Jurídica, Financeira, Civil, Ambiental e Outras) Relacionadas aos Condicionantes Operativos Hidráulicos";
- Relatório Técnico - "Proposta de Ajustes Legais e Infralegais";
- **Relatório Técnico - "Análise e Proposta de Instrumentos ou Estratégias para Aprimoramento do Atendimento a Usos Múltiplos Durante Situações Excepcionais"; e**
- Realização de workshops.

Fazem parte deste documento:

- Apresentação da documentação de referência;
- Contextualização;
- Metodologia;
- Resultados e análises;
- Proposições; e
- Conclusões.

2. OBJETIVO

Este relatório técnico tem por objetivo apresentar a contextualização, a metodologia, os resultados, as análises e as proposições da Meta 6, voltadas ao desenvolvimento de instrumentos e estratégias para aprimorar o atendimento a usos múltiplos da água durante situações excepcionais associadas à operação dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN).

A Meta 6 busca consolidar, a partir dos diagnósticos desenvolvidos nas metas anteriores da Ação CP 11, das entrevistas qualificadas, do workshop técnico e da análise documental complementar, um conjunto de instrumentos capazes de fortalecer a governança da gestão integrada dos reservatórios, especialmente em cenários de escassez hídrica e cheias extremas.

De forma específica, este relatório tem por objetivo:

a) Caracterizar situações excepcionais de escassez hídrica e cheias extremas, considerando seus impactos sobre a operação dos reservatórios que integram o SIN, a segurança hídrica, a segurança eletroenergética e os usos múltiplos da água;

b) Sistematizar aprendizados a partir de estudos de caso nacionais e internacionais, identificando lacunas recorrentes de governança, comunicação, previsibilidade decisória, coordenação interinstitucional e tratamento de conflitos;

c) Estruturar uma matriz de análise de impacto por uso da água e por tipologia de evento, contemplando escassez hídrica e cheias extremas, com identificação de magnitude dos impactos, frequência, reversibilidade, grupos vulneráveis e lacunas de governança;

d) Avaliar ferramentas de comunicação e divulgação atualmente utilizadas por órgãos gestores, operadores e agentes setoriais, identificando limitações de acessibilidade, tempestividade, linguagem, interoperabilidade e alcance junto aos diferentes usuários;

e) Mapear plataformas de dados hidrológicos, hidrometeorológicos, operativos, e de segurança de barragens, avaliando sua contribuição para a tomada de decisão e suas limitações quanto à integração, padronização e uso operacional em situações críticas; e

f) Propor instrumentos e estratégias para aprimorar a governança de situações excepcionais, incluindo Programa da Operação em Situação de Cheias, Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica, Fórum Decisório Intersetorial, Protocolo de Respaldo Jurídico, Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento, Análise Econômica e Financiamento de Medidas Excepcionais e Protocolos de Arbitragem e Resolução de Conflitos.

3. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA

Nesta seção, destacam-se os principais documentos consultados acerca da operação de reservatórios hidrelétricos, e que foram utilizados como subsídio para avaliação e estabelecimento dos pontos de partida para identificação das relações interinstitucionais e entre setores usuários de recursos hídricos desses reservatórios.

Esta pesquisa foi conduzida por meio de consultas às bases de dados normativas e científicas, com dupla checagem da vigência de cada documento por meio de acesso direto às páginas oficiais de publicação (Planalto, ANEEL, ANA, ONS, SNISB, IBAMA e outros), abrangendo o marco regulatório federal brasileiro; normas técnicas e artigos acadêmicos relevantes. A organização dos documentos segue hierarquia jurídica: legislação, regulamentação, normas técnicas e produção científica.

3.1. LEGISLAÇÃO FEDERAL (LEIS E DECRETOS)

Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 — Código de Águas: Instrumento histórico e ainda vigente (com alterações) que regula o uso das águas, aproveitamento hidrelétrico e construção de reservatórios no território nacional. Contém disposições sobre o aproveitamento de energia hidráulica e o regime de uso múltiplo das águas.

Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 — Lei das Águas / Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH): Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Define os instrumentos de gestão das águas: planos de recursos hídricos, enquadramento de corpos d'água, outorga de direito de uso, cobrança pelo uso, a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). A lei consagra a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e o uso múltiplo como fundamento obrigatório na gestão de recursos hídricos.

Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998: Criou o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), responsável pela coordenação e controle da operação da geração e transmissão de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), o que inclui a operação hidráulica de reservatórios.

Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, alterada pela Lei nº 14.026/2020, que transformou a Agência Nacional de Águas (ANA) em Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico**:** Cria a Agência Nacional de Águas (ANA) e entre suas competências inclui "definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos

recursos hídricos" (art. 4º, XII). No caso de aproveitamentos hidrelétricos, essa definição deve ser articulada com o ONS.

Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066/2020 e Lei nº 15.355/2026 **— Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB)**: Estabelece a PNSB e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Define instrumentos como o Plano de Segurança de Barragem, inspeções regulares e especiais, revisões periódicas e o Plano de Ação de Emergência. A lei classifica barragens por categoria de risco e dano potencial associado, com aplicação direta à operação de reservatórios.

3.2. RESOLUÇÕES E NORMAS REGULATÓRIAS

Resolução CNRH nº 16, de 8 de maio de 2001: Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos, inclusive para reservatórios. Define prioridades de uso, condições para emissão de outorgas e critérios de indeferimento.

Resolução CNRH nº 37, de 26 de março de 2004: Estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União. Fundamental para o licenciamento e operação de reservatórios de regularização destinados a usos múltiplos.

Resolução CNRH nº 129, de 29 de junho de 2011: Estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes, a serem utilizadas como limitadoras na emissão de outorgas e de autorizações para intervenções hidráulicas.

Resolução CNRH nº 143, de 10 de julho de 2012: Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco (alto, médio, baixo), dano potencial associado e volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334/2010. Essencial para a priorização de ações de segurança operacional.

Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012, alterada pelas Resoluções CNRH nº 178/2016 e nº 223/2020: Estabelece diretrizes para implementação da PNSB, aplicação de seus instrumentos e atuação do SNISB. Regulamenta o Relatório de Segurança de Barragens (RSB) e os prazos para alimentação do SNISB pelos órgãos fiscalizadores.

Resolução CNRH nº 230, de 22 de março de 2022: Estabelece diretrizes para fiscalização da segurança de barragens de acumulação de água para usos múltiplos. Relevante para reservatórios de abastecimento, irrigação e geração hidrelétrica.

3.3. RESOLUÇÕES DA ANA

Resolução ANA nº 236, de 24 de dezembro de 2024 (norma vigente): regulamenta os procedimentos de regularização e outorga de direito de uso de recursos hídricos, revogando a Resolução ANA nº 1.938, de 30 de outubro de 2017, que, por sua vez, havia sucedido a Resolução ANA nº 707, de 21 de dezembro de 2004, a qual disciplinava os procedimentos de outorga para fins de aproveitamento hidrelétrico e as condições técnicas para avaliação de reservatórios de regularização.

Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 1.305, de 20 de novembro de 2015: Estabelece diretrizes e procedimentos para outorga de direito de uso de recursos hídricos para empreendimentos hidrelétricos em operação comercial em cursos d'água de domínio da União. Determina que as condições de operação dos reservatórios de empreendimentos hidrelétricos deverão ser articuladas com o ONS.

Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 127, de 26 de julho de 2022: Revogou a Resolução Conjunta nº 3/2010. Estabelece as condições e os procedimentos a serem observados pelos titulares de empreendimentos hidrelétricos com potência instalada superior a 1.000 kW para a instalação e operação de estações hidrológicas, visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, de defluência, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água, bem como para o acompanhamento do assoreamento de reservatórios.

3.4. RESOLUÇÕES DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL)

Resolução Normativa ANEEL nº 903, de 8 de dezembro de 2020: Aprova os Procedimentos de Rede (conjunto de normas do ONS para coordenação e controle da operação da geração e transmissão no SIN), que incluem os submódulos relativos à operação hidráulica de reservatórios. Instrumentaliza juridicamente os procedimentos operativos do ONS.

Resolução Normativa ANEEL nº 1.064, de 27 de setembro de 2023: Dispõe sobre a Política de Segurança de Barragens de empreendimentos hidrelétricos regulados pela ANEEL, estabelecendo os procedimentos de inspeção de segurança, o Plano de Segurança de Barragens e as revisões periódicas de segurança. Substitui normativos anteriores da ANEEL sobre segurança de barragens.

3.5. RESOLUÇÕES DO CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA)

Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, alterada pela Resolução CONAMA nº 430/2011: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu

enquadramento. Aplicável ao estabelecimento de padrões de qualidade da água em reservatórios e às condições para o lançamento de efluentes. Define as classes de uso das águas doces, salobras e salinas, impactando diretamente as condições operacionais de reservatórios para abastecimento.

3.6. HISTÓRICO – PARA FINS DE REFERÊNCIA

Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3, de 10 de agosto de 2010, revogada pela Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 127, de 26 de julho de 2022, com vigência da revogação a partir de 1/1/2023. Caráter histórico: foi o marco regulatório central para monitoramento hidrológico em usinas hidrelétricas por mais de 12 anos.

3.7. RELATÓRIOS TÉCNICOS E DOCUMENTOS OPERACIONAIS

ONS — Submódulo 4.7 dos Procedimentos de Rede — Inclusão e atualização de condicionantes operativos hidráulicos dos aproveitamentos hidroelétricos: Estabelece os produtos, as responsabilidades, os prazos e as etapas de processos relativos à inclusão e à atualização de informações sobre condicionantes operativos hidráulicos (COPHIs) dos aproveitamentos hidroelétricos do Sistema Interligado Nacional (SIN).

ONS — Submódulo 5.13 dos Procedimentos de Rede — Rotinas Operacionais: Estabelece os tipos e as classificações de temporalidade de condicionantes operativos hidráulicos (COPHIs) dos aproveitamentos hidroelétricos do Sistema Interligado Nacional (SIN) e definir os casos em que há necessidade de elaboração de parecer técnico.

ONS — Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC): Relatório técnico periódico elaborado anualmente pelo ONS em conjunto com os agentes de geração hidráulica, no qual constam os resultados dos estudos a operação hidráulica relativos à prevenção de cheias dos sistemas de reservatório dos aproveitamentos hidroelétricos integrantes do SIN, a serem considerados nos processos do Operador.

ONS — Regras para Operação de Controle de Cheias (Regras): Relatórios técnicos periódicos elaborados anualmente pelo ONS em conjunto com os agentes de geração hidráulica, no qual constam as regras para a operação de reservatórios, a serem consideradas na programação da operação do SIN, durante a ocorrência de cheias nos sistemas de reservatórios para controle de cheias incluídos no PAPC.**ANA — Manual de Estudos de Disponibilidade Hídrica para Aproveitamentos Hidrelétricos (2009):** Publicação técnica da ANA que orienta os estudos de disponibilidade hídrica para projetos de aproveitamento hidrelétrico, incluindo regularização de

vazões, dimensionamento de reservatórios, curvas cota-área-volume (CAV) e simulação de operação de reservatórios.

ANA — Relatório de Segurança de Barragens (RSB) — publicação anual: Relatório consolidado elaborado pela ANA e encaminhado anualmente ao CNRH e ao Congresso Nacional, contendo o panorama da segurança das barragens brasileiras conforme o SNISB. Instrumento da PNSB (art. 6º, VII, Lei nº 12.334/2010). Documento de natureza técnico-periódico (substituído anualmente).

ANA – Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Brasil (ANA, 2022): O relatório elaborado pela ANA, é a principal referência sobre o estado das águas no país, analisando disponibilidade, qualidade e usos. Ele destaca o impacto de eventos climáticos, a necessidade de regulação no saneamento e monitora indicadores de segurança hídrica, usos da água (como irrigação) e gestão.

CNPE — Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização de Usinas Hidrelétricas do País (PRR, 2023): Documento estrutural elaborado pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) com ações de curto, médio e longo prazo para recuperação e adequação dos reservatórios do setor elétrico, incluindo atualização de curvas CAV, aprimoramento de base de dados de restrições operativas e explicitação dos benefícios dos reservatórios de acumulação.

EPE – Escassez Hídrica/ NT-EPE/DEE-DEA/001/2023-R0 (EPE, 2023): O documento analisa os impactos da crise hídrica de 2021 no sistema elétrico brasileiro. O documento, elaborado pela EPE, foca em lições aprendidas, diagnóstico de falhas e oportunidades para aumentar a resiliência do sistema.

EPE – Hidreletricidade e mudanças climáticas (EPE, 2024): Esse documento destaca a necessidade de aumentar a resiliência do sistema elétrico brasileiro face à mudança climática. Foca na hidreletricidade como fonte de armazenamento, regularização e flexibilidade, analisando riscos de eventos extremos (secas/cheias) e a necessidade de adaptação da infraestrutura.

MME/EPE – PDE 2034 (MME/EPE, 2024): Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE) 2034 projeta diretrizes para o setor energético brasileiro no período de 2025 a 2034, com foco na transição energética, sustentabilidade e segurança de suprimento.

MME – Relatório de lições aprendidas 2020-2021 (MME, 2025): O relatório, consolidado pelo MME, analisa a crise hídrica que afetou o Sistema Interligado Nacional (SIN), destacando a eficácia da CREG na gestão de risco e na prevenção do desabastecimento. O documento

recomenda a modernização do setor, o aprimoramento da governança e a diversificação da matriz energética para aumentar a resiliência a eventos críticos.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO

De forma a subsidiar os dados neste documento e as constatações decorrentes de análise crítica sobre esses dados, faz-se, nesta seção, uma contextualização sobre os principais aspectos relacionados à governança atualmente existente na gestão de reservatórios do país, bem como uma apresentação de conceitos e estudos de caso que contribuirão para as supracitadas análises.

4.1. ESCASSEZ HÍDRICA

A escassez hídrica, no contexto do Sistema Interligado Nacional (SIN), refere-se primordialmente a períodos prolongados de afluências abaixo da vazão média (por exemplo, vazão média de longo termo – MLT), que comprometem progressivamente os estoques de energia armazenada, reduzem a capacidade de geração hidrelétrica e a flexibilidade operativa do SIN e acirram a competição entre usuários da água. Esses eventos são frequentemente associados ao fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul), e aos sistemas meteorológicos de grande escala responsáveis pelo regime de precipitação sobre o Brasil, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), podendo ser potencializados pelas tendências de mudança climática global (IPCC, 2023).

Um evento de escassez hídrica com relevância sistêmica caracteriza-se, de forma integrada, pela persistente redução das afluências em relação à MLT, prolongando-se por mais de um ciclo hidrológico e desencadeando o deplecionamento gradual dos reservatórios. Esse processo pode comprometer a segurança hídrica, reduzir a margem de flexibilidade da operação eletroenergética, aumentar a necessidade de acionamento de outras fontes de geração e intensificar disputas entre usos múltiplos da água. No contexto do PRR, a Lei nº 14.182/2021 estabelece como uma de suas diretrizes a definição anual de curvas de armazenamento dos reservatórios de acumulação e a possibilidade de flexibilização dessas curvas em condições de escassez definida pela ANA, em articulação com o ONS.

4.2. CHEIAS EXTREMAS

As cheias extremas são eventos hidrológicos naturais nos quais são observadas elevações significativas nas vazões em trechos de rios ou em toda a bacia hidrográfica caracterizadas por recorrência temporal elevada. Como consequência, essas cheias extremas podem acarretar a elevação significativa dos níveis de água em rios e áreas marginais, potencialmente causando inundações e consequentes impactos sociais e econômicos. No contexto da gestão de reservatórios de reservação, esses eventos correspondem a situações em que as afluências excedem a capacidade de regularização do sistema, impondo decisões operativas que devem ser tomadas

tempestivamente. Nesses cenários, a operação passa a priorizar o amortecimento de cheias, frequentemente à custa da redução do armazenamento energético, enquanto se busca preservar a integridade estrutural das barragens e mitigar riscos às populações a jusante. Em contraste com a escassez hídrica, cujos efeitos tendem a se acumular de forma gradual ao longo de meses, eventos extremos de cheia podem demandar respostas quase imediatas (por vezes, em escala horária), reduzindo significativamente a janela de atuação dos gestores e elevando a complexidade da tomada de decisão.

A intensificação dos eventos extremos tem aumentado a frequência e a magnitude das cheias nas principais bacias hidrográficas brasileiras (EPE, 2023; CEMADEN, 2024). O conflito estrutural entre a lógica de operação energética – que favorece reservatórios cheios – e a lógica de controle de cheias – que requer folga operativa (volumes de espera) para amortecimento das ondas de cheia – é um dos principais pontos de melhoria identificados na governança e abordados em diversas ocasiões ao longo dos produtos desenvolvidos no escopo da CP11.

4.3. ESTUDOS DE CASO

Os estudos de caso a seguir foram selecionados de modo a abranger diferentes bacias hidrográficas, distintos perfis de reservatórios e com enfoque na discussão de ambas as tipologias de eventos excepcionais. Em cada caso, o destaque recai sobre as respostas institucionais adotadas, os aprendizados gerados e, sobretudo, sobre os pontos de melhoria identificados na governança dos setores elétrico e hídrico que poderiam ter minimizado a gravidade dos impactos ou que, se implementados prospectivamente, potencialmente reduzirão os riscos em eventos futuros.

4.3..1. UHE FURNAS (RIO GRANDE) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014/2015 E 2021

O reservatório de Furnas, principal reservatório de regularização do rio Grande (MG/SP), apresentou pouca recuperação no armazenamento ao fim dos períodos úmidos de 2014, 2015 e 2021, devido às condições hidrometeorológicas extremamente desfavoráveis que se configuraram, tendo registrado armazenamentos máximos em torno de 30% do volume útil (VU) em 2014/2015 e 40% em 2021, considerados críticos para esse período do ano. Estas condições impactaram diretamente a geração das usinas a jusante, navegação na Hidrovia Tietê-Paraná, os sistemas de irrigação da bacia e a exploração turística dos reservatórios, prejudicando a principal fonte econômica de diversos municípios no entorno dos reservatórios. Diante desse cenário, os instrumentos de gestão mobilizados em 2014 tiveram caráter predominantemente reativo. A ANA atuou com base nos limites definidos em outorgas para disciplinar as defluências mínimas, enquanto o ONS buscou ajustar suas diretrizes operativas de modo a conter a liberação de água e prolongar,

os níveis de armazenamento. Esse arranjo foi complementado por reuniões extraordinárias envolvendo instituições como a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e o Ministério de Minas e Energia (MME), além de agentes do setor, com o objetivo de alinhar expectativas e coordenar decisões em um ambiente de elevada incerteza. Ainda que tais medidas tenham contribuído para mitigar os impactos da crise, a condução das ações esteve, em grande medida, ancorada em articulações e negociações caso a caso, evidenciando a ausência de protocolos previamente estruturados para a gestão de eventos extremos.

Destaca-se que o ONS, em sua atividade de contínuo monitoramento das condições de armazenamento do SIN, tomou medidas desde o final do ano de 2020 – como articulações entre agentes de geração hidráulica e ANA para viabilizar a flexibilização das defluências mínimas das UHEs Jupiá e Porto Primavera, medida que contribuiria para a preservação de recursos estocados na bacia do rio Paraná, incluindo o reservatório de Furnas. Cumpre ainda pontuar que, para o enfrentamento do período seco do ano de 2021, encontrava-se vigente a autorização do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), formalizada em reunião extraordinária realizada em 16 de outubro de 2020, que autorizava o ONS a despachar geração termelétrica, quando necessário, mesmo sem indicação dos modelos energéticos, e a importar energia sem substituição a partir da Argentina e do Uruguai, nos moldes do § 13 do art. 1º da Portaria MME nº 339/2018 – medida extremamente relevante para a preservação de recursos armazenados nas principais bacias do SIN, que vigorou até 30 de abril de 2022. No ano de 2021, a ANA publicou as Resoluções nº 63/2021 e nº 80/2021, relacionadas à operação das UHEs Furnas e Mascarenhas de Moraes; a Resolução nº 77/2021, de 1º de junho de 2021, que declarou a situação crítica de escassez hídrica na Região Hidrográfica do Paraná; e, em novembro de 2021, as Resoluções nº 108, 110 e 111/2021, relacionadas ao Plano de Contingência para a recuperação dos reservatórios do SIN.

Uma breve análise crítica dos eventos de 2014/2015 e 2021 no complexo do Rio Grande evidencia as seguintes oportunidades de aprimoramento na governança identificadas pelo Consórcio:

- Definição de normativos específicos para situações excepcionais: a publicação de instrumentos regulatórios em caráter emergencial (como a Resolução ANA nº 110/2021), pode comprometer a previsibilidade dos usuários e agravar conflitos entre os setores elétrico e de abastecimento humano, principalmente. A publicação posterior da Resolução ANA nº 193/2024 é um avanço, mas o intervalo temporal entre a crise e a formalização do

instrumento permanente indica que o ciclo normativo ainda demanda de um tempo significativo em relação à dinâmica dos eventos críticos.

- Necessidade de estabelecimento de plano de contingência intersetorial: não havia, em 2014 ou em 2021, plano de contingência formalizado e exercitado que articulasse a operação do reservatório de Furnas com os planos de contingência dos municípios ribeirinhos do Rio Grande. A existência desse instrumento permitiria que os principais usuários antecipassem restrições e adotassem medidas alternativas antes da falta do recurso.
- Oportunidade de aprimoramento na comunicação com usuários: a adoção de um protocolo formal de notificação preventiva aos usuários afetados pelas consequências dos cenários adversos nas regras operativas reduziria a assimetria de informação e favoreceria a adaptação tempestiva dos setores dependentes da água. Usuários de irrigação e abastecimento humano somente foram informados das restrições quando estas já eram inevitáveis (CGU, 2024).
- Manutenção do constante aperfeiçoamento dos modelos matemáticos: tanto o planejamento operativo do ONS, quanto o planejamento de expansão da EPE, utilizam modelos que devem ser constantemente aprimorados, de modo que eles representem a realidade da forma mais adequada possível, considerando tempo e custo computacional.

4.3..2. UHE ILHA SOLTEIRA (RIO PARANÁ) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014 E 2021

A UHE Ilha Solteira é um dos reservatórios de regularização que são relevantes para o subsistema Sudeste/Centro-Oeste. Sua posição na calha do rio Paraná, recebendo as contribuições do rio Grande e do rio Paranaíba, que conformam o início do rio Paraná, e afluentes diretos, torna-a especialmente vulnerável a eventos de escassez hídrica de abrangência regional. O reservatório é operado de forma integrada com o reservatório de Três Irmãos, situado no rio Tietê, sendo eles conectados pelo Canal de Pereira Barreto (Deoclécio Bispo dos Santos), infraestrutura hidráulica que compõe a Hidrovia Tietê-Paraná e permite o intercâmbio de volumes armazenados entre ambos os reservatórios. Nos dois ciclos críticos analisados, as afluências registraram valores substancialmente inferiores à MLT, com impactos severos na navegação da Hidrovia Tietê-Paraná – cuja paralisação se estendeu por 20 meses entre 2014 e 2016, causando prejuízo estimado de R$ 1 bilhão, segundo estimativa da Confederação Nacional do Transporte (MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA, 2021) – e nos sistemas de irrigação das áreas marginais.

A principal estratégia operativa adotada pelo ONS foi a redução das defluências mínimas praticadas pelas usinas da cascata do Paraná, visando a preservação dos reservatórios de cabeceira, além da operação da UHE Nova Avanhandava com regime de ondas de vazão para manutenção de profundidade mínima para navegação a jusante dessa usina. Para tanto, o ONS operou em estreita coordenação com a ANA, que emitiu comunicados e pareceres técnicos orientando as condições operativas. No âmbito do CMSE, foram ativadas reuniões extraordinárias de acompanhamento e o despacho termelétrico foi intensificado. A CREG, ativada durante a crise de 2021, autorizou a operação excepcional de Ilha Solteira abaixo da cota mínima de 325,4 metros prevista em outorga, a partir de julho de 2021, viabilizando o acúmulo de água para a preservação energética da cascata. A ANA editou a Resolução nº 84/2021 autorizando a operação temporária com nível mínimo de 325 metros, e a Declaração de Situação de Escassez Hídrica (Resolução ANA nº 77/2021) conferiu base legal para medidas preventivas. Em perspectiva de recuperação, foi firmado o Protocolo de Compromisso nº 01/2021 entre a ANA e a Rio Paraná Energia S.A., com interveniência do ONS, estabelecendo cronograma para a recuperação gradual da cota mínima, acompanhado por reuniões mensais com operadores, setor hidroviário e órgãos estaduais. O GTA-RH Paraná incluiu os estados da bacia no processo decisório (MME, 2025).

A análise crítica dos eventos da cascata do Paraná revela os seguintes pontos estruturais de melhoria identificados pelo Consórcio:

- Aprimoramentos na comunicação com usuários da navegação e irrigação: embora já existissem canais de articulação com entidades ligadas à Hidrovia Tietê-Paraná, incluindo reuniões periódicas de perspectivas conduzidas pelo setor elétrico e debates nas Salas de Crise da ANA, os eventos da cascata do Paraná indicam a necessidade de fortalecer a padronização e a rastreabilidade da comunicação preventiva com os diferentes usuários da água. A experiência evidencia que, em situações de redução de defluências, alteração de níveis operativos ou risco de restrição à navegação, a comunicação deve ser estruturada por meio de protocolo formal, com definição prévia de responsáveis, públicos-alvo, prazos mínimos de antecedência, canais de notificação, níveis de criticidade e conteúdos mínimos a serem divulgados.
- Avaliação a respeito das responsabilidades jurídicas e financeiras por restrições operativas: os eventos da cascata do Paraná indicam a necessidade de maior clareza sobre responsabilidades, riscos e eventuais mecanismos de mitigação ou compensação quando

decisões operativas alteram níveis de reservatórios, defluências ou condições de atendimento a usos específicos.

- Melhoria na divulgação de forma mais ampla e acessível das regras que orientam a operação das usinas da cascata ao longo do Paraná, incluindo os critérios para eventual redução das defluências mínimas em contextos de escassez. Nesse contexto, a publicação de manuais operativos com atualização periódica e linguagem acessível para usuários não especializados contribuiria para redução da assimetria de informação e previsibilidade das decisões
- A necessidade do estabelecimento de planos de operação integrada amplamente divulgados e acessíveis, uma vez que as regras que orientam a operação das usinas da cascata do Paraná, incluindo os critérios para eventual redução das defluências mínimas em contextos de escassez, precisam ser amplamente conhecidas para usuários não especializados. Nesse contexto, a disponibilização de manuais operativos em linguagem clara, com atualização periódica, contribuiria para reduzir a assimetria de informação e fortalecer a previsibilidade das decisões, ampliando a compreensão pública sobre a atuação de instituições como a ANA e o ONS.

4.3..3. CASCATA SOBRADINHO-XINGÓ (RIO SÃO FRANCISCO) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2013-2017 E 2020-2021

O rio São Francisco abriga a cascata de usinas mais estratégica para o suprimento elétrico do Nordeste, com Sobradinho (volume útil: 28.669 hm³) como principal reservatório de regularização plurianual. A soma de afluências sistematicamente abaixo da MLT levou o reservatório de Sobradinho, no ciclo crítico de 2013-2017, a menos de 10% da capacidade útil, impactando o abastecimento humano, a navegação, os perímetros irrigados da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba (CODEVASF) e o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), além da geração de energia do complexo Paulo Afonso-Xingó. Em 2019, ano de entrada em vigor das regras da Resolução ANA nº 2.081/2017, a operação das usinas do São Francisco foi feita com relativa normalidade na maior parte do tempo, e a crise hídrica de 2021 afetou menos essa bacia.

A resposta institucional mais relevante foi a ativação intensificada do Comitê de Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF) como instância de articulação entre os múltiplos usuários e os órgãos gestores, com reuniões mensais de monitoramento e deliberações sobre a alocação das vazões disponíveis. A ANA emitiu séries de Resoluções (Resoluções ANA nº 81/2021 e nº 111/2021)

atualizando as condições de operação dos reservatórios do São Francisco, em articulação com o ONS. O Comitê Gestor do PISF operou em modo de contingência, ajustando o calendário das adduções para minimizar o impacto sobre os reservatórios receptores. A CREG foi o principal instrumento de decisão para ajustes operativos emergenciais durante a crise de 2021 (ANA, 2021; MME, 2025; PAIVA, 2017; BARROS, 2017; CISNEIROS, 2017).

A análise realizada pelo Consórcio indica que a crise do São Francisco gerou os seguintes aprendizados de maior relevância para a governança no contexto de aprimoramento do atendimento a usos múltiplos durante situações excepcionais:

- Limitações dos comitês de bacia como instâncias de decisão operativa: embora o CBHSF tenha desempenhado papel relevante de articulação, suas deliberações não têm caráter vinculante sobre a operação das usinas do setor elétrico, que é operada pelo ONS em articulação com a ANA. Essa assimetria de poder entre o sistema de gerenciamento de recursos hídricos (SINGREH) e o sistema elétrico é um ponto de melhoria estrutural, que requer instrumentos de integração mais robustos do que os atualmente disponíveis.
- Visibilidade das comunidades tradicionais e pesqueiras: os impactos sobre as comunidades pesqueiras artesanais e indígenas da bacia, cujos meios de vida dependem do ciclo hidrológico natural do Rio São Francisco, tiveram pouca visibilidade nos processos de decisão operativa. A criação de mecanismos de representação dessas comunidades nos fóruns de decisão é ponto de melhoria identificado tanto pelo CBHSF quanto pela CGU (CGU, 2024).

4.3..4. SISTEMA PARAÍBA DO SUL – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014-2016

O Sistema Paraíba do Sul é o mais emblemático exemplo brasileiro de conciliação entre a geração hidrelétrica e o abastecimento urbano. A dependência estrutural da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) da transposição de vazões do Rio Paraíba do Sul para o Rio Guandu criou uma vulnerabilidade crítica que foi exposta durante a estiagem severa de 2014-2016. Em novembro de 2014, o reservatório de Paraibuna atingiu nível inferior a 6% da capacidade útil, ameaçando o colapso do abastecimento da RMRJ. Nesse contexto, as decisões operativas da bacia foram orientadas prioritariamente à preservação do abastecimento urbano e dos demais usos múltiplos, sem que a geração hidrelétrica se configurasse como vetor predominante de conflito.

A resposta mais relevante foi a publicação da Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015, que estabeleceu critérios e condições para a operação integrada do sistema em regime

ordinário, incorporando aprendizados da crise hídica de 2014-2015 e explicitando as regras de priorização entre geração de energia e abastecimento humano. O instrumento inovou ao envolver simultaneamente quatro agências reguladoras da federação e de três estados, modelando uma estrutura de governança pluriestadual até então inédita no Brasil para a gestão de uma bacia hidrográfica. A CEDAE e os operadores das usinas foram obrigados a adotar protocolos de comunicação mais frequentes com os órgãos gestores. A institucionalização da coordenação gerou subgrupos técnicos permanentes como o GAOPS (Grupo de Assessoramento à Operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul) e o GTOH, sinalizando a transição de arranjos transitórios para rotinas mais permanentes de assessoramento técnico (ANA, 2015; DAEE, 2015; AGAM, 2015; INEA, 2015).

O Sistema Paraíba do Sul é amplamente reconhecido como caso paradigmático de aprendizado institucional para a governança de bacias multiusuárias. Os principais pontos de melhoria identificados pelo Consórcio são:

- Desenvolvimento do instrumento de governança em caráter emergencial: a Resolução Conjunta nº 1.382/2015 foi elaborada durante a crise, em um contexto de inexistência de um plano de contingência previamente estruturado. A inexistência de protocolo prévio de transição para o regime de escassez custou semanas de negociação interinstitucional em momento de pressão máxima, durante as quais os riscos para o abastecimento da RMRJ foram críticos. O desenvolvimento de planos de contingência integrados em períodos de hidrologia normal é o principal aprendizado deste caso.
- A necessidade de maior comunicação antecipada com os operadores do sistema de abastecimento (CEDAE) comprometeu a capacidade de resposta diante da deterioração das condições hidrológicas, uma vez que os responsáveis pelos sistemas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e dos municípios do Vale do Paraíba não receberam alertas formais em tempo hábil para acionar medidas preventivas, como estratégias de conservação e alternativas de reservação. A adoção de um protocolo integrado de alerta hidrológico, estruturado a partir de gatilhos associados aos níveis dos reservatórios, surge como uma medida capaz de ampliar a previsibilidade e fortalecer a coordenação entre os diferentes atores envolvidos.
- Estrutura de governança multiestadual como referência replicável: a Resolução Conjunta uma inovação institucional de grande valor para o SINGREH, demonstrando a viabilidade de instrumentos conjuntos entre ANA e órgãos gestores estaduais para bacias interestaduais.

Seu aperfeiçoamento e replicação para outras bacias críticas do SIN é uma das estratégias com potencial de impacto na governança de situações excepcionais.

4.3..5. UHE BELO MONTE (RIO XINGU) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2019-2021

A UHE Belo Monte é um aproveitamento a fio d'água, ou seja, não possui reservatório com capacidade de regularização. Essa configuração a torna altamente dependente das afluências naturais do rio Xingu. A operação do empreendimento é condicionada pelos hidrogramas A e B, que impõem os limites no Trecho de Vazão Reduzida (TVR) da Volta Grande do Xingu para assegurar a integridade ecológica.

Com a entrada de operação de todas as unidades geradoras de Belo Monte, ao final de 2019, o ONS operou a usina conforme regras da Outorga. Em períodos secos onde a vazão afluente é inferior à soma do TVR acrescida de 300 m³/s, toda a vazão afluente menos os 300 m³/s é direcionada para o trecho de vazão reduzida (TVR), caracterizando operação a fio d'água no reservatório de Pimental. No ano de 2020, o IBAMA no exercício de sua competência como órgão licenciador federal reavaliou sobre o cumprimento das condicionantes ambientais da licença de operação durante os períodos de escassez. O IBAMA atuou de forma unilateral, suspendendo o Hidrograma de Consenso previsto na licença de operação e determinando ajustes temporários nos hidrogramas ecológicos, sem que houvesse negociação bilateral formalizada com o agente operante da usina (IBAMA, 2021). A determinação do IBAMA permaneceu vigente entre dezembro de 2020 e 8 de fevereiro de 2021. Após esse período, a operação da UHE Belo Monte voltou a seguir o Hidrograma B previsto na Outorga.

O caso de Belo Monte evidencia desafios específicos da governança de aproveitamentos a fio d'água de grande porte, com os seguintes pontos de melhoria mapeados por este Consórcio:

- Avaliação da pertinência do estabelecimento de protocolo operativo para situações de escassez extrema pactuado com as comunidades afetadas: as condicionantes ambientais da licença de Belo Monte preveem hidrogramas ecológicos específicos, mas não estabelecem regras claras de ajuste em situações de escassez severa, tampouco processos de consulta prévia às comunidades indígenas e ribeirinhas para eventuais modificações.
- Ausência de Comitê de Bacia e de Plano de Recursos Hídricos para o rio Xingu instituído para o rio Xingu, o que implica a inexistência de diretrizes para a operação de reservatórios em consonância com usos múltiplos. Essa lacuna de governança significa que as decisões

de operação de Belo Monte não são submetidas a instância participativa de pactuação entre usos, diferentemente de outras bacias do SIN.

- As metodologias de planejamento e programação da operação e expansão do SIN foram concebidas primordialmente para sistemas com reservatórios de regularização plurianuais. A representação de aproveitamentos a fio d'água de grande porte como o da UHE Belo Monte nos modelos de planejamento precisa ser aperfeiçoado.

4.3..6. UHE TRÊS MARIAS (RIO SÃO FRANCISCO) – ESCASSEZ HÍDRICA DE 2013-2015

A UHE Três Marias, principal reservatório de regularização do alto Rio São Francisco, exerce papel estratégico de regularização plurianual das vazões do alto São Francisco, com efeitos determinantes sobre toda a cascata a jusante. No final do período seco de 2014, o armazenamento atingiu níveis inferiores a 5% da capacidade útil, comprometendo tanto a geração de energia quanto os usos múltiplos do alto São Francisco em Minas Gerais.

A CEMIG, como operadora de Três Marias, atuou em estreita articulação com o ONS para a definição das defluências mínimas, priorizando a manutenção das cotas de operação mínima compatíveis com as captações de abastecimento humano ribeirinhas. A ANA emitiu comunicados técnicos orientando as condições operativas do reservatório em consonância com as Resoluções aplicáveis à bacia do São Francisco. O IGAM (Minas Gerais) participou das articulações interinstitucionais relativas aos usos da água no alto São Francisco (ANA, 2021; MME, 2025).

O caso de Três Marias ilustra os desafios seguintes desafios levantados pelo Consórcio sobre a governança de reservatórios de cabeceira em cascatas complexas:

- Avaliação da necessidade de estabelecimento de protocolo de operação integrada da cascata, uma vez que a gestão de Três Marias contribui para a regularização das vazões a jusante e para o reservatório de Sobradinho. Um protocolo formalizado de operação integrada que estabeleça critérios explícitos de transferência de volumes entre os reservatórios da cascata em situações de escassez crítica pode auxiliar na gestão dos recursos na bacia.
- Oportunidade de aprimoramentos regulatórios entre o setor elétrico e os órgãos gestores de recursos hídricos de Minas Gerais: a operação de Três Marias envolve decisões tomadas pela ANA (recursos hídricos federais) e pelo IGAM/SEMAD-MG (recursos hídricos estaduais), as quais devem ser devidamente conhecidas e incorporadas nos processos do

ONS para consideração. A sobreposição de competências e a ausência de hierarquia clara entre União e Estado para situações de conflito podem gerar incerteza e lentidão nas tomadas de decisão durante crises.

- Avaliação da implementação de incentivos para comportamento proativo da concessionária em situações de risco: os modelos de governança do setor elétrico não preveem mecanismos de recompensa para concessionárias que adotem posturas proativas de preservação dos reservatórios. Ao contrário, a exposição financeira ao Mercado de Curto Prazo (MCP) decorrente da redução do despacho cria desincentivos à adoção de medidas voluntárias de conservação hídrica pelos agentes privados (EPE, 2023).

4.3..7. RIO GRANDE DO SUL – CHEIAS EXTREMAS DE 2023–2024

Os eventos de cheias extremas de 2023–2024 no Rio Grande do Sul representam os casos mais graves de extremos hidrológicos registrados no Sul do Brasil nas últimas décadas. Em setembro de 2023, a bacia do Taquari-Antas já havia registrado recorde de vazão, superando a vazão decamilenar estimada para o dimensionamento das barragens do Complexo Energético Rio das Antas – CERAN, com afluência de cerca de 9.783 m³/s à UHE Castro Alves em 4/9/2023, ante vazão decamilenar estimada de 9.011 m³/s (CERAN, 2023; IPH/UFRGS, 2023). Em maio de 2024, precipitações acumuladas de 200 a 400 mm em menos de 72 horas, sobre solo já saturado e rede hídrica fragilizada pelo evento anterior, provocaram inundações em 478 municípios gaúchos, o deslocamento de aproximadamente 600.000 pessoas (Defesa Civil RS, 2024) e afetaram cerca de 2,4 milhões de habitantes. O relatório conjunto BID/CEPAL/Banco Mundial estimou em R$ 88,9 bilhões o impacto econômico total, configurando o maior desastre hidrometeorológico da história do Rio Grande do Sul. O Decreto nº 57.596/2024 declarou estado de calamidade pública no estado.

A operação do sistema elétrico durante as enchentes de 2023–2024 no Rio Grande do Sul foi marcada, de forma preponderante, pela reatividade institucional. O monitoramento coordenado pelo ONS, a articulação com os agentes de geração hidráulica e os ajustes nas defluências dos reservatórios afetados foram iniciados somente após a confirmação do evento extremo, sem que protocolos de contingência pré-estabelecidos orientassem uma resposta antecipada (IPEA, 2024; ANA, 2025).

O ponto mais crítico ocorreu em 2 de maio de 2024, quando a CERAN detectou o rompimento parcial da barragem da UHE 14 de Julho no rio das Antas. A CERAN havia acionado seu Plano de

Ação de Emergência (PAE) no dia anterior, em coordenação com as Defesas Civis municipais, com acionamento de sirenes de evacuação nas áreas de risco a jusante.

Os sistemas de proteção contra inundações falharam em múltiplos pontos, deixando mais de 440 mil consumidores sem fornecimento de energia elétrica. A saúde pública foi gravemente comprometida, com 546 casos de leptospirose e 25 óbitos confirmados nos dois primeiros meses pós-evento, além do comprometimento de 298 hospitais em 87 municípios (ANA, 2025; BRASIL, 2024; BID/CEPAL/Banco Mundial, 2024).

Como síntese dos aprendizados, estudo técnico-científico coordenado pela ANA aponta a necessidade de combinação entre medidas estruturais e não estruturais, ampliação do monitoramento hidrometeorológico com redundância operacional e incorporação dos impactos das mudanças climáticas no planejamento como condições essenciais para a redução da vulnerabilidade do sistema a eventos dessa natureza (ANA, 2025).

Os eventos de 2024 no Sul do Brasil produziram os aprendizados mais recentes e de maior urgência para a governança de cheias extremas no SIN, além de trazer a visão sobre evento de cheias extremas. São destacados pelo Consórcio os seguintes:

- Necessidade de estabelecimento de protocolos de comunicação para cheias: inexistência de protocolos específicos de comunicação entre os agentes e Defesa Civil, especificamente para comunicação de cheias, comprometeu a resposta emergencial. A adoção de fluxos de comunicação de cheias, similares aos adotados para situações de risco a segurança de barragem no PAE, é medida de governança de baixo custo e alto impacto.
- Aprimoramentos na resposta interinstitucional: a coordenação entre o ONS, a ANA; o estado do RS, as concessionárias das usinas e os municípios ocorreu de forma predominantemente reativa e fragmentada, sem base em plano de contingência interinstitucional pré-estabelecido. A clareza sobre as responsabilidades de cada ator durante as diferentes fases de um evento de cheia extrema – prevenção, resposta imediata e recuperação – é uma lacuna estrutural que os instrumentos propostos nesta Meta 6 deverão endereçar.
- Necessidade de sistemas integrados de alerta hidrometeorológico: embora diversos setores já disponham de sistemas de previsão hidrometeorológica, verificou-se limitações na integração dessas previsões com a gestão e com a operação em tempo quase real em cenários de cheia extrema. Em particular, a ausência de mecanismos que conectem, previsões meteorológicas, monitoramento hidrológico e protocolos operativos reduziu a capacidade de antecipação e a janela de resposta dos gestores. O fortalecimento de

sistemas integrados de suporte à decisão, com foco em eventos extremos e na articulação entre múltiplos atores, constitui um dos instrumentos com maior potencial de mitigação de impactos.

4.4. SÍNTESE COMPARATIVA DOS APRENDIZADOS E PONTOS DE MELHORIA

A análise crítica dos estudos de caso apresentados realizada por este Consórcio permite identificar um conjunto de padrões recorrentes e de lacunas estruturais de governança que transcendem os contextos específicos de cada bacia. O Quadro 1 sintetiza os principais pontos de melhoria identificados, organizados por dimensão temática, com indicação dos casos em que foram observados.

Quadro 1. Síntese dos principais pontos de melhoria de governança identificados nos estudos de caso.

PONTO DE MELHORIA	DIMENSÃO DE GOVERNANÇA	CASOS RELACIONADOS
Ausência de planos de contingência intersetoriais pré-estabelecidos para as principais bacias do SIN	Planejamento e preparação para crises	Todos os casos
Construção reativa de instrumentos normativos em situações de crise, sem processo participativo prévio	Regulação e arcabouço normativo	Furnas, São Francisco, Paraíba do Sul
Ausência de protocolo formal de notificação preventiva e comunicação estruturada com usuários afetados	Comunicação e transparência	Furnas, Ilha Solteira, Rio Grande do Sul
Indefinição das responsabilidades jurídicas e financeiras por restrições operativas impostas em situações excepcionais	Responsabilidades e regime jurídico	Ilha Solteira, Belo Monte
Conflito estrutural entre os objetivos de maximização energética e controle de cheias ou preservação hídrica	Operação e regras de gestão	Rio Grande do Sul, Três Marias
Limitação dos comitês de bacia como instâncias de decisão operativa vinculante	Governança intersetorial	São Francisco, Paraíba do Sul
Ausência de sistemas integrados de alerta hidrometeorológico conectados às regras e protocolos operativos dos reservatórios	Monitoramento e sistemas de apoio à decisão	Rio Grande do Sul
Representação deficitária das comunidades tradicionais, pesqueiras e indígenas nos processos decisórios	Participação social e equidade	São Francisco, Belo Monte

A análise dos padrões recorrentes permite o Consórcio concluir que as situações excepcionais analisadas são significativamente amplificadas devido à necessidade de aprimoramentos na estrutura de governança de forma sistemática em diferentes bacias e diferentes momentos do tempo. Os principais destaques, pela sua transversalidade e pelo seu impacto na capacidade do sistema de responder adequadamente às situações excepcionais, são, notadamente, os relacionados às seguintes questões:

- Antecipação: os instrumentos de governança são predominantemente construídos de forma reativa, em resposta a crises já instaladas. A ausência de planos de contingência pré-estabelecidos e de protocolos de alerta com gatilhos claramente definidos podem comprometer a capacidade de resposta tempestiva.
- Integração: a separação institucional entre os sistemas de planejamento e operação do setor elétrico (ONS, EPE, ANEEL) e os sistemas de gestão de recursos hídricos (ANA, comitês de

bacia, órgãos estaduais) gera inconsistências, sobreposições e lacunas de competência que se manifestam de forma aguda nas situações excepcionais, quando a coordenação rápida e eficaz é mais necessária.

- Comunicação: os usuários da água – sejam irrigantes, populações abastecidas, setor de navegação ou comunidades ribeirinhas – poderiam ser informados sobre as mudanças nas regras operativas de modo mais assertivo, com o uso de linguagem clara e devidamente formatada para as características de cada grupo de usuários.

5. METODOLOGIA

5.1. ANÁLISE DE IMPACTOS DAS SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS

A análise de impacto das situações excepcionais tem como objetivo avaliar de forma estruturada e comparativa os efeitos potenciais dos eventos extremos sobre os usos múltiplos da água e a operação dos reservatórios do SIN, identificando riscos, impactos remanescentes e lacunas de governança.

5.1..1. MATRIZ DE ANÁLISE DE IMPACTO POR USO E POR TIPO DE EVENTO

A partir dos estudos de caso e da síntese comparativa apresentada no item 4.4, será elaborada uma Matriz de Análise de Impacto, estruturada pelos eixos de uso da água (geração de energia, abastecimento humano, irrigação, navegação, pesca, dessedentação animal, recreação e turismo) e pelas tipologias de evento excepcional (escassez hídrica e cheias extremas).

A Matriz de Análise de Impacto se destina a subsidiar e organizar, de forma comparativa, os impactos potenciais de situações excepcionais sobre os diferentes usos da água, identificando magnitude, frequência, reversibilidade, grupos vulneráveis e lacunas de governança. Nesse sentido, a matriz deve ser compreendida como insumo técnico para a elaboração, revisão ou complementação dos Planos de Recursos Hídricos das bacias críticas, bem como para apoiar deliberações dos Comitês de Bacia, órgãos gestores e demais instâncias envolvidas na gestão de reservatórios. A priorização entre usos múltiplos permanece vinculada ao arcabouço da Política Nacional de Recursos Hídricos e às instâncias competentes do SINGREH, cabendo à matriz apenas qualificar tecnicamente os impactos e explicitar os elementos que devem ser considerados na tomada de decisão.

Reconhece-se, contudo, que muitos Planos de Recursos Hídricos ainda não detalham critérios operacionais suficientes para orientar a resposta a situações excepcionais, especialmente quando há interação direta com a operação de reservatórios do SIN. Por essa razão, recomenda-se fortalecer a articulação entre ANA, Comitês de Bacia, órgãos gestores estaduais, agentes de geração e usuários setoriais, de modo que os resultados da matriz sejam incorporados aos instrumentos de planejamento de bacia e aos protocolos de contingência intersetorial.

Para cada par uso e evento, serão avaliadas cinco dimensões:

- Magnitude do impacto: avaliação qualitativa (baixo / médio / alto / crítico) do impacto potencial sobre o uso considerado, com base nos estudos de caso e na literatura técnica oficial disponível;
- Frequência de ocorrência: estimativa da probabilidade histórica e projetada do evento, considerando os registros históricos das bacias analisadas e as projeções de mudanças climáticas do INPE/CEMADEN disponíveis para o SIN;
- Reversibilidade: classificação do grau de reversibilidade dos impactos (reversíveis no curto prazo, no médio/longo prazo ou irreversíveis);
- Vulnerabilidade dos usuários: identificação dos grupos de usuários mais vulneráveis, considerando dependência econômica, acesso a fontes alternativas e capacidade de adaptação; e
- Lacunas de instrumentos de governança: identificação dos instrumentos regulatórios, operativos ou de comunicação ausentes ou insuficientes para mitigar os impactos identificados, com referência direta aos pontos de melhoria descritos na Seção 4.4.

5.1..2. AVALIAÇÃO COMPARATIVA COM EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

A análise de impacto será complementada por pesquisa documental sobre instrumentos e estratégias de gestão de situações excepcionais em sistemas hidroelétricos, com ênfase em:

- Experiências nacionais: sistematização de experiências recentes e instrumentos já utilizados no contexto brasileiro, com foco em sua contribuição para a gestão de situações excepcionais e em suas limitações para o atendimento a usos múltiplos. Foram consideradas, em especial: o CMSE, a CREG, as Salas de Crise e de Acompanhamento da ANA, a Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015, referente ao Sistema Paraíba do Sul e o Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC).
- Experiências internacionais: levantamento de modelos de governança de reservatórios em situações excepcionais adotados por países com perfil hidroelétrico similar ao Brasil, com foco em instrumentos de priorização dos usos múltiplos, comunicação com usuários e planos de contingência intersetoriais, avaliando sua adaptabilidade ao contexto brasileiro.

5.2. DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTOS OU ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS

A partir da articulação entre o diagnóstico dos estudos de caso, a análise de impactos e a avaliação comparativa com experiências nacionais e internacionais foi conduzido o desenvolvimento de instrumentos e estratégias para aprimoramento da governança dos reservatórios em situações excepcionais. A metodologia aproveitou-se das lacunas identificadas para estruturar propostas de instrumentos, considerando critérios de viabilidade institucional, aderência ao arcabouço legal vigente e capacidade de mitigar prejuízos em cenários críticos.

O processo foi complementado por contribuições oriundas de entrevistas e workshop técnico, permitindo validar e refinar as propostas à luz da experiência prática dos agentes, com foco na definição de fluxos decisórios, responsabilidades, mecanismos de articulação intersetorial e instrumentos de antecipação.

5.2..1. AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO

A avaliação das ferramentas de comunicação e divulgação foi realizada por meio de análise qualitativa das práticas institucionais existentes, considerando tanto instrumentos formais quanto canais operacionais utilizados em situações críticas. A metodologia baseou-se na identificação de critérios analíticos como acessibilidade, tempestividade, clareza da linguagem, abrangência de público e capacidade de apoiar a tomada de decisão por diferentes usuários da água. Foram examinadas evidências provenientes dos estudos de caso, das entrevistas e do workshop da Meta 6, com ênfase na percepção dos usuários não energéticos. Adicionalmente, foram incorporadas referências internacionais para comparação de modelos de comunicação em eventos hidrometeorológicos extremos, permitindo identificar padrões de boas práticas, como uso de plataformas integradas, alertas graduais e tradução de dados técnicos em informação acionável. A partir dessa análise, foram sistematizadas as principais lacunas e oportunidades de aprimoramento.

5.2..2. MAPEAMENTO DAS PLATAFORMAS DE DADOS DISPONÍVEIS

O mapeamento das plataformas de dados foi conduzido com base em levantamento sistemático das principais bases institucionais relacionadas à gestão de recursos hídricos, operação do sistema elétrico e monitoramento hidrometeorológico. A metodologia considerou fontes como ANA, ONS, ANEEL, CEMADEN, INMET, SGB e CCEE, entre outras, identificando suas características operacionais, tipos de dados disponibilizados, frequência de atualização e públicos-alvo. A análise buscou avaliar o grau de cobertura temática, a interoperabilidade entre sistemas, a

consistência das informações e a facilidade de acesso e uso por diferentes perfis de usuários. O mapeamento foi complementado pela análise de sobreposições, lacunas e desconexões entre as plataformas, com o objetivo de subsidiar a proposição de soluções integradoras. Esse processo permitiu evidenciar que o desafio central não está na ausência de dados, mas na fragmentação e na dificuldade de consolidação das informações em uma visão única e acessível.

5.3. WORKSHOP TÉCNICO

Como forma de obter participação pública, ampliar o espaço de debate e contribuição, foi realizado um workshop para discussão da Meta 6, realizado em 11 de março de 2026. Para tal evento, foi validada junto ao GT uma programação subdividida em painéis temáticos, envolvendo painelistas de diversas áreas de atuação no âmbito da governança e gestão de reservatórios, desde órgãos fiscalizadores e reguladores e setores usuários.

Para compilação das contribuições apresentadas pelos painelistas e participantes, o evento, além de transmitido ao vivo no canal oficial do MME na plataforma Youtube[1], foi gravado e, posteriormente, transcrito e sintetizado pela equipe do consórcio para compor o presente relatório.

O workshop reuniu representantes dos seguintes segmentos:

- Órgãos do setor elétrico: Ministério de Minas e Energia (MME), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS);
- Órgãos gestores de recursos hídricos: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);
- Comitês de bacias hidrográficas: representantes do CBH do Rio Grande, CHB do Paranaíba e CBH do Paraíba do Sul (CEIVAP);
- Usuários dos usos múltiplos: representantes dos setores de navegação (Ministério de Portos e Aeroportos – MPOR) e abastecimento humano e saneamento (Associação Brasileira das Empresas de Saneamento – AESBE); e
- Especialistas acadêmicos: pesquisadores de universidades com produção reconhecida em gestão de recursos hídricos, planejamento energético e governança de sistemas socioecológicos – Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

[1] Acessível através do link: <https://www.youtube.com/watch?v=tsNQVtCUwiA>

5.3..1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Coletar informações e impressões dos stakeholders referentes à análise de impacto das situações excepcionais e aos pontos de melhoria existentes, recebendo contribuições técnicas que aprimorem e complementem as análises realizadas;
- Identificar, a partir da perspectiva dos diferentes usuários e gestores da água, as lacunas de instrumentos e estratégias de governança mais relevantes para o atendimento dos usos múltiplos em situações excepcionais;
- Coletar subsídios para a proposição de instrumentos e estratégias específicos, incluindo soluções já testadas em contextos locais ou regionais; e
- Promover o engajamento dos stakeholders no processo de construção das recomendações desta Meta, fortalecendo a legitimidade e a aderência das propostas ao contexto real de operação do SIN.

5.3..2. ESTRUTURA METODOLÓGICA

O workshop foi subdividido em dois blocos temáticos, com duração total de 3h30, no formato online.

Quadro 2. Estrutura metodológica proposta para o workshop da Meta 6.

BLOCO	TEMA	DINÂMICA METODOLÓGICA
Bloco 1 (1h30)	Alternativas de instrumentos de gestão e estratégias para mitigação de impactos a usos múltiplos dos reservatórios durante situações excepcionais.	Rodada de perguntas direcionadas a cada painelista sobre o tema conforme sua frente de atuação e tempo para exposição.
Bloco 2 (1h30)	A comunicação como ferramenta de integração da gestão de recursos hídricos com a gestão eletroenergética em situações excepcionais.	Rodada de perguntas direcionadas a cada painelista sobre o tema conforme sua frente de atuação e tempo para exposição.

5.4. ENTREVISTAS QUALIFICADAS

Por fim, para um levantamento mais aprofundado, tanto de informações sobre a operação dos reservatórios, quanto de percepções e interrelações formais e informais entre os atores, foram realizadas entrevistas qualificadas com MME, ANEEL, EPE, ANA e ONS.

Em posse das respostas colhidas nas entrevistas, foram analisados os dados obtidos na busca de identificação de padrões, recorrências, duplicidade, lacunas e significados. Após essa análise de

dados, foram validadas as interpretações comparativamente com outros dados ou fontes e, finalmente, validadas junto ao GT nas reuniões entre todos os entes.

6. SÍNTESE DO WORKSHOP - INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS

Bloco 1: Alternativas de instrumentos de gestão e estratégias para mitigação de impactos a usos múltiplos dos reservatórios durante situações excepcionais.

O Bloco 1 reuniu representantes do MME, ONS, ANA, comitês de bacia hidrográfica (CBH Rio Grande, CBH Paranaíba, CEIVAP), setores usuários (AESBE – saneamento; MPOR – navegação) e academia (IPH/UFRGS), com o objetivo de discutir instrumentos de gestão e estratégias de mitigação de impactos associados à operação de reservatórios em cenários críticos.

As falas convergiram no diagnóstico de que a governança atual apresenta caráter predominantemente reativo, corroborando os achados das Metas 2 e 3. Nesse contexto, houve convergência quanto à necessidade de antecipação e planejamento com base em indicadores hidrometeorológicos e na definição de gatilhos objetivos para acionamento de medidas. A ANA reforçou esse ponto ao indicar a necessidade de evolução para uma lógica de regulação mais dinâmica (“Regulação 2.0”), capaz de incorporar variações hidrológicas em múltiplas escalas temporais.

A proposta de Planos de Contingência Intersetoriais (PCIs) por bacia emergiu como um dos principais instrumentos, com referência a experiências internacionais como os Planes de Sequía espanhóis. Os participantes destacaram que tais planos devem prever fases graduais de restrição, medidas diferenciadas por tipo de uso e protocolos de comunicação antecipada. Casos como a crise do Paraíba do Sul (2014–2015) e a interrupção da navegação na hidrovia Tietê–Paraná evidenciaram os impactos da ausência de planejamento intersetorial estruturado.

A discussão sobre priorização de usos aponta para potenciais conflitos entre setores. Enquanto ANA e comitês de bacia reafirmaram a prioridade legal do abastecimento humano, representantes do setor elétrico destacaram os impactos dos condicionantes operativos hidráulicos (COPHI) na flexibilidade operativa do SIN. Nesse contexto, houve convergência quanto à necessidade de mecanismos mais objetivos de valoração de impactos, critérios transparentes de priorização e instrumentos de compensação econômica.

Quanto à governança, os participantes apontaram a fragmentação institucional como um dos principais entraves. Destacou-se a necessidade de maior integração entre ANA, ONS, MME, ANEEL, órgãos ambientais, comitês de bacia e usuários, bem como de definição clara de responsabilidades e fluxos decisórios em situações críticas. A proposta de fortalecimento de

instâncias colegiadas — como CMSE, CNRH ou arranjos equivalentes — e a criação de mecanismos permanentes de articulação intersetorial receberam apoio, ainda que com ressalvas quanto à necessidade de segurança jurídica e previsibilidade regulatória.

Sob a ótica do Consórcio, o Bloco 1 evidenciou convergência quanto à necessidade de evolução da governança para situações excepcionais, com foco em antecipação, formalização de fluxos decisórios e integração interinstitucional. Ao mesmo tempo, confirmou-se a ausência de uma arquitetura normativa e operacional clara para gestão de crises — tanto de escassez quanto de cheias —, com definição de gatilhos, responsabilidades, critérios de priorização e mecanismos de compensação. Essa lacuna limita a previsibilidade das decisões e amplia riscos de conflito e judicialização.

Bloco 2: A comunicação como ferramenta de integração da gestão de recursos hídricos com a gestão eletroenergética em situações excepcionais.

O Bloco 2 abordou a comunicação como elemento estruturante da integração entre a gestão de recursos hídricos e a operação eletroenergética, reunindo os mesmos atores institucionais e setoriais.

As discussões indicaram que existe a necessidade de aperfeiçoamento da comunicação com usuários não pertencentes ao setor elétrico. Representantes da navegação, saneamento e comitês de bacia relataram dificuldade de acesso a informações sobre decisões operativas, frequentemente recebidas de forma tardia e por canais informais. Casos como a paralisação da navegação no Tietê–Paraná (2014) e a gestão da crise do Paraíba do Sul ilustram que protocolos estruturados de comunicação antecipada melhorariam a comunicação entre os envolvidos.

Embora o país disponha de diversas bases de dados — como SNIRH, SAR, HidroWeb, Portal de Dados Abertos do ONS, sistemas do INMET, CEMADEN e CPTEC —, os participantes destacaram a fragmentação, a baixa interoperabilidade e a predominância de linguagem técnica como barreiras ao uso efetivo dessas informações por públicos não especializados. O ONS reconheceu que seus produtos são utilizados de modo melhor por usuários do setor elétrico, enquanto a ANA apontou dificuldades de integração entre bases institucionais.

Nesse contexto, houve convergência na proposta de criação de uma plataforma integrada de informação sobre a operação dos reservatórios do SIN, com dados consolidados, atualização frequente e interface acessível a diferentes perfis de usuários. Referências internacionais, como a plataforma VigiEau (França), foram citadas como exemplos de transparência e acessibilidade.

Os participantes também destacaram a necessidade de formalização de protocolos de comunicação em situações excepcionais, incluindo definição de prazos mínimos de notificação, canais específicos por tipo de usuário, linguagem adaptada e mecanismos de retorno para reporte de impactos. Experiências como as Salas de Crise da ANA e o GTAOH do CEIVAP foram apontadas como referências positivas, ainda que não institucionalizadas de forma abrangente.

O papel dos comitês de bacia foi amplamente discutido. Reconheceu-se seu potencial como instâncias de articulação territorial e comunicação com usuários, mas também suas limitações, especialmente quanto à capacidade técnica e à velocidade de resposta frente à dinâmica da operação do SIN. Foi apontada a necessidade de fortalecimento institucional desses comitês, incluindo acesso a dados operativos, capacitação técnica e definição formal de seu papel nos protocolos de comunicação.

Sob a ótica do Consórcio, o Bloco 2 reforça que a assimetria de informações entre os diversos usuários constitui uma das principais fragilidades estruturais da governança dos reservatórios. Apesar da existência de instrumentos e experiências bem-sucedidas, estes permanecem fragmentados e não configuram um sistema integrado e permanente de comunicação. A ausência de protocolos formais, de padronização de linguagem e de integração entre bases limita a previsibilidade e compromete a capacidade de resposta coordenada em cenários críticos.

Nesse sentido, surgiu a proposta da criação de um painel integrado sobre a operação dos reservatórios, cujo desenvolvimento e manutenção poderia ser coordenado pelo ONS, e que serviria de instrumento para proporcionar a melhoria na divulgação das informações e na comunicação com atores além do setor elétrico e ao fortalecimento do papel dos comitês de bacia, emerge como um importante elemento para o aprimoramento da governança, com potencial direto de redução de conflitos e aumento da transparência e legitimidade das decisões.

As contribuições dos dois blocos do workshop foram sistematizadas e incorporadas na elaboração dos instrumentos e estratégias apresentados na Seção 11. O painel de priorização realizado ao final do workshop, no qual os participantes indicaram os instrumentos de maior impacto potencial e maior viabilidade de implementação, orientou a hierarquização das propostas, sendo os itens mais votados:

(1) Gatilhos automáticos multiusuário;

(2) PCIs por bacia;

(3) Painel integrado sobre a operação dos reservatórios; e

(4) Protocolo de comunicação em situações excepcionais.

7. MATRIZ DE ANÁLISE DE IMPACTO POR USO E POR TIPOLOGIA DE EVENTO

Para a construção da Matriz de Análise de Impacto, foram adotados critérios de classificação qualitativa definidos a partir da literatura técnica de referência, em particular o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (ANA, 2024), os relatórios de situação da ANA e os estudos de impacto da EPE, das experiências analisadas na Seção 8 e dos registros históricos dos estudos de caso (Seção 4). O Quadro 3 apresenta os três critérios de avaliação com suas respectivas escalas e descrições.

Quadro 3. Critérios de classificação adotados na Matriz de Análise de Impacto.

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DA MATRIZ DE ANÁLISE DE IMPACTO		
Critério	**Nível**	**Descrição**
Magnitude do Impacto	Baixo	Impactos localizados, de pequena escala, sem comprometimento significativo do uso da água afetado. Efeitos absorvíveis pela capacidade instalada da infraestrutura ou pela resiliência natural da bacia.
	Médio	Impactos de abrangência regional, com comprometimento parcial do uso da água afetado. Requerem medidas de gestão operativa e/ou comunicação com os usuários, mas não configuram risco sistêmico imediato a operação do SIN.
	Alto	Impactos com comprometimento substancial do uso afetado, com potencial de afetar a operação de infraestrutura, usuários ou parcela significativa da bacia. Exigem resposta prioritária, articulação interinstitucional, medidas operativas extraordinárias ou comunicação ativa aos usuários e à sociedade.
	Crítico	Impactos de abrangência sistêmica, com comprometimento severo ou colapso do uso da água afetado, ameaçando a segurança hídrica, eletroenergética, incluindo o atendimento à ponta ou ao vale de carga e a afetação de infraestruturas do SIN, ou a integridade física das populações. Requerem ativação de instâncias de crise (CMSE, salas de crise ANA) e medidas de caráter excepcional.
Frequência de Ocorrência	Baixa	Eventos com tempo de retorno estimado superior a 50 anos, ou sem registro histórico recorrente nas séries disponíveis para a bacia considerada.
	Média	Eventos com tempo de retorno estimado entre 5 e 50 anos, ou com pelo menos dois registros nas últimas três décadas.
	Alta	Eventos com tempo de retorno estimado inferior a 5 anos, ou com recorrência observada em pelo menos três ciclos hidrológicos recentes.
Reversibilidade	Curto prazo	Impactos reversíveis em até 12 meses após o restabelecimento das condições hidrometeorológicas normais. Recuperação dependente apenas da normalização operativa, sem necessidade de investimentos estruturais. Exemplo: retomada da navegação.
	Médio prazo	Impactos reversíveis em 1 a 5 anos, requerendo medidas de recuperação ativas (investimentos, intervenções regulatórias, restauração parcial). Exemplos: recuperação de níveis de reservatórios de regularização plurianual; recomposição de infraestrutura de irrigação; realização de obras para recuperação de estruturas de usinas hidroelétricas.

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO DA MATRIZ DE ANÁLISE DE IMPACTO		
Critério	**Nível**	**Descrição**
	Longo prazo	Impactos reversíveis apenas em prazo superior a 5 anos, com necessidade de programas estruturados de restauração. Exemplos: recuperação de ecossistemas aquáticos degradados; recomposição de estoques pesqueiros; restauração de áreas de preservação permanente.
	Irreversível	Impactos permanentes ou cuja reversão excede a escala temporal de planejamento do SIN (> 30 anos). Exemplos: extinção local de espécies; perda de patrimônio cultural e arqueológico; remoção permanente de comunidades tradicionais.

Nota: A multissetorialidade deve ser registrada como atributo complementar da análise, mas não constitui, isoladamente, critério automático de elevação da magnitude. A classificação deve considerar o grau de comprometimento, a urgência da resposta, a reversibilidade do impacto, a população ou usuários afetados e a relevância estratégica do uso impactado. Assim, impactos multissetoriais podem permanecer classificados como médios quando forem absorvíveis e sem urgência imediata, enquanto impactos concentrados em um único uso podem ser classificados como altos ou críticos quando envolverem função essencial ou risco sistêmico.

Os Quadro 4 e Quadro 5 apresentam a Matriz de Análise de Impacto, estruturada pelos eixos de uso da água e pelas duas tipologias de evento excepcional (escassez hídrica e cheias extremas). A avaliação foi elaborada a partir dos estudos de caso analisados na Seção 4.3, da síntese comparativa da Seção 4.4, das contribuições do workshop (Seção 6) e dos achados das Metas 2, 3, 4 e 5 da Ação CP11. Os critérios de avaliação seguem as escalas qualitativas definidas no Quadro 3: magnitude do impacto, frequência de ocorrência e reversibilidade.

Complementarmente, a matriz identifica os grupos de usuários mais vulneráveis e as lacunas de instrumentos de governança para cada combinação uso × tipologia de evento.

Quadro 4. Matriz de análise de impacto – Escassez hídrica.

ESCASSEZ HÍDRICA					
Uso da Água	**Magnitude**	**Frequência**	**Reversibilidade**	**Grupos Vulneráveis (exemplos)**	**Lacunas de Governança**
Geração de energia	Crítico	Alta	Médio prazo	Agentes de geração hidráulica e sociedade	Decisões não tomadas de forma tempestiva em cenários extremos;
Abastecimento humano	Crítico	Alta	Curto prazo	População urbana; comunidades ribeirinhas	Comunicação reativa; priorização entre usos
Irrigação	Alto	Alta	Médio prazo	Perímetros irrigados; irrigantes	Comunicação assimétrica sobre restrições hidráulicas; mecanismos de compensação
Navegação	Crítico	Média	Curto prazo	Hidrovias; Portos	Indefinição de responsabilidades jurídicas e financeiras por restrições operativas; ausência de protocolo de notificação preventiva
Pesca e aquicultura	Alto	Alta	Longo prazo	Comunidades pesqueiras artesanais e indígenas	Pouca visibilidade nos processos decisórios;
Dessedentação animal	Médio	Média	Curto prazo	Pecuária extensiva	Não contemplada em protocolos de escassez; ausência de dados sistematizados sobre dependência hídrica
Recreação e turismo	Alto	Alta	Médio prazo	Municípios cuja economia depende do turismo lacustre	Comunicação reativa com o setor; impactos econômicos não quantificados sistematicamente
Meio ambiente e ecossistemas	Crítico	Alta	Longo prazo / Irreversível	Ecossistemas de bacias hidrográficas; ictiofauna	Conflito entre maximização da geração e obrigações socioambientais; inexistência de protocolo de contingência socioambiental

Quadro 5. Matriz de análise de impacto – Cheias extremas.

CHEIAS EXTREMAS					
Uso da Água	**Magnitude**	**Frequência**	**Reversibilidade**	**Grupos Vulneráveis (exemplos)**	**Lacunas de Governança**
Geração de energia	Crítico	Média	Médio prazo	Agentes de geração hidráulica e sociedade	Necessidade da existência de protocolos para gestão de eventos de cheias para usinas fora do PAPC
Abastecimento humano	Crítico	Média	Médio prazo	Sociedade	Ausência de plano de contingência interinstitucional;
Irrigação	Alto	Média	Médio prazo	Áreas agrícolas e inundadas	Sistemas de alerta e comunicação não integrados com operação dos reservatórios;
Navegação	Médio	Baixa	Curto prazo	Hidrovias; Portos	Ausência de protocolo de interrupção preventiva da navegação coordenado com previsão meteorológica.
Pesca e aquicultura	Alto	Média	Longo prazo	Comunidades pesqueiras	Impactos sobre meios de subsistência não contemplados em protocolos de resposta;
Dessedentação animal	Alto	Média	Curto prazo	Pecuária	Ausência de integração entre defesa civil e setor agropecuário nos planos de contingência
Recreação e turismo	Médio	Baixa	Médio prazo	Infraestrutura turística	Danos à infraestrutura turística não contemplados em mecanismos de recuperação pós-crise
Meio ambiente e ecossistemas	Crítico	Média	Longo prazo / Irreversível	Contaminação por resíduos industriais e urbanos	Ausência de avaliação de impacto ambiental pós-evento;

8. LEVANTAMENTO DE EXPERIÊNCIAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS

8.1. EXPERIÊNCIAS NACIONAIS

a) CMSE – Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

O CMSE foi instituído pela Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, e regulamentado pelo Decreto nº 5.175/2004, como mecanismo permanente de monitoramento das condições de atendimento do sistema elétrico, criado em decorrência das lições da crise energética de 2001 (BRASIL, 2004). Sua composição formal inclui representantes do MME (que o coordena), ONS, ANEEL, CCEE, EPE e ANP, podendo a ANA ser convidada a participar. O CMSE se consolidou como o principal fórum técnico de acompanhamento prospectivo, realizando reuniões ordinárias e extraordinárias em eventos extremos. Pode-se argumentar que uma limitação estrutural reside no caráter consultivo e não vinculante de suas deliberações visto que o CMSE não emite resoluções com força normativa independente, necessitando que suas decisões sejam formalizadas por outros órgãos (resoluções da ANEEL) para adquirir caráter obrigatório. A Meta 5 (Seção 13.6) formaliza essa proposta como alteração do Decreto nº 5.175/2004 (nova alínea no inciso II do art. 2º), incorporando a ANA como membro titular do CMSE, com desdobramento no Regimento Interno (Res. CMSE nº 01/2016).

Conforme o diagnóstico da Meta 2, a matriz RACI do setor identifica o CMSE no nível estratégico de governança (CNPE/MME/CMSE), porém sem atribuição formal de responsabilidade (R) ou aprovação (A) sobre decisões operativas que afetam usos múltiplos. Durante a crise de 2021, o CMSE atuou como fórum de diagnóstico, mas as decisões efetivas de restrição de vazões foram tomadas pela CREG e pela ANA, evidenciando a lacuna entre monitoramento e capacidade decisória vinculante. Na crise de 2014 da bacia do Paraná, o acompanhamento prospectivo do CMSE não foi suficiente para antecipar a paralisação da Hidrovia Tietê-Paraná por 20 meses (maio de 2014 a janeiro de 2016).

A Meta 4 reforça que o CMSE deve ser complementado por uma instância técnica permanente de coordenação entre ANA e ONS para operacionalizar a articulação entre as instituições, sem prejuízo das competências institucionais existentes.

b) CREG – Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética

A Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG) foi instituída pela Medida Provisória nº 1.055/2021 como uma instância extraordinária e transitória de governança de

crise, composta por ministros de Estado sob a presidência do Ministério de Minas e Energia, abrangendo ainda as pastas da Economia, Infraestrutura, Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional. Apesar de sua abrangência interministerial, a ausência da ANA em sua composição representa uma lacuna relevante na integração da governança dos recursos hídricos. No exercício de suas funções, a CREG assumiu competências amplas, incluindo a definição de diretrizes obrigatórias e temporárias sobre uso, armazenamento e defluências de usinas hidrelétricas, a imposição de prazos a órgãos como o ONS e à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, além da homologação de deliberações do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), conferindo-lhes caráter vinculante.

Na prática institucional, a CREG passou a operar em um nível hierárquico superior ao CMSE, de natureza predominantemente técnica, o que deslocou o centro decisório para uma instância política de caráter emergencial. Esse arranjo também implicou sobreposição com competências regulatórias da ANA, na medida em que diretrizes excepcionais passaram a prevalecer sobre regras de outorga e parâmetros operativos previamente estabelecidos, sem que houvesse um protocolo formal de coordenação interinstitucional. A literatura institucional aponta que essa configuração gerou insegurança jurídica e reduziu a previsibilidade regulatória, sobretudo pela ausência de mecanismos participativos estruturados e pela flexibilização de restrições sem salvaguardas procedimentais claras. Além disso, observou-se dificuldade de transição para a normalidade ao término da vigência da medida provisória, que expirou em dezembro de 2021 sem conversão em lei, evidenciando os desafios de desmobilização de regimes excepcionais de governança.

Do ponto de vista dos usos múltiplos da água, a atuação da CREG priorizou a segurança eletroenergética em detrimento de outros setores, com impactos sobre navegação, irrigação e usos ambientais. Na bacia do rio Paraná, reduções das vazões naturais contribuíram para níveis críticos em reservatórios como Ilha Solteira, inviabilizando a operação da Hidrovia Tietê-Paraná por meses e gerando prejuízos econômicos relevantes ao setor logístico. Situação semelhante foi observada no São Francisco, com efeitos sobre projetos de irrigação e comunidades ribeirinhas. Em perspectiva comparada, a experiência difere da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), criada em 2001, que também detinha poderes excepcionais, inclusive normativos, mas cuja atuação deixou um legado de judicialização e insegurança regulatória no setor elétrico, especialmente em torno do risco hidrológico.

Como síntese avaliativa, a CREG consolidou-se como principal caso recente de governança de crise no SIN, evidenciando tanto a capacidade de resposta rápida em contextos de escassez

hídrica quanto os limites de arranjos institucionais pontuais. As lições derivadas desse episódio convergem para a necessidade de mecanismos previamente estruturados, com gatilhos objetivos, maior transparência decisória e coordenação formal entre os órgãos do setor elétrico e de recursos hídricos, de modo a aumentar a previsibilidade em situações extremas.

c) Salas de Crise e de Acompanhamento da ANA

As salas de crise e de acompanhamento da ANA constituem o instrumento mais consolidado de coordenação multiusuária em nível de bacia, operando no âmbito das competências atribuídas à ANA pela Lei nº 9.984/2000 e regulamentadas por resoluções específicas. Já normalizadas por resolução, operam em diversa bacias.

A ativação ocorre em cenários de eventos críticos, reunindo representantes dos setores afetados sob coordenação da ANA. Foi destacado na Meta 4 o benefício da formalização dessas instâncias com composição mínima, quórum, vinculação das recomendações e regime jurídico das comunicações emitidas, reconhecendo que, apesar de representarem evolução institucional relevante em situações críticas, apresentam limitações de formalização, permanência e integração completa com o SINGREH.

A limitação central é o fato de que as salas de crise não têm poder decisório vinculante e destacam-se pela abordagem multiusuária. Essa capacidade de mediação multisetorial, embora sem poder vinculante, constitui o modelo mais próximo da governança integrada de usos múltiplos existente no Brasil. A Meta 2 evidencia que as salas de crise operam no nível de governança por bacia (CNRH/Conselhos estaduais/CBHs), diferente do setor elétrico, que considera o SIN. Durante a crise do São Francisco de 2020-2021, as salas de crise semanais foram essenciais para evitar que o reservatório de Sobradinho repetisse a condição crítica de 2015, por meio de ajustes diários na operação de Xingó e Sobradinho baseados em simulações contínuas que consideraram condições hidrológicas, carga e limites ambientais. A Resolução ANA nº 81/2021 e a Resolução ANA nº 111/2021 formalizaram restrições de defluência negociadas no âmbito da crise.

d) Resolução Conjunta do Sistema Paraíba do Sul

A Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015 representa uma das experiências mais relevantes de governança compartilhada no país, ao estabelecer regras operativas coordenadas para o sistema hídrico do Paraíba do Sul com base na articulação entre níveis federal e estadual. O normativo estabeleceu condições de operação para o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul, compreendendo reservatórios localizados na bacia e estruturas de transposição das

águas do rio Paraíba do Sul para o Sistema Guandu, com definição de limites mínimos de vazão a jusante de aproveitamentos como Paraibuna, Santa Branca, Jaguari, Funil, Santa Cecília e Pereira Passos, além de limites associados à vazão bombeada para o rio Guandu em Santa Cecília. Seu foco é a organização de condições operativas para o Sistema Hidráulico Paraíba do Sul, incluindo limites de defluência, critérios para aumento de vazões em Santa Cecília e Pereira Passos, regras de deplecionamento dos reservatórios de Funil, Santa Branca, Paraibuna e Jaguari e possibilidade de operação especial mediante solicitação justificada do ONS à ANA.

A relevância da experiência para a Meta 6 está, sobretudo, na construção de um arranjo federativo de acompanhamento e coordenação operacional. A resolução instituiu o Grupo de Assessoramento à Operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul – GAOPS, composto por representantes da ANA, DAEE, IGAM, INEA, ONS e CEIVAP, com a finalidade de acompanhar permanentemente a operação do sistema, apoiar o cumprimento das condições estabelecidas e propor soluções alternativas aos órgãos gestores em situações não previstas. Esse arranjo constitui referência para instrumentos de governança interinstitucional em bacias críticas, especialmente quanto à articulação entre órgãos gestores de recursos hídricos, operador do sistema elétrico, comitê de bacia e demais atores envolvidos.

e) Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC) e Controle de Cheias Regulamentado

O Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC), elaborados pelo ONS em conjunto com os agentes de geração hidráulica, operacionalizado no âmbito dos procedimentos de operação do ONS (ONS, 2021), constitui instrumento consolidado para a gestão preventiva de cheias em reservatórios com capacidade de regularização. Para os reservatórios que integram o PAPC, há procedimentos bem estabelecidos de acompanhamento, definição de volumes de espera, articulação operativa e notificação a determinados usuários e instituições da bacia.



Figura 1. Plano Anual de Prevenção de Cheias – PAPC / ONS.

A limitação observada não se refere propriamente à existência ou à qualidade do PAPC, mas ao seu escopo de aplicação. O instrumento é aplicável a reservatórios com capacidade de regularização, o que restringe sua cobertura em bacias onde não há reservatórios que são capazes de contribuir para o controlar uma cheia, mas podem ser gerenciados de modo a contribuir, no que for possível, para reduzir impactos. No caso do RS, por exemplo, o único reservatório integrante do PAPC é Passo Real. Na bacia do Taquari-Antas, diretamente afetada pelos eventos extremos de 2023 e 2024, inexistem reservatórios com essa função, o que limita fisicamente a possibilidade de criação prévia de volumes de espera ou de adoção de medidas típicas do controle regulado de cheias.

Além disso, os eventos de 2024 no Rio Grande do Sul tiveram evolução muito rápida, reduzindo a janela operacional para medidas preventivas, mesmo em situações nas quais existissem informações hidrometeorológicas de acompanhamento. Esse aspecto reforça que o desafio não se resume à operação de reservatórios, e envolve também a existência de fluxos de alerta, comunicação e resposta para bacias não cobertas pelo PAPC ou com baixa capacidade de regularização.

Nesse contexto, a principal fragilidade identificada é a ausência de procedimentos equivalentes para os demais contextos hidrológicos, especialmente bacias sem reservatórios regularizadores, reservatórios fora do PAPC ou trechos em que os impactos das cheias dependem mais de alerta, evacuação, comunicação territorial e coordenação com defesa civil do que de manobras operativas de armazenamento. Para esses casos, devem ser instituídos protocolos complementares de notificação, comunicação com usuários e articulação entre agentes, ONS, ANA, defesas civis, órgãos estaduais, municípios e comitês de bacia.

f) Declaração de Situação de Escassez Hídrica

Prevista na Lei nº 14.026/2020 (Novo Marco Legal do Saneamento), constitui o instrumento formal de reconhecimento da crise, com competência atribuída à ANA nos termos da Lei nº 9.984/2000. A declaração autoriza a ANA a adotar medidas excepcionais de restrição de uso, coordenar ações interinstitucionais e instituir Grupos Técnicos de Acompanhamento (GTAs) com composição multisetorial.

A ANA emitiu séries de resoluções durante as crises de 2021: Resolução ANA nº 77/2021, declarando Situação Crítica de Escassez na Região Hidrográfica do Paraná e instituindo o GTA-RH Paraná; Resolução ANA nº 81/2021 e nº 111/2021 (São Francisco); e nº 110/2021 (Furnas). Esses instrumentos emergenciais foram posteriormente substituídos por resoluções permanentes: Resolução ANA nº 193/2024 (Rio Grande) e nº 194/2024 (Paranaíba), que definem regras operativas para reservatórios estratégicos (ANA, 2021; ANA, 2024).

A lacuna é o uso reativo, sem gatilhos preventivos. O diagnóstico da governança apresentado na Meta 2 aponta para reforçar a flexibilidade regulatória preventiva, com marcos regulatórios que autorizem medidas temporárias durante exceções sem ruptura institucional, com responsabilidades e mecanismos de compensação definidos. Ainda, o diagnóstico cita a necessidade do monitoramento de sinais precursores de crise por meio do investimento em sistemas de alertas e

análise integrada de riscos (climáticos, regulatórios, operacionais) para evitar respostas sempre reativas.

Destaca-se o caso da Situação de Escassez na Região Hidrográfica do Paraná documentada na Resolução ANA nº 77/2021, classificado como o pior ano hidrológico em 91 anos de monitoramento, com precipitação sistematicamente abaixo da média histórica de outubro de 2020 a maio de 2021. A ausência de gatilhos preventivos para a declaração de escassez hídrica significou que os impactos sobre irrigação, navegação e abastecimento já estavam consolidados quando o instrumento foi finalmente acionado.

g) Resoluções de Condições de Operação por Bacia

A ANA, no exercício das competências conferidas pela Lei nº 9.984/2000 e pelo art. 2º, incisos II e V, da Lei nº 9.433/1997 (Lei nº 15.269/2025), vem consolidando resoluções permanentes de condições de operação para bacias hidrográficas. Os instrumentos vigentes incluem: Resolução ANA nº 193/2024 (Rio Grande), Resolução ANA nº 194/2024 (Paranaíba), Resolução ANA nº 132/2022 (Rio Paranapanema), Resolução ANA nº 70/2021 (Rio Tocantins), Resolução ANA nº 2.081/2017 (São Francisco) e Resolução Conjunta ANA, DAEE, IGAM, INEA nº 1.382/2015 (Rio Paraíba do Sul).

A Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 127/2022 modernizou os requisitos de fornecimento de dados hidrológicos pelos agentes, substituindo o marco anterior de 12 anos. Essas resoluções constituem elo regulatório explícito entre outorga/regras de bacia e operação do SIN, em que sua interface com os Procedimentos de Rede do ONS configura necessidade de compatibilização entre fluxos de dados, prazos de atualização, responsabilidades dos agentes e processos de programação e coordenação da operação do SIN, especialmente em situações excepcionais que envolvam alterações de níveis, vazões, restrições hidráulicas ou condições operativas.

As resoluções permanentes têm incorporado de forma progressiva cláusulas voltadas à proteção dos usos múltiplos, configurando o instrumento nacional com maior potencial de institucionalização da gestão integrada em regime contínuo. Esse avanço responde a desafios recorrentes da governança hídrica, como conflitos entre condicionantes ambientais e regras operativas e inconsistências entre bases de dados, que podem resultar em parâmetros incompatíveis para a operação dos reservatórios. Além disso, as resoluções permanentes apresentam potencial para vincular condições operativas a instrumentos econômicos, como a cobrança pelo uso da água. Experiências consolidadas, como a da bacia do São Francisco, demonstram que processos participativos de longo prazo podem resultar em regras mais estáveis,

que reconhecem os usos múltiplos, diferenciam condições para períodos hidrológicos distintos e incorporam critérios ambientais. Nesse sentido, a transição de instrumentos emergenciais para resoluções permanentes representa um importante avanço institucionais na governança dos reservatórios do SIN.

h) Portaria Conjunta ANA/CEADEN/SGB/INMET – Sistema de Alertas Hidrológicos para Cheias Graduais

A Portaria Conjunta nº 148/2013 institui um arranjo interinstitucional entre ANA, CEMADEN, SGB e INMET voltado à emissão coordenada de alertas para eventos hidrológicos críticos, especialmente cheias graduais, com base na integração de dados hidrometeorológicos, modelagem e monitoramento contínuo. O modelo operacional se apoia em sistemas como o Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) e o SACE, que utilizam redes de estações, sensores e previsões para gerar boletins e alertas direcionados a órgãos de defesa civil e gestores públicos, permitindo antecipação de impactos e adoção de medidas preventivas em escala local e regional.

O sistema contribui para a redução de riscos em atividades como navegação, irrigação e ocupação urbana em áreas ribeirinhas, ao fornecer previsões de níveis e tendências de vazão que permitem respostas antecipadas. Contudo, o modelo apresenta limitações importantes. Sua aplicação está concentrada em eventos de cheia, não contemplando de forma estruturada a escassez hídrica, cuja dinâmica é mais gradual e exige indicadores e protocolos distintos. Além disso, os alertas são predominantemente genéricos e baseados em níveis hidrológicos, sem diferenciação de impactos por tipo de uso da água ou por vulnerabilidade territorial, o que reduz sua utilidade para decisões setoriais específicas. Eventos extremos recentes evidenciam que a existência de monitoramento não garante, por si só, efetividade na mitigação de impactos, especialmente na ausência de integração com decisões operativas e protocolos de comunicação estruturados.

i) Relatório de Análise de Impacto Regulatório (AIR)

Como referência nacional adicional, destaca-se a utilização, pela ANA, de relatórios de Análise de Impacto Regulatório – AIR associados à definição ou revisão de condições de operação de sistemas hídricos estratégicos. Esses relatórios, disponibilizados no Sistema de Participação Social da Agência, constituem fonte institucional relevante para o levantamento de experiências nacionais e internacionais, por reunirem benchmarks, alternativas regulatórias, avaliação de impactos,

contribuições de agentes interessados e fundamentos técnicos utilizados pelo regulador de recursos hídricos.

Nesse contexto, destaca-se o relatório de AIR associado à minuta de resolução referente ao estabelecimento das defluências mínimas das UHEs Jupiá e Porto Primavera, indicado pela ANA (ANA, 2025) como documento recente com compilação extensa de benchmark nacional e internacional. Sua incorporação como referência metodológica permite evitar duplicação de esforço analítico e aproveitar experiências já sistematizadas pelo órgão regulador, especialmente quanto à definição de condições operativas, compatibilização entre geração hidrelétrica e usos múltiplos da água, avaliação de alternativas regulatórias, transparência decisória e tratamento de impactos decorrentes de regras de operação de reservatórios.

Esses relatórios de AIR devem ser utilizados como insumo complementar à sistematização de experiências nacionais reforçando a aderência das propostas ao histórico regulatório recente da ANA e contribui para que os instrumentos recomendados se apoiem em evidências, alternativas e benchmarks já avaliados no âmbito de processos formais de participação social.

8.2. EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS

a) Estados Unidos – USACE e Bureau of Reclamation.

A gestão conduzida pelo *United States Army Corps of Engineers* (USACE) baseia-se em manuais operativos - *Water Control Manuals*, regulamentados pela norma EM 1110-2-3600 (USACE, 2017) - que estabelecem regras para diferentes condições hidrológicas, contemplando a alocação entre volumes destinados ao controle de cheias e à conservação para usos múltiplos. Esses instrumentos são aplicados em coordenação com o *Bureau of Reclamation* (USBR), a *Environmental Protection Agency* (EPA), a *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), a *Federal Emergency Management Agency* (FEMA) e departamentos estaduais, refletindo um arranjo multiescalar e compartilhado. Contudo, essa estrutura é caracterizada por sobreposição de competências e baixa interoperabilidade institucional, o que pode reduzir a agilidade decisória.

Episódios como a abertura do vertedouro de Morganza no Mississippi, em 2011, mostram a necessidade de arbitragem entre interesses conflitantes, ao priorizar a proteção urbana em detrimento de áreas rurais, revelando a complexidade inerente à gestão de usos múltiplos em situações extremas. Há também indicações de que os processos de revisão dos manuais operativos não ocorrem com a frequência ideal (10 anos), o que pode comprometer a adaptação a novas

condições hidrológicas, embora o impacto dessa limitação varie conforme o contexto institucional (GAO, 2016).

No caso do Rio Colorado, a operação é regida por diretrizes que estabelecem níveis progressivos de restrição hídrica – segundo *Interim Guidelines for Lower Basin Shortages* (USBR, 2007), vigentes até dezembro de 2025 -, com reduções proporcionais (*Tiers*) entre os principais usos conforme o nível de armazenamento dos reservatórios. Esse modelo introduz maior previsibilidade ao definir previamente como a escassez será distribuída entre irrigação, abastecimento urbano e demandas ambientais, contribuindo para reduzir conflitos durante períodos críticos (Figura 2).

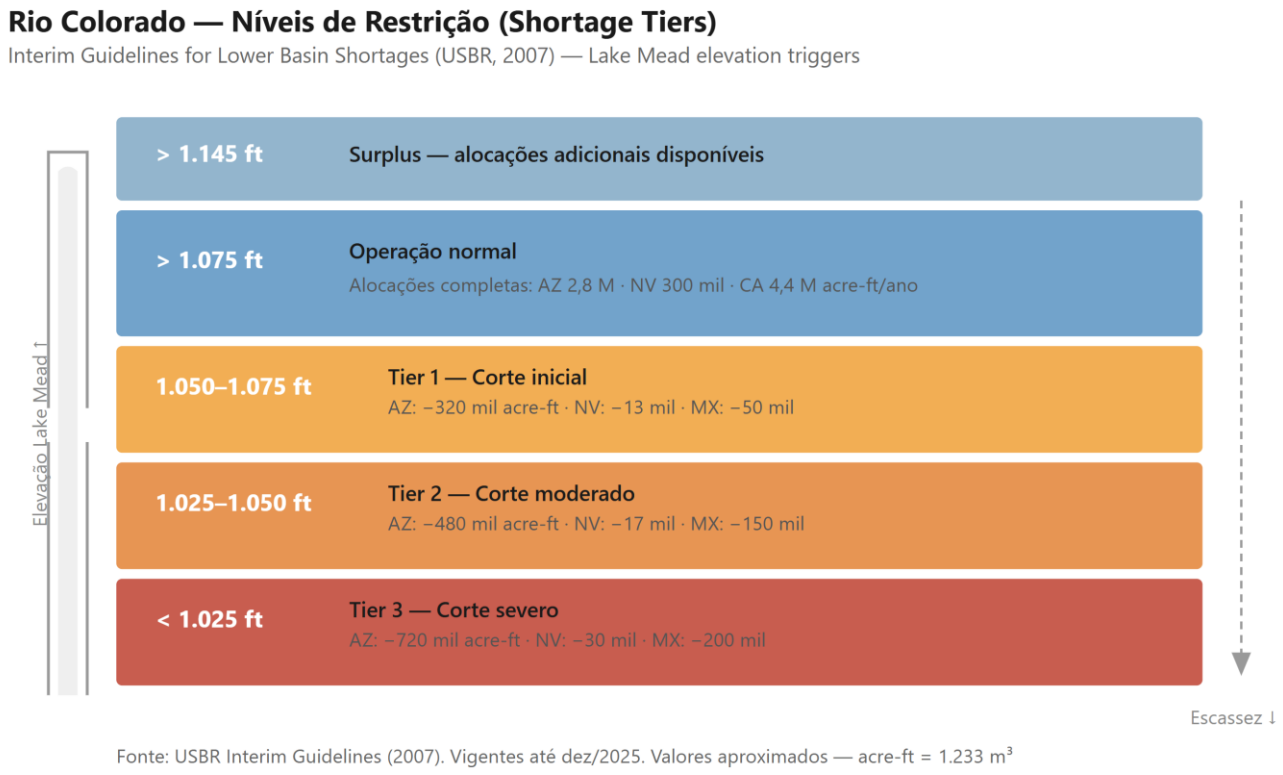


Figura 2. Níveis Progressivos de Restrição Hídrica do rio Colorado.

O sistema americano não possui um índice nacional padronizado para classificação das restrições. Em vez disso, cada projeto do USACE possui seu próprio Drought Contingency Plan (DCP) com gatilhos definidos no Water Control Manual, baseados na estrutura de zonas de armazenamento do reservatório: o volume acima da curva-guia (guide curve) é a zona de controle de cheias (flood control pool), o volume abaixo é a zona de conservação (conservation pool), e abaixo desta existe a zona de armazenamento inativo (inactive storage). Quando o nível composto dos reservatórios de um sistema cai abaixo de limiares pré-definidos, ativam-se níveis progressivos

de restrição — tipicamente 4 estágios. O caso mais documentado fora do Colorado é o sistema do rio Savannah (reservatórios Hartwell, Russell e Thurmond), onde o Drought Trigger Level 1 reduz a defluência de Thurmond Dam para 4.200 cfs (média semanal), caindo progressivamente para 4.000 cfs no Nível 2, 3.800 cfs no Nível 3 e 3.600 cfs no Nível 4, com reduções adicionais no período novembro–janeiro (até 3.100 cfs, sujeito a aprovação do NOAA/NMFS para proteção de espécies migratórias). Os gatilhos combinam cotas de reservatório (Hartwell: pool cheio a 660 ft-msl, Nível 2 em ~654 ft, Nível 3 em ~646 ft, Nível 4 no topo do inactive storage a ~617 ft; Thurmond: Nível 4 a ~310 ft) com o índice de vazão do rio Broad (BR28 — média de 28 dias comparada ao percentil 10% histórico), criando uma matriz de decisão que combina estado do armazenamento com condições hidrológicas em tempo real. Para retorno a condições normais, exige-se que ambos os reservatórios subam pelo menos 2 pés acima da cota de gatilho, evitando oscilações entre níveis. O modelo é altamente específico por bacia, sem padronização nacional — cada distrito do USACE calibra seus gatilhos conforme a hidrologia local e os usos autorizados pelo Congresso, o que resulta em grande heterogeneidade entre sistemas, mas alta adaptação às condições locais.

Paralelamente, iniciativas como o *National Water Model* e o conceito de *Forecast Informed Reservoir Operations* indicam um estágio avançado de integração entre previsão hidrológica e operação de reservatórios, permitindo ajustes mais dinâmicos e informados (NOAA, 2024).

O modelo dos Estados Unidos deve ser interpretado como fonte de elementos técnicos e procedimentais úteis (tais como manuais operativos, regras graduais de acionamento, integração entre previsão hidrológica e operação de reservatórios, explicitação de responsabilidades e rotinas de revisão). Este modelo não é diretamente transplantável ao contexto brasileiro, pois os reservatórios federais norte-americanos, em muitos casos, possuem usos e finalidades definidos de forma explícita no ato de autorização do empreendimento, enquanto, no Brasil, os reservatórios hidrelétricos do SIN integram uma lógica de operação coordenada em escala sistêmica, na qual o armazenamento e o deplecionamento são fundamentais para a segurança eletroenergética. Além disso, a compatibilização entre geração de energia e usos múltiplos no Brasil ocorre por meio de um arranjo institucional próprio (envolvendo ONS, ANA, ANEEL, órgãos ambientais, comitês de bacia, agentes de geração e demais usuários).

Austrália – Murray-Darling Basin Authority (MDBA).

O modelo australiano da *Murray-Darling Basin Authority* (MDBA) representa uma das abordagens mais estruturadas de governança integrada de recursos hídricos em bacias

intergovernamental com mandato vinculante sobre as jurisdições de New South Wales, Victoria, Queensland, South Australia e Australian Capital Territory (AUSTRALIA, 2007). A MDBA é governada por um conselho de membros independentes nomeados pelo Governo Federal com consulta aos estados, e opera sob supervisão do *Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water* (DCCEEW). A governança ocorre por meio de decisões coordenadas entre os estados, com possibilidade de arbitragem federal em caso de impasse, o que assegura maior estabilidade institucional, ainda que a efetividade desse arranjo dependa da capacidade de coordenação política entre os entes envolvidos.

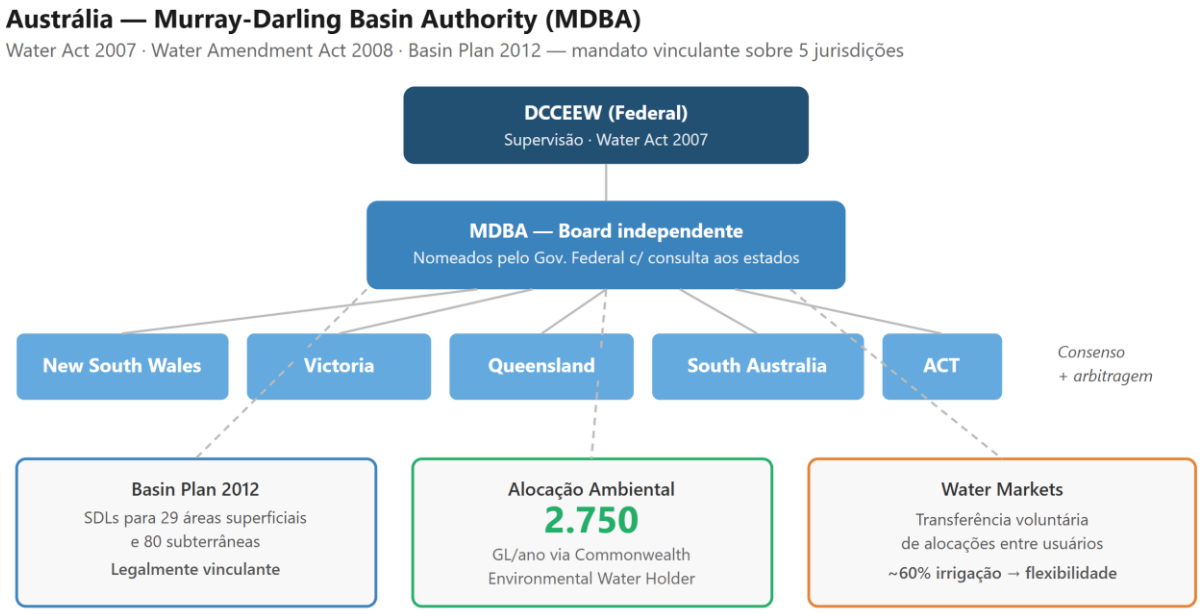


Figura 3. Modelo Australiano de Governança Integrada.

Após um período prolongado de escassez hídrica (*Millennium Drought* entre 1997 e 2009), foi instituído um arcabouço legal federal que conferiu à autoridade da bacia mandato vinculante sobre diferentes estados, estabelecendo regras comuns para alocação e uso da água. O principal instrumento operativo é o plano da bacia (*Basin Plan* 2012), assinado pelos 5 estados da bacia, que define limites sustentáveis (*Sustainable Diversion Limits – SDLs*) de captação para águas superficiais e subterrâneas, com implementação obrigatória e mecanismos de monitoramento contínuo (MDBA, 2026). Parte relevante da água foi reservada para fins ambientais, sob gestão de uma entidade pública específica, o que introduz uma dimensão explícita de proteção ecológica na lógica de alocação.

O modelo da Murray-Darling Basin não utiliza fases de seca com gatilhos numéricos fixos como a Espanha (Ie) ou a França (arrêtés). Em vez disso, opera por três camadas complementares. A primeira é um sistema de classes de segurança das outorgas (water entitlements): as licenças de Alta Segurança (high security) recebem alocação de 100% na maioria dos anos, com reduções apenas em secas extremas; as de Segurança Geral (general security) recebem alocações proporcionais às condições hidrológicas e podem chegar a 0% em anos secos; e as de Baixa Segurança (low security) raramente recebem alocação integral. A avaliação de recursos é feita quinzenal ou mensalmente com base em afluências observadas, armazenamento em reservatórios e previsões hidrológicas — sem gatilho fixo, mas por cálculo contínuo de disponibilidade.

A segunda camada é um sistema de 3 Tiers para o Rio Murray: o Tier 1 são as regras normais de compartilhamento entre estados (cobrindo de condições úmidas a secas); o Tier 2 é acionado quando as necessidades hídricas críticas para consumo humano (CHWN — Critical Human Water Needs, estimadas em 204 GL/ano apenas para a South Australia) podem ser atendidas, mas é preciso alterar regras de compartilhamento para garantir água de transporte (conveyance water) e reserva; o Tier 3 é acionado apenas em "circunstâncias extremas e sem precedentes", exigindo resposta emergencial acordada pelo Conselho Ministerial da Bacia. A terceira camada são os water markets, que permitem transferência voluntária de alocações entre usuários, funcionando como mecanismo de flexibilidade durante escassez sem necessidade de intervenção regulatória discricionária — durante a Millennium Drought, foi esse mecanismo que permitiu realocar água da irrigação para abastecimento urbano de Adelaide e Melbourne sem imposição governamental.

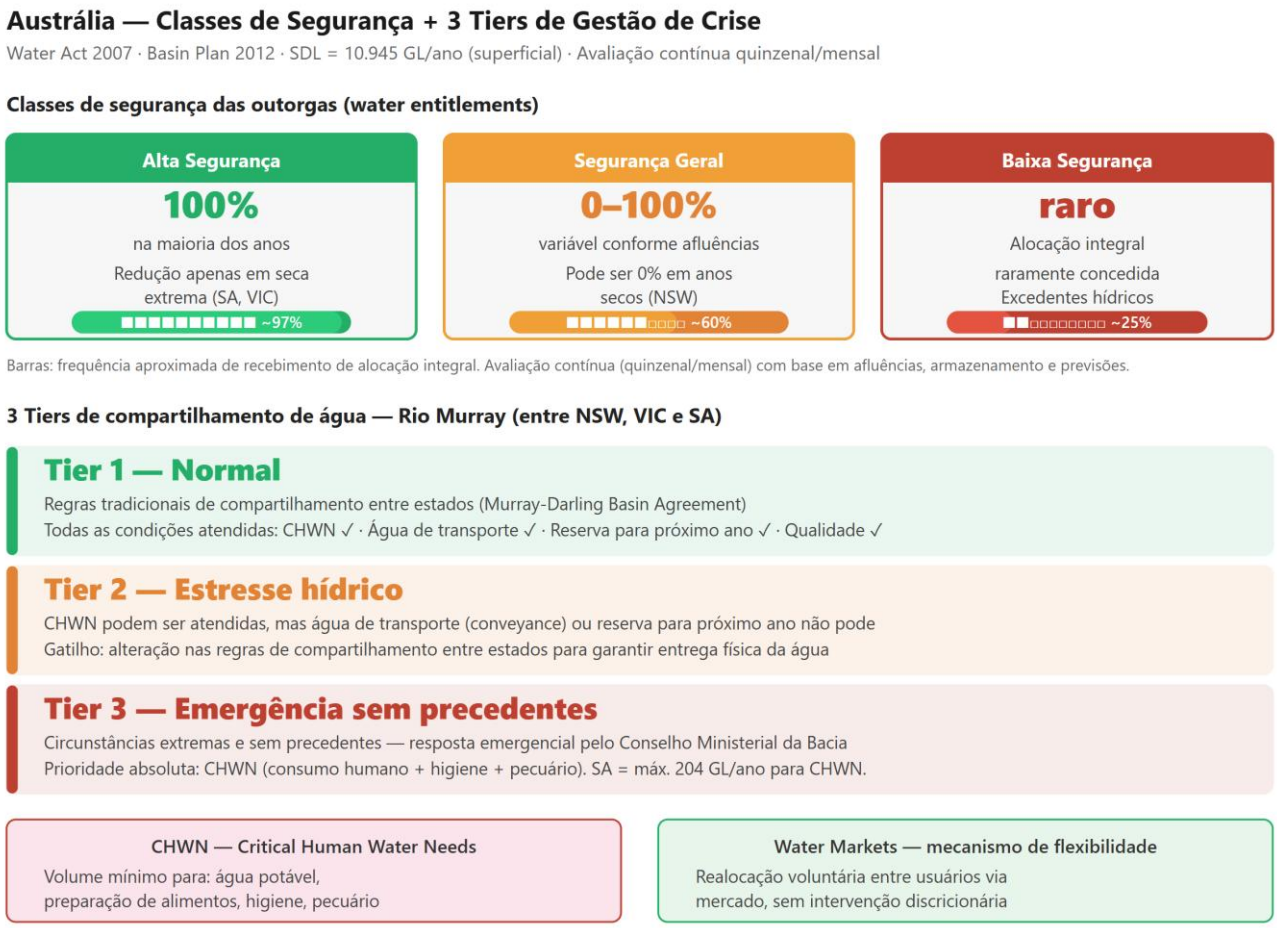


Figura 4. Classes de Segurança de Outorgas e Tiers de Gestão de Crise – Modelo Australiano.

A experiência indica que a definição prévia de regras de compartilhamento de escassez, combinada com instrumentos econômicos e governança federativa estruturada, contribui para reduzir conflitos e aumentar a previsibilidade. Ainda assim, a replicabilidade desse modelo em outros contextos depende de fatores institucionais e jurídicos específicos, sendo possível que existam limitações na sua aplicação integral em sistemas com menor tradição de mercados de água ou com estruturas federativas distintas.

b) Espanha – Confederaciones Hidrográficas e Planes de Sequía.

No contexto das experiências internacionais, o modelo espanhol de gestão por bacias hidrográficas, estruturado a partir das *Confederaciones Hidrográficas*, vinculados ao *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico* (MITECO), com personalidade jurídica própria e composição que inclui representantes do Estado, comunidades autônomas, usuários (irrigantes, abastecimento, hidrelétricas) e organizações ambientais. Destaca-se pela institucionalização de

mecanismos formais para gestão de escassez hídrica em regime permanente e elaboram planos específicos para atuação em situações de seca, que estabelecem indicadores quantitativos, gatilhos progressivos e medidas diferenciadas conforme o nível de criticidade – os *Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía* (PES), conforme art. 27.1 da *Ley* 10/2001 (*Plan Hidrológico Nacional*).

Esses instrumentos permitem antecipar a transição entre regimes hidrológicos com gatilhos por fases de gravidade progressiva (normalidade, pré-alerta, alerta, emergência) e definir previamente as restrições aplicáveis a diferentes usos, com participação pública obrigatória e monitoramento contínuo em escala nacional. A existência de instâncias colegiadas por sistema hidráulico (as *Juntas de Explotación*), responsáveis pela negociação entre usuários, confere maior legitimidade e previsibilidade às decisões, ainda que sua efetividade dependa da capacidade de coordenação entre os diferentes interesses representados (MITECO, 2026).

O sistema espanhol de gestão de secas opera por meio de um Índice de Estado (Ie) calculado mensalmente para cada Unidade Territorial de Seca, normalizando variáveis como volume de reservatórios, afluências acumuladas, precipitação e piezometria pela série histórica mensal (método min-max) e ponderando-as conforme pesos definidos por cada Confederación Hidrográfica — na bacia do Segura, por exemplo, o Sistema Principal usa 50% reservatórios e 50% afluências. A transição entre fases é automática quando o Ie cruza o limiar por dois meses consecutivos, dispensando decisão discricionária — característica que distingue o PES dos modelos brasileiros (CMSE/CREG).

Espanha — Índice de Estado (Ie): Gatilhos Quantitativos do PES

Orden TEC/1399/2018 · Cada Confederación calcula Ie por Unidade Territorial de Seca (UTS) com variáveis ponderadas localmente

Cálculo do Índice de Estado (Ie)

$$Ie = \Sigma\ (w_i \times V_i_normalizado) \text{ onde } V_i_norm = (V_i - V_i_min) / (V_i_max - V_i_min)$$

Normalização min-max mensal (série histórica) → escala 0 a 1 → ponderação por variável → índice único por UTS

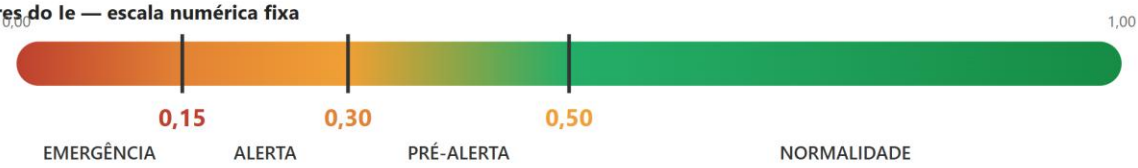
Ie = 1,0 → abundância máxima histórica · Ie = 0,0 → mínimo histórico registrado

Variáveis de entrada (pesos definidos por bacia)

Reservatórios (embalses)	Afluências (aportaciones)	Precipitação (precipitación)	Piezometria (piezometría)
Volume armazenado no 1º dia de cada mês	Vazões acumuladas interanuais à bacia	Acumulada por período na UTS	Nível de aquíferos vs. série histórica

Exemplo — Bacia do Segura (Sistema Principal): 50% reservatórios + 50% afluências acumuladas

Limiares do Ie — escala numérica fixa



Fases, gatilhos e medidas

Ie > 0,50	Normalidade	Monitoramento de rotina · sem restrições · planejamento preventivo
0,30 < Ie ≤ 0,50	Pré-alerta	Monitoramento intensificado · campanhas de economia · medidas voluntárias
0,15 < Ie ≤ 0,30	Alerta	Restrições a irrigação não prioritária · mobilização de fontes alternativas
Ie ≤ 0,15	Emergência	Suspensão irrigação · apenas abastecimento humano + pecuário · medidas extraordinárias

Limiares 0,50 / 0,30 / 0,15 são referências nacionais — Confederaciones podem ajustar localmente conforme Orden TEC/1399/2018

Monitoramento mensal pelo MITECO · informes mensais de situación hidrológica publicados por cada Confederación

Figura 5. Modelo Espanhol de Gestão de Bacias Hidrográficas – Gatilhos Quantitativos.



Figura 6. Modelo Espanhol de Gestão de Bacias Hidrográficas – Níveis de Criticidade e Cortes.

Como aprendizado para gestão de usos múltiplos, o modelo apresenta elevada capacidade de organizar a repartição da escassez por meio de regras pré-definidas, priorizando progressivamente os usos essenciais à medida que a severidade aumenta. Essa abordagem contribui para reduzir conflitos e insegurança jurídica em cenários críticos, ao tornar explícitos os critérios de priorização e os mecanismos de transição entre fases.

A experiência da bacia do Segura durante a seca de 2022–2023 evidenciou a eficácia dos PES em reduzir conflitos entre irrigação e abastecimento. Mas também suas limitações para incorporar demandas ambientais em contexto de estresse hídrico extremo, aspecto cuja avaliação depende de condições específicas de cada bacia. Ainda assim, o modelo oferece referência relevante ao evidenciar a importância de planos estruturados, instâncias permanentes de coordenação e critérios objetivos para gestão de crises, elementos diretamente alinhados às necessidades identificadas para o aprimoramento da governança no contexto brasileiro.

c) França – Gestão por Arrêtés Préfectoraux e Coordenação EDF

O caso francês se destaca pela combinação entre regras administrativas pré-definidas (*arrêtés préfectoraux*) emitidos pelos representantes do Estado nos departamentos (*Préfets de Département*) em articulação com a Agência da Água (*Agences de l'Eau*) e diretorias regionais do Meio Ambiente

(*Directions Régionales de l'Environnement* – DREAL), monitoramento contínuo e ampla transparência pública sobre restrições de uso da água.

O sistema opera com quatro níveis progressivos de severidade – vigilância, alerta, alerta máximo, crise -, associados a indicadores quantitativos e a medidas graduais de restrição que atuam como gatilhos automáticos de restrição conferindo previsibilidade à transição entre situações normais e críticas (FRANCE, 2026). A plataforma pública *VigiEau,* mantida pelo *Ministère de la Transition Écologique*, amplia essa capacidade ao consolidar, em escala nacional e tempo real, as restrições vigentes e permitir consulta direta por qualquer usuário, fortalecendo a transparência e a inteligibilidade das decisões públicas.

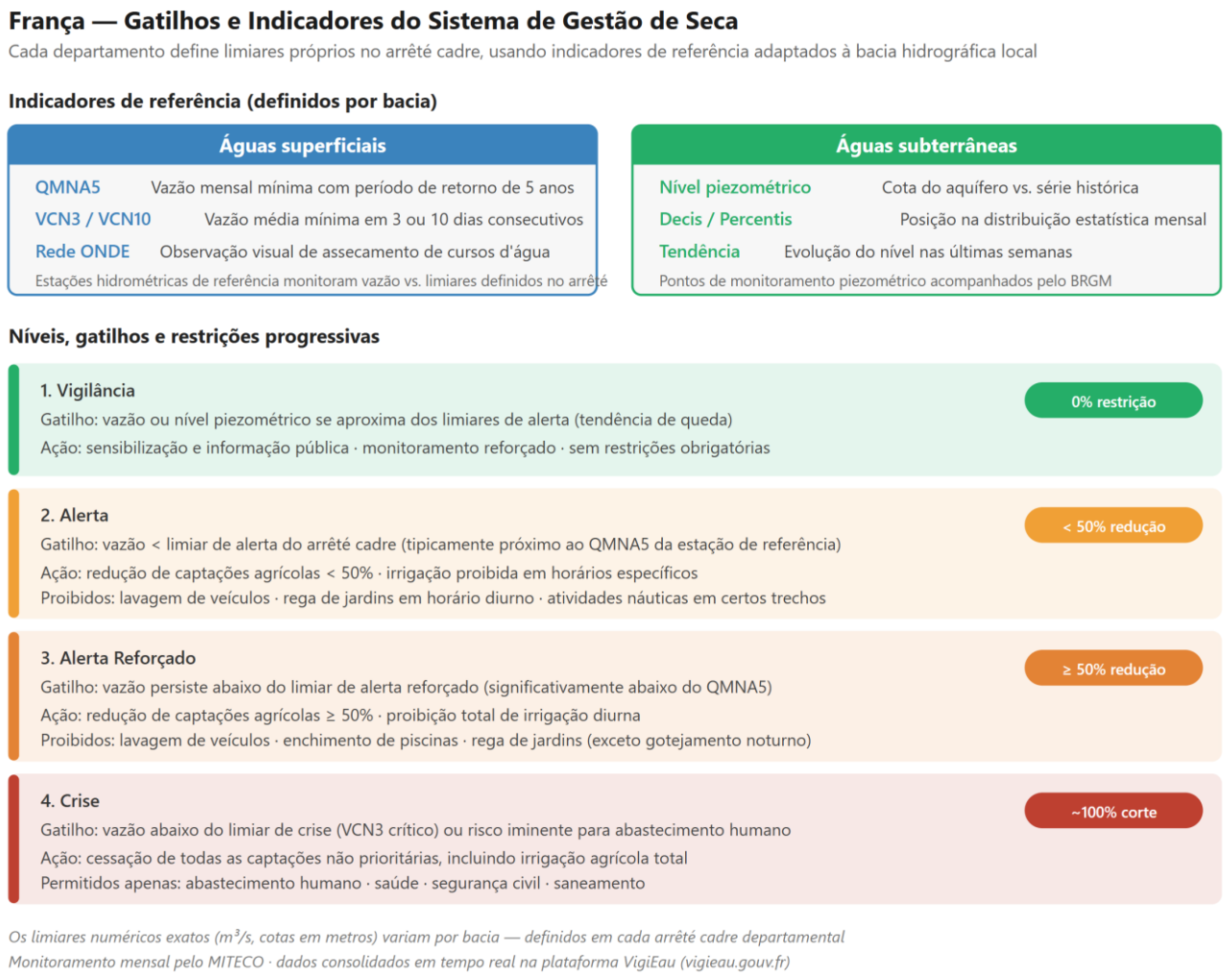


Figura 7. Modelo Francês – Níveis Progressivos de Severidade e Restrições ao Uso.

O sistema francês de gestão de secas utiliza indicadores hidrológicos descentralizados, definidos localmente por cada departamento: para águas superficiais, emprega-se o QMNA5 (vazão

mensal mínima com período de retorno de 5 anos), o VCN3/VCN10 (vazão média mínima em 3 ou 10 dias consecutivos) e observações visuais pela rede ONDE; para águas subterrâneas, monitoram-se cotas piezométricas comparadas a decis e percentis da série histórica do BRGM. Diferentemente do modelo espanhol, não há índice composto nacional nem limiares numéricos padronizados — cada departamento calibra seus gatilhos conforme a hidrologia local.

A experiência francesa é particularmente relevante porque estrutura a resposta à escassez com critérios prévios e escalonados. Em termos práticos, esse desenho favorece a comunicação com os usuários e a segurança jurídica, além de criar um ambiente mais propício para a coordenação entre abastecimento, irrigação, usos recreativos e atividades econômicas. Há, contudo, uma nuance importante, embora o sistema seja frequentemente descrito como orientado por uma hierarquia legal de usos, o que se observa é uma priorização operacional progressiva, sobretudo em favor do abastecimento humano, da saúde pública e da segurança, mais do que uma hierarquia única e exaustiva aplicável de modo homogêneo a todos os contextos territoriais. Esse ponto deve ser tratado com cautela, pois a forma exata de aplicação pode variar entre departamentos e atos locais (FRANCE, 2026).

Portanto, toma-se como principal contribuição do modelo francês reside menos na replicação institucional de seus órgãos e mais na lógica de governança que articula gatilhos quantitativos, publicidade ativa e protocolos territoriais de restrição. Trata-se de referência direta para o aprimoramento da comunicação em situações excepcionais no SIN, especialmente no que se refere à criação de mecanismos de informação acessíveis a usuários não especializados e à definição prévia de medidas graduais por nível de criticidade.

d) Noruega e Nórdicos – NordPool.

O NordPool, fundado em 1993 como Statnett Marked, coordena geração hidráulica via sinais de preço em mercado integrado nórdico (Noruega, Suécia, Dinamarca, Finlândia). A NVE (Norges vassdrags- og energidirektorat – Diretoria de Recursos Hídricos e Energia), vinculada ao Ministério do Petróleo e Energia, supervisiona licenças hidrelétricas e o equilíbrio entre geração e conservação, detendo competência simultânea sobre regulação hídrica e energética sob autoridade ministerial unificada (NVE, 2026). A Statnett, operadora do sistema de transmissão (TSO), atua como braço operacional, responsável pela avaliação contínua da segurança de suprimento e pela ativação de medidas emergenciais (Statnett, 2022a).Cada aproveitamento hidrelétrico opera sob concessão individual que estabelece o manøvreringsreglement (regulamento de manobra), fixando dois limites físicos obrigatórios: o HRV (høyeste regulerte vannstand — nível máximo regulado) e o LRV (laveste

regulerte vannstand — nível mínimo regulado), além de vazões mínimas obrigatórias, volumes de descarga sazonais e restrições de deplecionamento (Energifakta Norge, 2026; Thommessen, 2025). Esse instrumento é funcionalmente análogo às regras de operação por reservatório do ONS e aos COPHI. O NVE realiza monitoramento semanal (magasinstatistikk) dos 490 maiores reservatórios, cobrindo 96% da capacidade total de armazenamento de 87 TWh — equivalente a metade de toda a capacidade de armazenamento hidrelétrico europeia (Energifakta Norge, 2026).

A coordenação da operação ocorre por meio de sinais econômicos em mercado regional, ao mesmo tempo em que a autoridade reguladora norueguesa exerce papel central no licenciamento e na definição de condicionantes operativas dos aproveitamentos hidrelétricos. Esse arranjo institucional, concentrado sob um mesmo ministério, tende a favorecer maior coerência entre planejamento, operação e regulação, reduzindo conflitos entre objetivos setoriais.

A literatura e os documentos analisados indicam que a operação dos reservatórios é fortemente baseada em previsões hidrometeorológicas e na otimização do uso de água armazenada, característica típica de sistemas com elevada participação de geração hidráulica de regularização, embora a extensão dessa integração possa variar conforme o subsistema e o horizonte temporal considerado.

Um elemento distintivo do modelo é a incorporação de condicionantes ambientais vinculantes (Water Framework Directive da UE — Diretiva 2000/60/CE), especialmente aquelas associadas a vazões ecológicas e à proteção de ecossistemas aquáticos, muitas vezes formalizadas nos regulamentos de operação dos reservatórios. Além disso, a diretriz europeia de recursos hídricos estabelece objetivos de qualidade ambiental que influenciam diretamente a operação, impondo limites que não são flexibilizados em função de sinais de preço de curto prazo. Essa combinação evidencia que mecanismos de mercado podem coexistir com restrições ambientais rígidas, desde que estas sejam internalizadas como condicionantes estruturais da operação.

Para situações de escassez hídrica, a Statnett aplica uma escala de cinco estados progressivos do sistema elétrico: (1) normal, (2) pressionado (presset), (3) tenso (anstrengt), (4) muito tenso (svært anstrengt) e (5) racionamento (IEA, 2022; Euronews, 2022). Diferentemente dos modelos espanhol e norte-americano, que utilizam limiares fixos de índices hidrológicos ou cotas de reservatório, o modelo norueguês emprega gatilhos probabilísticos: a transição entre estados resulta de modelagem estocástica que combina enchimento atual, cenários históricos de afluência, temperatura esperada, consumo projetado e capacidade de importação pelas interconexões (IEA, 2022).



Figura 8. Modelo Norueguês – Níveis Progressivos de Severidade e Restrições ao Uso

Em cada nível intermediário, a Statnett pode acionar medidas SAKS (Sikre Adekvat Kraftsystem), que incluem, em ordem crescente de severidade: acompanhamento intensificado dos produtores para retenção de água, campanhas de redução voluntária de consumo, ativação de geração térmica de backup, contratos de redução de carga industrial e, em último caso, restrição da capacidade de interconexão para limitar exportações (Statnett, 2022b; Energifakta Norge, 2026).

A crise de 2022, período de 12 meses mais seco em 26 anos no sul da Noruega, colocou o sistema à prova: os reservatórios do sudoeste (NO2) caíram a 46% de enchimento, o menor patamar em 20 anos, contra uma mediana histórica de 68% (Euronews, 2022). A resposta governamental resultou em nova legislação (2023) que formalizou três pilares: obrigação legal dos produtores de contribuir para a segurança de suprimento mediante retenção de água, autoridade do NVE para intervir diretamente na gestão de reservatórios em situações de risco real de escassez, e possibilidade de restrição da capacidade de interconexão para limitar exportações, com base em exceção à regra de livre comércio do Espaço Econômico Europeu (Governo da Noruega, 2023; Watt-Logic, 2023).

Ainda assim, a generalização desse modelo requer cautela, pois sua efetividade depende de um contexto institucional específico, marcado por alta capacidade regulatória, integração regional consolidada e menor fragmentação de competências, fatores que não se reproduzem integralmente em outros países, inclusive no Brasil. Cabe ressaltar que a abordagem probabilística norueguesa oferece contraponto relevante à lógica determinística dos COPHI: o modelo norueguês demonstra a viabilidade de vincular a intensidade das medidas à probabilidade modelada de escassez, o que permite maior adaptabilidade às condições sazonais e hidrológicas específicas de cada momento.

8.2..1. SÍNTESE COMPARATIVA

O Quadro 6 sintetiza as experiências internacionais levantadas, com indicação de aplicabilidade ao contexto brasileiro e articulação com a CP11.

Quadro 6. Síntese comparativa das experiências internacionais.

PAÍS	INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICA-CHAVE	APLICABILIDADE	REF. CP11
EUA (USACE/USBR)	Manuais de operação de reservatórios; regras graduais de escassez	Definição prévia de regras operativas e alocação de escassez com base em níveis de armazenamento	Alta	Sistemas de alerta; planos de contingência
Austrália (MDBA)	Plano de bacia; limites sustentáveis de captação; mercado de água; gestão de água ambiental	Governança federativa com regras vinculantes e uso de instrumentos econômicos para alocação	Média-Alta	Governança integrada; resolução de conflitos
Espanha	Planos de gestão de seca	Definição de fases de crise com gatilhos objetivos, medidas	Alta	Planos de contingência intersetoriais;

PAÍS	INSTRUMENTO	CARACTERÍSTICA-CHAVE	APLICABILIDADE	REF. CP11
		graduais e participação dos usuários		gestão por fases
França	Atos administrativos de restrição; níveis progressivos; plataforma pública de informação	Aplicação de restrições graduais com base em indicadores e ampla transparência pública	Média	Comunicação e transparência
Noruega/Nórdicos	Mercado integrado de energia; regulação unificada de água e energia	Integração entre operação hidráulica, mercado e restrições ambientais obrigatórias	Média-Baixa	Sinais econômicos e coordenação operacional

9. AVALIAÇÃO DE FERRAMENTAS DE COMUNICAÇÃO E DIVULGAÇÃO

A necessidade de aprimoramento na comunicação foi identificada na Seção 4 como um elemento de melhoria da governança, com ocorrência em todos os estudos de caso analisados. A fragilidade na comunicação é tipicamente caracterizada por divulgação tardia, linguagem pouco acessível e fragmentação entre múltiplas plataformas institucionais. Apesar da ampla disponibilidade de dados por diferentes órgãos, persistem lacunas de interoperabilidade, integração e usabilidade, o que limita a capacidade de antecipação dos usuários e contribui para conflitos evitáveis. As contribuições das entrevistas e do workshop reforçam a necessidade de consolidação dessas informações em uma plataforma pública integrada, com dados consistentes, atualizados e acessíveis, alinhada a iniciativas internacionais, e articulada a processos institucionais de validação e governança de dados, de modo a fortalecer a transparência, a rastreabilidade e a efetividade das decisões operativas. A presente seção sistematiza o diagnóstico das ferramentas existentes, identifica as plataformas de dados disponíveis e mapeia as lacunas.

9.1. DIAGNÓSTICO DAS FERRAMENTAS EXISTENTES NO CONTEXTO NACIONAL

a) **Salas de Crise/Acompanhamento da ANA:** Normalizadas por resolução (ANA, 2022), as salas de crise e acompanhamento constituem o principal mecanismo de articulação multiusuária em situações críticas, reunindo atores institucionais e permitindo alinhamento técnico-operacional em tempo quase real. As reuniões possuem caráter público e são transmitidas pelo canal institucional da ANA, o que contribui para a transparência do processo decisório e para a publicidade das informações discutidas. Como ponto de aprimoramento, contudo, destaca-se a necessidade de fortalecer a disseminação ativa e estruturada dos encaminhamentos para diferentes perfis de usuários finais, por meio de sínteses executivas, boletins, registros padronizados de decisões, indicação de responsáveis, prazos e orientações práticas.

b) **Reuniões Públicas e Plataformas do ONS:** No âmbito do setor elétrico, o ONS dispõe de um conjunto robusto de ferramentas de transparência, incluindo seu Portal de Dados Abertos, boletins operacionais e relatórios. O portal é de acesso universal e atende pesquisadores, academia, bancos de investimento e imprensa (ONS, 2025). Adicionalmente, o ONS publica o Programa Mensal de Operação (PMO), o Boletim Diário da Operação (PDO) e o Informativo Preliminar Diário da Operação (IPDO). Tais ferramentas apresentam elevado nível de detalhamento técnico e frequência de atualização, mas são predominantemente voltadas a usuários especializados, cuja

linguagem pode ser aprimorada para ser mais bem interpretada para outros setores. Esse desalinhamento entre disponibilidade de dados e sua efetiva comunicabilidade é um dos principais fatores de limitação da governança em situações excepcionais.

c) **Portaria Interinstitucional de Alertas de Cheias Graduais (2013):** A Portaria nº 148 de 2013 articula ANA, CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais), SGB (Serviço Geológico do Brasil, antigo CPRM) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) para emissão de alertas de cheias graduais. O SGB opera o SACE (Sistema de Alerta de Eventos Críticos) em 17 bacias hidrográficas, com estações automáticas que transmitem dados de nível e pluviometria a cada hora via satélite ou GSM, alimentando boletins de monitoramento com previsões de inundação (SGB, 2025). O CEMADEN disponibiliza o Mapa Interativo (mapainterativo.cemaden.gov.br) com dados em tempo real de pluviômetros automáticos e estações hidrológicas, além de plataforma específica de Alerta-Secas para monitoramento de secas por meio de indicadores integrados (CEMADEN, 2024).

d) **PAEs – Planos de Ação de Emergência:** Documento obrigatório, em função da classe de risco e dano potencial associado de barragens, com fiscalização pela ANEEL (geração de energia), ANA (usos múltiplos) e órgãos ambientais estaduais. O PAE representa um componente relevante da comunicação em situações críticas, mas com foco em cenários de ruptura e segurança estrutural (classificados em situações: Normal, Atenção, Alerta e Emergência). O PAE delimita de forma clara os fluxos de comunicação com Defesa Civil e população potencialmente atingida em caso de ruptura, mas não há requisito regulatório para delimitação de ações em situações de risco hidrológico, ainda que alguns agentes tenham esse conceito apresentado em seus documentos e estabelecido fluxos próprios em acordo com as Defesas Civis. A ausência de integração desses instrumentos com a governança operativa dos reservatórios e com a comunicação de eventos hidrológicos amplia a fragmentação do sistema e reduz sua efetividade como ferramenta de gestão de riscos mais amplos.

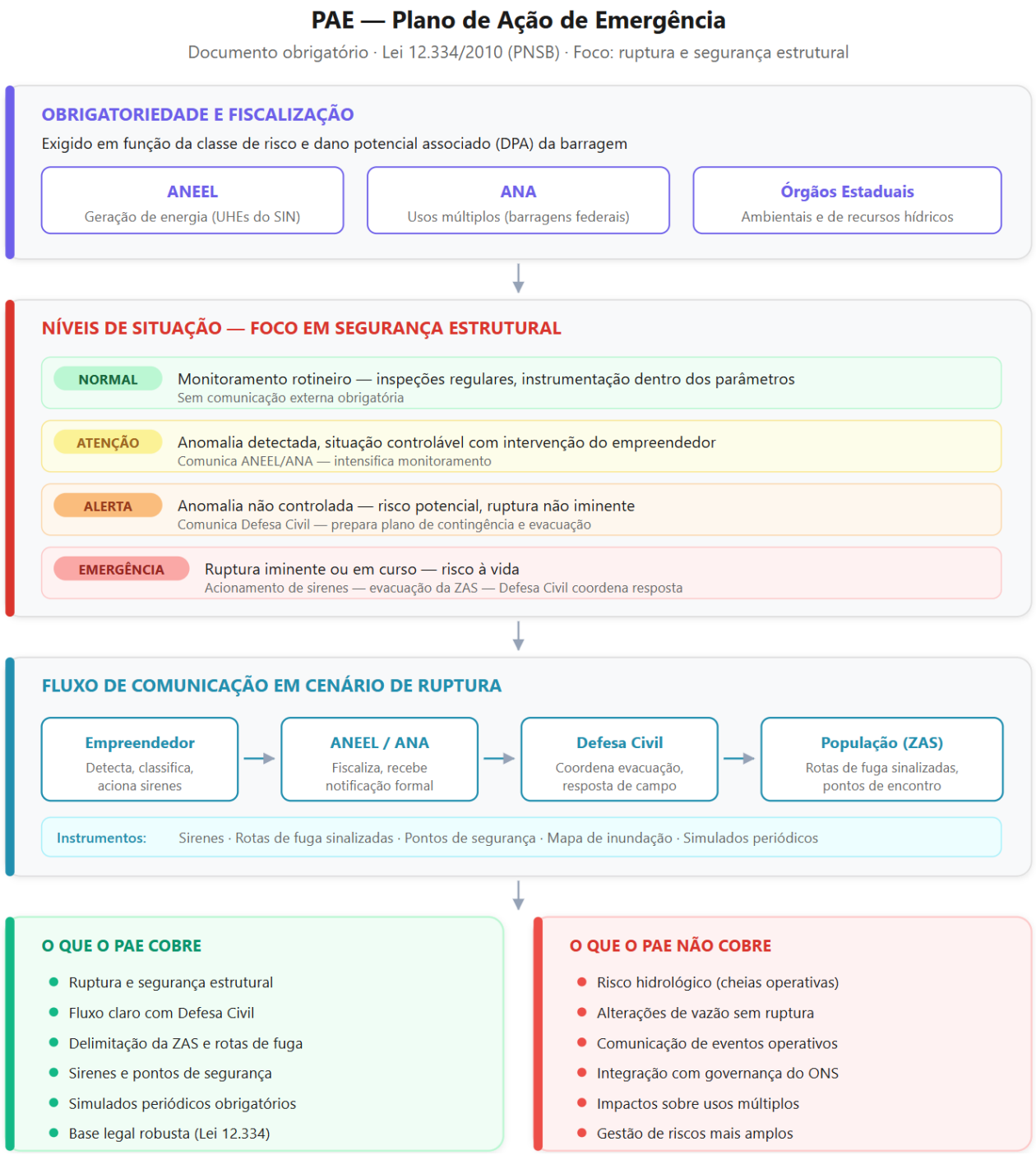


Figura 9. Plano de Ação de Emergência – PAE e fluxos de notificação.

e) **SOSEm - Sistema de Operação em Situação de Emergência:** É um plano de ação que estabelece as medidas a serem seguidas sempre que as condições dos reservatórios se desviam dos padrões normais de operação. O sistema monitora as condições hidrológicas

e meteorológicas e define critérios para emissão de boletins de alerta e avisos a prefeituras e Defesas Civis. Durante previsões de vazões acima da média, a CTG Brasil emite boletins diários de informação de vazão (BIV) às prefeituras e disponibiliza o serviço Telecheia (0800 770 2428), uma linha 24 horas para informações sobre vazões.

O SOSEm funciona em conjunto com o PAE, e a CTG Brasil realiza reuniões abertas à comunidade com presença de representantes de Prefeitura, Câmara Municipal, Defesa Civil, Bombeiros, Polícia Militar e Ambiental, onde a operação das usinas em períodos secos ou chuvosos é explicada de forma didática.

A CESP desenvolveu o canal "Diálogo Aberto" via WhatsApp (11 93032-6699), com distribuição periódica do "Boletim das Águas", que traz previsões de vazão defluente e projeções para os dias seguintes (conforme determinado pelo ONS). A campanha opera em duas frentes simultâneas: interação com Defesas Civis municipais e comunicação direta com a população. O canal funciona de segunda a sexta em horário comercial, e qualquer pessoa pode se cadastrar informando nome e município.

Como lacuna do SOSEm pode-se citar a ausência de uma graduação de níveis de cheia**.** A estrutura é binária: condições normais → condições fora do padrão. Quando há previsão de vazões acima da média, o sistema ativa a emissão de BIVs diários e o Telecheia fica disponível, mas não há — ao menos na documentação pública - uma escala do tipo Atenção → Alerta → Emergência dentro do próprio SOSEm. O sistema de alerta sem classificação graduada de severidade dificulta que o receptor (prefeitura, Defesa Civil, população) calibre sua resposta.

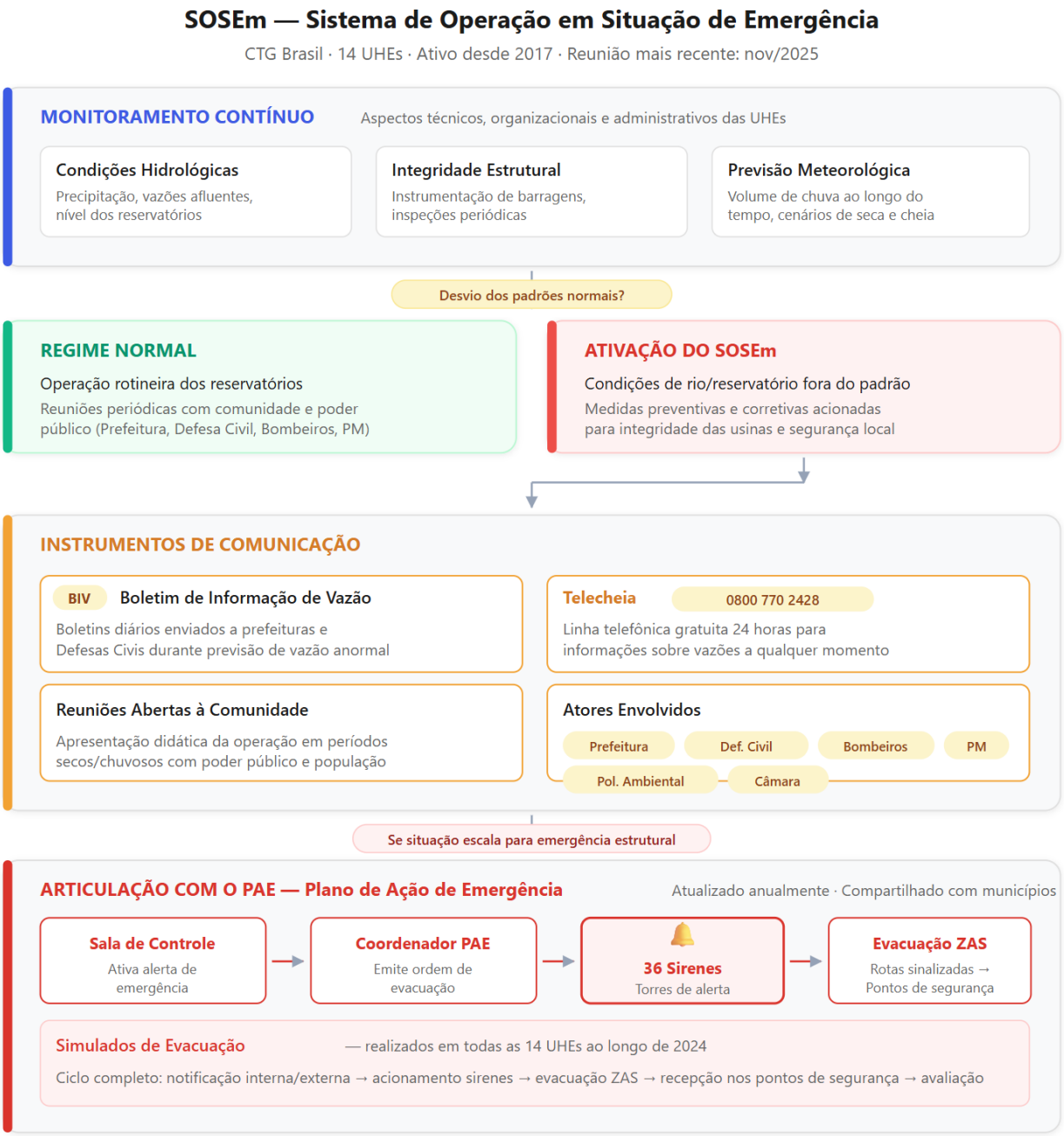


Figura 10. Sistema de Operação em Situações de Emergência – SOSEm.

f) **Alertas SMS da CHESF:** Exemplo positivo citado nas entrevistas da Meta 6 e no Workshop, os sistemas de alerta por SMS implementados por agentes de geração, demonstram maior efetividade na interface com usuários locais, especialmente quando associados a eventos operativos específicos, como alterações de vazão. Esses casos evidenciam que mecanismos simples, direcionados e locais podem gerar impactos

significativos na redução de riscos, embora sua aplicação ainda seja em abrangência regional e não sistematizada em escala nacional.



Figura 11. Ferramenta de Alerta SMS da CHESF.

10. MAPEAMENTO DAS PLATAFORMAS DE DADOS DISPONÍVEIS

Foi realizado levantamento das plataformas de dados disponíveis aos usuários das bacias hidrográficas, com avaliação de conteúdo, periodicidade, acessibilidade e interoperabilidade. O diagnóstico evidencia que o Brasil dispõe de acervo expressivo de dados hidrológicos, meteorológicos, porém fragmentado em múltiplas plataformas institucionais com baixa integração entre si e linguagem predominantemente técnica.

a) ANA – SNIRH/SAR/HidroWeb: O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), instituído pela Lei nº 9.433/1997 e gerido pela ANA (Lei nº 9.984/2000), é o principal instrumento de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos no Brasil. O portal (snirh.gov.br) integra três subsistemas principais: (i) o SAR – Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (ana.gov.br/sar), que fornece dados mensais de armazenamento de 162 reservatórios do SIN; (ii) o HidroWeb (snirh.gov.br/hidroweb), que disponibiliza séries históricas de dados fluviométricos e pluviométricos da Rede Hidrometeorológica Nacional; e (iii) o Catálogo de Metadados (metadados.snirh.gov.br), com dados georreferenciados sobre reservatórios e corpos hídricos. A ANA também mantém o portal de Dados Abertos (dadosabertos.ana.gov.br) com conjuntos de dados em formatos abertos para utilização.

b) ONS – Dados Abertos e Histórico da Operação: O Portal de Dados Abertos do ONS (dados.ons.org.br) disponibiliza conjuntos de dados sobre a operação do SIN com acesso universal: dados hidráulicos verificados por reservatório (vazão turbinada, vazão defluente, volume útil, cota) com atualização diária em três horários; EAR (Energia Armazenada) diária por reservatório e por subsistema; ENA (Energia Natural Afluente) diária por reservatório e por REE (Reservatório Equivalente de Energia); e cadastro de reservatórios. Complementarmente, o site institucional do ONS (ons.org.br) publica o Histórico da Operação com dados hidrológicos de níveis, e boletins associados ao PMO (Programa Mensal de Operação), ao IPDO (Informativo Preliminar Diário) e ao PDO (Boletim Diário da Operação).

c) ANEEL – SIGA e Dados Abertos: A ANEEL disponibiliza o SIGA – Sistema de Informações de Geração (aneel.gov.br/siga), com dados sobre capacidade instalada, tipo de geração e fase dos empreendimentos, consultáveis por sub-bacia hidrográfica. O portal de Dados Abertos da ANEEL (dadosabertos.aneel.gov.br) publica conjuntos de dados sobre geração, transmissão, distribuição e indicadores de qualidade. O SIGEL (Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico) complementa com dados georreferenciados.

d) INMET – BDMEP e Estações Automáticas: O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mantém o BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (bdmep.inmet.gov.br), com séries históricas diárias de estações convencionais em todo o Brasil, incluindo precipitação, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento. A rede de estações automáticas transmite dados horários de variáveis meteorológicas, visualizáveis no Mapa de Estações (mapas.inmet.gov.br). Os dados de estações automáticas são brutos e não passam por processo de consistência (validação), limitação relevante para uso em tomada de decisão operativa.

e) CEMADEN – Mapa Interativo e Alerta-Secas: O Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), disponibiliza o Mapa Interativo (mapainterativo.cemaden.gov.br) com dados em tempo real de pluviômetros automáticos, estações hidrológicas e radares meteorológicos, com possibilidade de download de séries históricas. A plataforma Alerta-Secas oferece diagnósticos e previsões de secas por indicadores integrados. O CEMADEN monitora municípios em áreas de risco e opera Sala de Situação 24 horas para emissão de alertas de desastres naturais.

f) SGB – SACE (Sistema de Alerta de Eventos Críticos): O Serviço Geológico do Brasil (SGB) opera Sistemas de Alerta Hidrológico (SAHs) em 17 bacias hidrográficas. O portal SACE (sgb.gov.br/sace) disponibiliza em tempo real boletins de monitoramento e alerta com previsões de níveis dos rios, dados de chuva e condições hidrológicas. As estações automáticas da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) transmitem dados de nível e pluviometria a cada hora via satélite ou GSM.

g) CPTEC/INPE – Previsão Meteorológica e Climática: O Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), vinculado ao INPE, disponibiliza previsão numérica de tempo (previsaonumerica.cptec.inpe.br), monitoramento climático (clima.cptec.inpe.br) e banco de dados meteorológicos (bancodedados.cptec.inpe.br). Oferece previsões de precipitação e temperatura, informações sobre El Niño/La Niña, precipitação por satélite e índices de radiação UV.

j) ANA – SNISB (Segurança de Barragens): O Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (snisb.gov.br), instituído pela Lei nº 12.334/2010 e gerido pela ANA, reúne cadastro de mais de 23.000 barragens para usos múltiplos, geração de energia, contenção de rejeitos industriais e de mineração. A nova versão do portal, lançada em 2022, permite consulta pública de dados sobre nível de perigo, Categoria de Risco (CRI), Dano Potencial Associado (DPA) e órgão fiscalizador.

O Quadro 6 a seguir sintetiza as plataformas identificadas, com instituição responsável, tipo de dado, periodicidade e acessibilidade.

Quadro 7. Síntese das Plataformas de Dados Disponíveis.

INSTITUIÇÃO	PLATAFORMA	TIPO DE DADO	OBSERVAÇÕES
ANA	HidroWeb / SNIRH / SAR / Catálogo de Metadados / Dados Abertos	Informações sobre recursos hídricos, armazenamento de reservatórios, séries históricas e metadados georreferenciados de reservatórios e corpos hídricos	Constitui a principal base nacional de informações sobre recursos hídricos.
ANA	SNISB	Cadastro nacional de barragens, incluindo nível de perigo, Categoria de Risco (CRI), Dano Potencial Associado (DPA) e órgão fiscalizador	Relevante para segurança de barragens e gestão de riscos. Possui finalidade distinta das bases operativas de operação hidroenergética.
ONS	Portal de Dados Abertos do ONS/ Histórico da Operação / PMO / Boletim Diário da Operação	Dados operativos do SIN, cadastro de reservatórios e informações da programação da operação	Base central para acompanhamento operativo do SIN. A linguagem é predominantemente técnica e voltada ao setor elétrico.
ANEEL	SIGA / Dados Abertos ANEEL / SIGEL	Dados sobre geração, transmissão, distribuição, indicadores de qualidade e informações georreferenciadas do setor elétrico	Relevante para caracterização de empreendimentos e infraestrutura elétrica. A integração com dados hidrológicos, operativos e ambientais depende de cruzamentos externos.

INSTITUIÇÃO	PLATAFORMA	TIPO DE DADO	OBSERVAÇÕES
INMET	BDMEP / Estações Automáticas / Mapa de Estações	Dados meteorológicos e séries históricas de estações convencionais e automáticas	As estações automáticas disponibilizam dados brutos, sem processo prévio de consistência, o que representa limitação relevante para uso direto em decisões operativas.
CEMADEN	Mapa Interativo / Alerta-Secas / Sala de Situação	Dados em tempo real de pluviômetros, radares, diagnósticos e previsões de secas, alertas de desastres naturais	Plataforma relevante para eventos extremos e alertas de risco. A integração direta com regras operativas de reservatórios e decisões do setor elétrico ainda não é plenamente estruturada.
SGB	SACE / Sistemas de Alerta Hidrológico (SAHs)	Boletins de monitoramento e alerta, previsões de níveis dos rios, dados de chuva e condições hidrológicas em bacias monitoradas	Opera sistemas de alerta em 17 bacias hidrográficas. É fonte relevante para cheias e eventos críticos, mas sua integração com outras bases institucionais depende de arranjos específicos.
CPTEC/INPE	Previsão Numérica de Tempo / Monitoramento Climático / Banco de Dados Meteorológicos	Previsões do tempo e clima, e dados meteorológicos	Fonte relevante para previsão meteorológica e climática. Sua utilidade operacional depende da integração com modelos hidrológicos, sistemas de alerta e processos decisórios de reservatórios.

11. DESENVOLVIMENTO DE INSTRUMENTOS OU ESTRATÉGIAS PARA APRIMORAMENTO DO ATENDIMENTO A USOS MÚLTIPLOS DURANTE SITUAÇÕES EXCEPCIONAIS

Este tópico tem o objetivo de apresentar propostas de aperfeiçoamentos para o enfrentamento de situações excepcionais, sendo essas propostas resultado de um trabalho de entendimento e consolidação das empresas do Consórcio a respeito de diversas discussões, entrevistas e workshops que ocorreram ao longo do desenvolvimento desta Ação CP 11 do PRR, com a participação de representantes de diversas instituições.

Trata-se, portanto, de propostas que têm o importante papel de levantar ações recomendadas com o objetivo de fortalecer a governança da gestão integrada dos reservatórios que integram o SIN. Contudo, tais propostas ainda deverão, em etapa futura, ser devidamente internalizadas pelas instituições envolvidas, podendo surgir novas questões e entendimentos, que não foram pesadas ou devidamente amadurecidas no desenvolvimento deste trabalho, que impliquem a necessidade de ajustes ou até mesmo o não encaminhamento de determinadas ações.

Recomenda-se, nesse sentido, a criação de um comitê com todas as instituições impactadas pelas propostas apresentadas nesse relatório para avaliar as proposições e deliberar a respeito dos encaminhamentos futuros.

Com base na análise crítica dos estudos de caso (Seção 4.3), na síntese comparativa dos pontos de melhoria (Seção 4.4), nos subsídios coletados no workshop (Seção 6), nas entrevistas realizadas com representantes dos principais órgãos da governança hídrica (ANA) e hidroenergética (ONS, MME e EPE) e na pesquisa documental complementar, esta seção desenvolve e apresenta os instrumentos e estratégias propostos para o aprimoramento do atendimento a usos múltiplos durante situações excepcionais.

A finalidade dos instrumentos propostos nesta seção é oferecer uma arquitetura de governança capaz de qualificar a tomada de decisão, reduzir incertezas, organizar fluxos de informação, explicitar responsabilidades, antecipar alternativas e fortalecer a rastreabilidade das decisões. Assim, os gatilhos, matrizes, planos e protocolos aqui propostos devem ser compreendidos como mecanismos de suporte e coordenação, preservando-se a decisão final pelas autoridades competentes conforme a natureza do uso, do risco e do instrumento jurídico aplicável.

11.1. PROGRAMA DA OPERAÇÃO EM SITUAÇÃO DE CHEIAS

O Programa da Operação em Situação de Cheias é proposto a ser instituído como instrumento para fins de programação e operação específico para antecipação, classificação, acionamento e coordenação de respostas a eventos de cheia em empreendimentos do SIN, com ou sem capacidade de regularização de vazões.

Embora existam procedimentos consolidados para controle de cheias em reservatórios com capacidade de regularização, especialmente no âmbito do Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC), nem todas as bacias contam com reservatórios capazes de amortecer cheias. Em bacias com baixa ou inexistente capacidade de regularização, a governança de cheias depende menos de manobras de armazenamento e mais de previsão, alerta, classificação de risco, comunicação tempestiva e coordenação territorial.

O Programa da Operação em Situação de Cheias diferencia-se dos Planos de Contingência por bacia devido à aplicação na escala do empreendimento, o gerador atua como agente de monitoramento, detecção, classificação local e notificação, especialmente quando houver cheia natural e consequente possibilidade de alteração relevante de nível/vazão, perda de acesso, perda de comunicação, indisponibilidade de monitoramento ou qualquer condição que possa evoluir para risco a jusante.

Experiências nacionais de operadores privados já apontam caminhos para a estruturação desse tipo de instrumento em escala de empreendimento. O Sistema de Operação em Situação de Emergência (SOSEm), adotado pela CTG Brasil (CTG Brasil, 2026), é apresentado como um plano de ação voltado a orientar medidas quando as condições dos rios e reservatórios se afastam dos padrões normais de operação, estabelecendo também critérios para emissão de boletins de alerta e avisos às prefeituras e Defesas Civis. A experiência é relevante por não substituir o PAE ou o PAPC, e evidenciar uma camada operacional intermediária, centrada no empreendimento, que articula monitoramento hidrológico, comunicação preventiva e coordenação com prefeituras e defesas civis. Segundo a própria CTG Brasil, o SOSEm trata de aspectos técnicos, organizacionais e administrativos das hidrelétricas, com o objetivo de garantir a segurança operacional dos reservatórios durante períodos de secas e cheias, em parceria com prefeituras e defesas civis municipais.

Adicionalmente, registra-se a existência de iniciativas setoriais recentes voltadas ao aprimoramento da comunicação em situações hidrológicas críticas, como o Manual de Boas Práticas de Comunicação divulgado pela ABRAGE em maio de 2026 (ABRAGE, 2026). Ainda que seu caráter

seja orientativo e não normativo, o manual representa avanço relevante ao sistematizar diretrizes de comunicação entre agentes de geração, prefeituras, Defesas Civis e comunidades potencialmente afetadas, reforçando a importância de mensagens tempestivas, linguagem acessível e canais previamente definidos.

Neste sentido, o Programa da Operação em Situação de Cheias vem como complemento a essas iniciativas. Enquanto manuais setoriais de boas práticas contribuem para a disseminação de referências operacionais e comunicacionais entre os agentes, o Programa de Operação em Situação de Cheias busca conferir maior padronização para essas informações operativas, estabelecendo sugestões de níveis de acionamento, gatilhos e responsabilidades, sem prejuízo às atualmente estabelecidas, além de fluxos de articulação entre os atores envolvidos, incluindo a Defesa Civil.

Como uma proposta inicial, sugere-se a incorporação de classificação situacional específica, com níveis graduais de cheia associados a gatilhos derivados de vazões defluentes previstas, cotas do reservatório, notificações e fluxos de acionamento, contemplando situações de resposta[2]:

1) **Nível 1**: Corresponde à condição de normalidade operacional com intensificação do acompanhamento das condições hidrológicas e meteorológicas (aumento em consultas às previsões e dados observados em pontos de controle, entre outras ações). Deve ser acionado quando previsões hidrometeorológicas indicarem precipitação significativa na bacia, elevação gradual de níveis fluviométricos ou tendência de saturação do solo, sem expectativa imediata de transbordamento ou impacto relevante. Nesse nível, a ação principal é intensificar o acompanhamento.
2) **Nível 2**: Situação em que indicadores hidrológicos ou meteorológicos apontarem alta probabilidade de evento de cheia, com elevação de vazões ou níveis próximos a limiares de referência previamente definidos. Esse nível deve acionar mobilização e comunicação preventiva os atores envolvidos, incluindo a Defesa Civil.
3) **Nível 3**: Acionado quando a cheia prevista em horizonte adequado de tomada de ação e/ou observada atingir patamar com potencial de inundação em áreas sensíveis, restrição de acessos, atingimento de infraestrutura ou comunidades ribeirinhas. Nesse nível, devem ser emitidos alertas formais, boletins de situação e recomendações operacionais. A Defesa Civil deve avaliar medidas preventivas de evacuação ou interdição de áreas de risco. Os

[2] A denominação e os indicadores dos níveis de cheia proposta nesta Meta 6, assim como as ações propostas, tem caráter preliminar e deverão ser compatibilizadas com eventual atualização dos Submódulos 2.4 e 2.5 dos Procedimentos de Rede do ONS, evitando conflito terminológico com o PAE/PNSB e assegurando coerência entre os instrumentos de operação hidráulica, gestão de cheias e segurança de barragens.

operadores de reservatórios, quando existentes, devem executar regras de controle de cheias já estabelecidas.

4) **Nível 4**: Nível correspondente à inundação severa em curso, superação de limiares críticos de nível e vazão. Nesse nível, há elevado risco à vida, interrupção de serviços essenciais, e devem ser acionados os planos de contingência de defesa civil, os protocolos de comunicação em massa, as salas de situação, os fluxos de resposta interinstitucional e, quando aplicável, os procedimentos de respaldo jurídico para medidas excepcionais.

Quadro 8. Glossário específico do Programa da Operação em Situação de Cheias.

TERMO	DEFINIÇÃO PROPOSTA
Programa da Operação em Situação de Cheias	Instrumento para fins de programação e operação, em escala de empreendimento, voltado à antecipação, classificação, comunicação e coordenação de respostas a eventos de cheia.
Nível 1	Condição de acompanhamento reforçado de variáveis meteorológicas, hidrológicas e operativas, sem acionamento de resposta extraordinária.
Nível 2	Fase de mobilização preventiva diante de alta probabilidade de cheia relevante, com verificação de prontidão e comunicação preliminar aos atores competentes.
Nível 3	Fase em que há cheia observada ou prevista com potencial concreto de impacto, exigindo notificação formal, coordenação interinstitucional e adoção de medidas preventivas ou operativas.
Nível 4	Fase de inundação iminente ou em curso, com risco elevado à vida, serviços essenciais ou infraestrutura, exigindo atuação emergencial dos órgãos competentes.

A definição dos gatilhos deve observar a natureza de cada bacia. Em bacias regularizadas que integram o PAPC, os gatilhos combinam vazão afluente prevista, nível do reservatório, volume de espera disponível, defluência programada, capacidade do vertedouro, restrições de vazões máximas e respectivos tempos de retorno e tempo de propagação. Em bacias pouco regularizadas ou sem reservatórios, os gatilhos priorizam precipitação observada e prevista, vazões observadas e previstas, acumulados antecedentes, índices de saturação do solo, nível fluviométrico, tempo de viagem, e taxa de subida do nível d'água.

O papel do gerador hidráulico concentra-se na identificação tempestiva da condição hidrológica relevante, na avaliação dos indicadores operacionais e na notificação dos agentes competentes e demais atores relacionados com o tema. Quando tecnicamente aplicável - isto é, quando houver potencial de inundação a jusante passível de representação cartográfica - o Programa de Operação em Situação de Cheias deve incorporar mapas indicativos das áreas

potencialmente afetadas por efeito de transito de cheia natural nos municípios a jusante, destacando trechos sensíveis, infraestruturas críticas, acessos passíveis de interrupção, captações de água, comunidades ribeirinhas e outros pontos relevantes para a gestão territorial e a resposta a emergências. Esses mapas devem possuir caráter preventivo e comunicacional, com o objetivo de apoiar ações de preparação, conscientização e coordenação institucional, sem substituir os estudos, mapas de inundação ou delimitações de Zona de Autossalvamento previstos no PAE (quando aplicáveis).

A experiência de agentes de geração hidráulica que já desenvolvem iniciativas de divulgação e comunicação junto a municípios, comunidades e órgãos de Defesa Civil demonstra a viabilidade operacional dessa medida e reforça sua relevância como instrumento de baixo custo relativo e elevado potencial de contribuição para a redução de riscos.

A coordenação territorial da resposta, por sua vez, deve permanecer articulada aos órgãos de proteção e Defesa Civil. Essa distinção evita sobreposição de responsabilidades e reforça a função do plano como instrumento complementar ao PAE, ao PAPC e aos protocolos de Proteção e Defesa Civil.

Do ponto de vista geral, sugere-se que o Programa da Operação em Situação de Cheias, cujos responsáveis seriam os agentes de geração hidráulica, contenham, minimamente, os seguintes componentes:

- Caracterização hidráulica e operacional do empreendimento;
- Inventário de estruturas e instrumentos existentes;
- Classificação de risco;
- Proposta de gatilhos quantitativos e qualitativos;
- Medidas operativas por nível;
- Protocolos de comunicação e integração com atores envolvidos, incluindo a Defesa Civil; e
- Procedimentos de desmobilização e pós-evento.

Recomenda-se que o Programa da Operação em Situação de Cheias seja elaborado pelos agentes de geração hidráulica para seus respectivos aproveitamentos hidroelétricos e que ele seja encaminhado ao ONS para conhecimento e publicação.

Nesse sentido, uma alternativa seria que o submódulo dos Procedimentos de Rede do ONS que tratam sobre a temática de cheias sejam aprimorados no sentido de considerar a produção

desses Programas pelos agentes de geração hidráulica, de estabelecer o conteúdo mínimo, necessidade de periodicidade de revisão, forma de publicação e o que mais for pertinente e as responsabilidades. Adicionalmente, pode-se pensar a institucionalização do Plano por instrumento normativo específico, preferencialmente pela atualização da Resolução ANEEL nº 1.064/2023, de modo a vincular todos os agentes de geração, inclusive aqueles não abrangidos pelo Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC). Conforme proposta do Consórcio de novo inciso para a referida resolução:

"Seção III - Do Plano de Ação de Emergência

....

Art. 13. O Plano de Ação de Emergência - PAE é parte integrante do Plano de Segurança e estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem, em caso de situação de emergência, bem como identificará as entidades a serem notificadas dessa ocorrência.

"§ 13. O PAE deverá contemplar ou referenciar o Plano de Gestão de Cheias, que inclui procedimentos de monitoramento, comunicação e resposta a eventos de cheia que, ainda que não configurem risco associado à integridade estrutural da barragem, possam comprometer a segurança dos usuários do trecho do rio a jusante, observadas as características hidrológicas da bacia e as competências dos órgãos de proteção e defesa civil, incluindo:

a) *níveis graduais de acionamento (*Monitoramento, Inundação Iminente, Inundação em Curso e Inundação Severa*) associados a gatilhos quantitativos e qualitativos compatíveis com as características hidrológicas da bacia e do empreendimento;*

b) *medidas operativas, registros de acompanhamento e protocolos de comunicação correspondentes a cada nível de acionamento;*

c) *fluxos de articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, municípios potencialmente afetados e demais operadores em cascata, quando aplicável; e*

d) integração com o Plano Anual de Prevenção de Cheias do ONS, quando o reservatório estiver nele incluído."

11.2. PLANOS DE CONTINGÊNCIA INTERSETORIAIS POR BACIA CRÍTICA

Os Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica são concebidos como instrumentos com recomendações que têm capacidade de antecipar, organizar e coordenar respostas em situações excepcionais. Sugere-se que sua formulação parta diretamente das oportunidades de

aprimoramento identificadas ao longo das Metas 2 a 6, especialmente no que se refere à ausência de previsibilidade, sobreposição de responsabilidades institucionais e insuficiência na comunicação com usuários. O ponto de partida é o reconhecimento de que a governança atual pode ser aprimorada no sentido de não ser predominantemente reativa. Nesse sentido, os planos promovem a transição para um modelo baseado em antecipação, estruturado a partir de regimes operativos claramente definidos e condições objetivas de transição. Cada plano é idealizado em escala de bacia hidrográfica crítica do SIN, considerando suas especificidades hidrológicas, a configuração dos reservatórios, a relevância sistêmica para o setor elétrico e a diversidade de usos múltiplos da água.

O objetivo central do plano deve ser a definição de gatilhos, baseados em indicadores meteorológicos, hidrológicos e operativos. Esses gatilhos podem ser organizados em níveis graduais de criticidade, associado a um conjunto de ações previamente definidas e validadas, permitindo a transição entre regimes de normalidade e de crise de forma previsível. A operacionalização desses gatilhos vincula-se diretamente a sistemas de monitoramento existentes, como SNIRH, plataformas de dados do ONS, sistemas de alerta do CEMADEN e bases hidrometeorológicas do INMET e SGB. Considera-se no plano, mecanismos de integração, validação e consolidação dessas informações. Ainda, a definição dos indicadores pode utilizar práticas já consolidadas, como indicadores hidrológicos adotados pela ANA em salas de crise e gestão de crise hídrica.

Trata-se a dimensão da comunicação com destaque na elaboração do plano. Para cada nível de criticidade, define-se protocolos de comunicação que incluam conteúdo, periodicidade, canais e públicos-alvo. Na elaboração dos informes finais, estes são traduzidos em linguagem acessível e orientada à ação, permitindo que usuários de diferentes setores possam antecipar e adaptar suas atividades.

Adicionalmente, os planos devem recomendar mecanismos explícitos de gestão de conflitos entre usos múltiplos. Isso inclui a definição prévia de critérios de priorização e, quando aplicável, a articulação com instrumentos de compensação econômica e arbitragem, reduzindo incertezas e riscos de judicialização.

Sugere-se que a estrutura mínima de cada Plano de Contingência contemple, minimamente três blocos:

1) **Caracterização geral da bacia e diagnóstico de vulnerabilidades (conforme Matriz de Impacto, Seção 7)**: Este bloco serve como descrição estática e como base analítica para recomendações para definição de risco e priorização de ações. Nele, apresenta-se uma

caracterização da bacia e dos principais usos da água, com identificação de vulnerabilidades críticas.

a. Delimitação da bacia e sub-bacias relevantes para o SIN, com identificação dos reservatórios (regularização, fio d'água, cascatas);
b. Avaliação do papel sistêmico da bacia no SIN, incluindo contribuição para armazenamento, regularização plurianual e manutenção da segurança da operação eletroenergética, incluindo questões associadas ao atendimento à ponta e ao vale de carga;
c. Mapeamento dos usos múltiplos da água, com caracterização quantitativa (quando possível): abastecimento, irrigação, indústria, navegação, meio ambiente etc.;
d. Identificação dos principais conflitos históricos e potenciais entre usos;
e. Levantamento dos condicionantes operativos hidráulicos (condicionantes de diversas origens, como de processos de outorgas, licenciamento), conforme Submódulo 4.7 dos Procedimentos de Rede;
f. Diagnóstico de vulnerabilidade hidrológica, incluindo exposição a secas e cheias (ex.: variabilidade de afluências, susceptibilidade a eventos meteorológicos como ZCAS);
g. Identificação de pontos críticos do sistema (trechos com conflito recorrente, regiões com baixa resiliência);
h. Linha de base operacional com séries históricas de dados operativos; eventos críticos anteriores (e impactos associados) e comportamento típico da bacia em situações de estresse hídrico.

2) **Recomendações para a definição de cenários, indicadores e gatilhos de acionamento**: Este bloco constitui o núcleo técnico do plano, responsável por transformar o diagnóstico em capacidade de antecipação. Nele, são apresentadas recomendações para indicadores, níveis de criticidade e possibilidade de gatilhos que orientariam a transição entre regimes operativos.

a. Definição de indicadores que podem ser, dependendo das especificidades, meteorológicos, hidrológicos, e operativos, incluindo variáveis como armazenamento, afluência, precipitação, Energia Armazenada (EAR)e condicionantes operativos hidráulicos;
b. Estruturação de níveis graduais de criticidade (ex.: normalidade, atenção, alerta, crise);

c. Recomendação de de gatilhos quantitativos de acionamento para cada nível de criticidade, com base em limiares (ex: modelo espanhol, francês, norueguês e americano);
d. Associação entre níveis de criticidade e tendências esperadas do sistema (ex.: deterioração hidrológica, recuperação gradual), que podem considerar análise prospectiva;
e. Integração com sistemas de monitoramento e previsão e avaliação da pertinência de estabelecimento de procedimentos de validação e consolidação de dados, caso não existam;
f. Construção de cenários prospectivos, considerando previsões hidrometeorológicas, projeções energéticas e tendências operativas;
g. Avaliação de incertezas associadas aos indicadores e cenários, com explicitação de limitações e margens de segurança na tomada de decisão.

3) **Propostas de medidas de enfrentamento e operacionalização**: Este bloco traduz os cenários definidos em ações concretas, organizando as respostas institucionais e operativas para cada nível de criticidade. Constitui o componente mais diretamente aplicável do plano.
   a. Recomendações de medidas operativas associadas a cada nível de criticidade, incluindo as possibilidades de ajustes de defluência, alteração de diretrizes operativas, flexibilização de condicionantes operativos hidráulicos e priorização de armazenamento ou vazão;
   b. Especificação de medidas diferenciadas por uso da água, contemplando abastecimento humano, irrigação, geração de energia, indústria, navegação e meio ambiente (ex: modelo espanhol, francês, norueguês e americano);
   c. Definição explícita de responsabilidades institucionais para cada ação, incluindo decisão, execução, coordenação e comunicação, com base na matriz RACI, levando em considerações os regramentos vigentes;
   d. Estruturação de protocolos de comunicação por nível de criticidade, incluindo conteúdo, periodicidade, canais de disseminação e públicos-alvo, com linguagem acessível e orientada à ação;
   e. Proposta de mecanismos de coordenação intersetorial, incluindo articulação com a proposta de Fórum Decisório Intersetorial (seção 11.3), comitês de bacia, órgãos estaduais e salas de crise;

f. A incorporação, como referência, dos critérios de priorização entre usos múltiplos estabelecidos nos Planos de Recursos Hídricos e nas deliberações dos Comitês de Bacia, complementados por análise técnica da ANA, dos órgãos gestores estaduais, e dos demais agentes competentes quando houver situações excepcionais associadas à operação de reservatórios do SIN.
g. Integração com instrumentos de gestão de conflitos, incluindo acionamento dos Protocolos de Arbitragem (seção 11.7) e articulação com mecanismos de compensação econômica;
h. Definição de procedimentos de transição entre regimes operativos, incluindo critérios para escalonamento e desmobilização das medidas;
i. Estabelecimento de procedimentos pós-evento, incluindo avaliação de impactos, registro das decisões tomadas, revisão dos parâmetros do plano e confecção de relatório de “lições aprendidas”.

A implementação dos Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica (PCI) deve ocorrer de forma faseada, a partir da seleção de bacias prioritárias. Como diretriz, recomenda-se priorizar inicialmente bacias nas quais já existam instrumentos, dados, articulações institucionais ou experiências operacionais que possam ser aprimorados, de forma a qualificar o que já existe antes de expandir o modelo para contextos com menor maturidade institucional. A seleção deve considerar critérios como os indicados no Quadro 9.

Quadro 9. Critérios e indicadores elencados para seleção de bacias prioritárias para implantação de PCI.

CRITÉRIO	INDICADOR
Recorrência histórica de eventos críticos (cheias ou escassez hídrica)	Número de eventos críticos nos últimos 20 anos
Exposição às mudanças climáticas	Tendência projetada de aumento de precipitação extrema
População potencialmente afetada	Habitantes em áreas inundáveis a jusante
Relevância energética	Capacidade instalada e função de regularização
Complexidade operacional	Número de reservatórios em cascata
Existência de regulamentações e instrumentos prévios	Resoluções da ANA, PAPC, planos estaduais ou protocolos existentes
Histórico de conflitos	Registros de disputas por operação dos reservatórios

Em etapa posterior, os aprendizados obtidos nas bacias-piloto poderão orientar a adaptação do modelo para as demais bacias, especialmente aquelas com baixa capacidade de regularização,

resposta hidrológica rápida, elevada exposição populacional ou lacunas relevantes de alerta e comunicação. Nessas bacias, a ênfase tende a focar no monitoramento, alerta, comunicação tempestiva, articulação territorial e resposta coordenada.

- **Etapa 1 — Consolidação e aprimoramento de instrumentos existentes**. A primeira etapa consiste na consolidação e no aprimoramento dos PCI em bacias que já possuam estruturas de planejamento e resposta previamente estabelecidas, como resoluções da ANA, Plano Anual de Prevenção de Cheias (PAPC), protocolos operativos, sistemas de alerta ou arranjos de coordenação interinstitucional. A seleção das bacias para essa fase deve observar os critérios de priorização do Quadro 9, com especial atenção à existência de instrumentos prévios, à relevância energética dos reservatórios e à capacidade de resposta institucional.
- **Etapa 2 — Implementação de projetos-piloto em bacias prioritárias**. A segunda etapa compreende a implementação de projetos-piloto em bacias consideradas prioritárias segundo a matriz de critérios do Quadro 9. Os projetos-piloto terão como finalidade testar e validar os instrumentos propostos, como os protocolos de coordenação institucional, mecanismos de comunicação de risco, procedimentos de tomada de decisão em situações excepcionais e estratégias de articulação entre usuários da água, permitindo avaliar sua efetividade em condições reais, identificar ajustes e produzir referências metodológicas para replicação.
- **Etapa 3 — Escalonamento e disseminação gradual**. A terceira etapa corresponde ao escalonamento progressivo do PCI para outras bacias hidrográficas de interesse, com base nos resultados e aprendizados das fases anteriores. A expansão deverá observar os mesmos critérios do Quadro 9, permitindo que novas bacias sejam incorporadas de forma gradual e compatível com seus níveis de risco, vulnerabilidade e capacidade institucional. Nessa etapa, os instrumentos e procedimentos validados nos projetos-piloto serão consolidados em diretrizes e referenciais metodológicos, favorecendo sua padronização e adaptação às especificidades regionais. A abordagem faseada busca assegurar maior efetividade da política pública, reduzir riscos de implementação, otimizar recursos e promover o fortalecimento progressivo da governança de situações excepcionais associadas à operação dos reservatórios e aos usos múltiplos da água.

11.2..1. Bacias Piloto Sugeridas

Em coerência com a diretriz acima e com os critérios do Quadro 9, sugere-se que os instrumentos propostos sejam inicialmente aplicados nas bacias dos rios Paraná, que reúnem reservatórios estratégicos, alta relevância para o SIN, instrumentos de prevenção de cheias já estabelecidos e histórico recente de conflitos associados a eventos hidrológicos críticos. As bacias do São Francisco e Madeira, que também se destaca como piloto estratégico, dada sua relevância nacional para regularização, usos múltiplos, segurança hídrica e operação eletroenergética.

Em etapa complementar, recomenda-se avaliar a aplicação dos instrumentos na bacia do Paraíba do Sul, como referência de governança federativa e articulação interinstitucional, e em bacias do Rio Grande do Sul afetadas por cheias extremas recentes, como Taquari-Antas e Jacuí, com foco específico em alerta, comunicação, Defesa Civil e resposta territorial. Essas últimas apresentam menor aderência à lógica clássica de controle por reservatórios regularizadores, mas são relevantes para testar a camada de disseminação, os protocolos de comunicação e a integração entre operação hidráulica e proteção civil.

Quadro 10. Bacias piloto propostas para implantação de PCI.

PRIORIDADE	BACIA-PILOTO	JUSTIFICATIVA PRINCIPAL	ÊNFASE DO PILOTO
1	Rio Paraná	Reservatórios relevantes para o SIN, PAPC, resolução da ANA, conflitos recentes, estudo ANA–USACE	Valoração econômica, PAPC, COPHI, cheias e escassez
2	Rio Madeira	Reservatórios relevantes para o SIN, cheias e secas recentes, conflitos de usos	Governança intersetorial e segurança hídrica, cheias e escassez
3	São Francisco	Relevância nacional, regularização estratégica, resolução da ANA, PAPC, múltiplos usos, conflitos recorrentes	Governança intersetorial e segurança hídrica
4	Paraíba do Sul	Experiência prévia de governança federativa e regras pactuadas, resolução da ANA e PAPC,	Comunicação, articulação federativa e gestão multiusuário
5	Taquari-Antas / Jacuí–Guaíba	Cheias extremas recentes e alta exposição territorial	Alerta, Defesa Civil, comunicação e resposta rápida

Por fim, os planos são concebidos como instrumentos dinâmicos e com previsão de mecanismos de revisão periódica, com base na (re)avaliação de eventos ocorridos, evolução das condições hidrológicas e aprimoramentos institucionais.

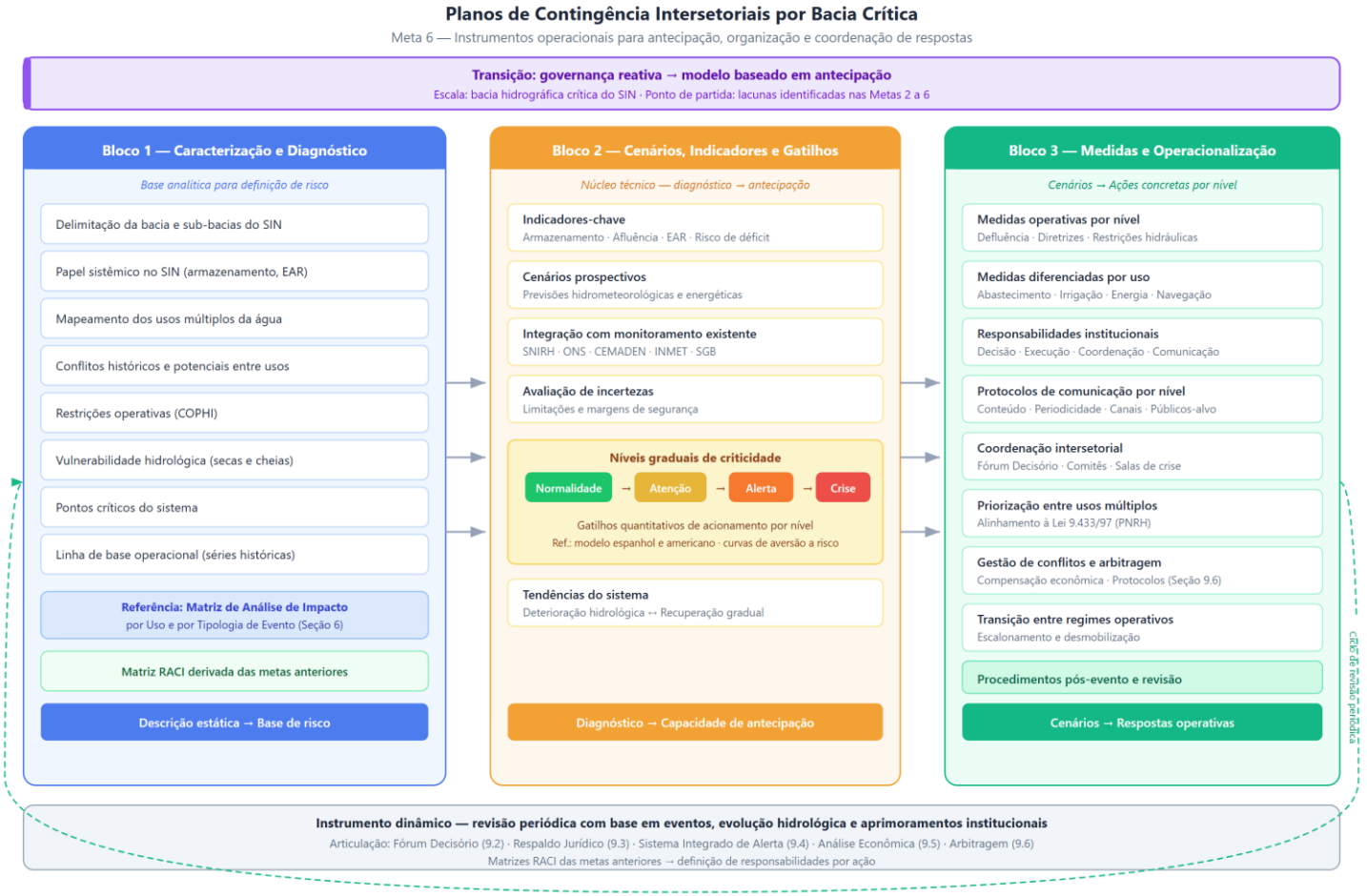


Figura 12. Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica.

A Matriz RACI proposta para o(s) PCI(s) é apresentada no Quadro 11.

Quadro 11. Matriz RACI para os PCI(s).

ETAPA / ATIVIDADE DO PCI	ANA	ONS	ÓRGÃOS GESTORES ESTADUAIS	COMITÊ DE BACIA	FÓRUM DECISÓRIO	DEFESA CIVIL	CEMADEN / INPE / INMET / SGB	GERADORES / OPERADORES	ANEEL / ÓRGÃO FISCALIZADOR	ÓRGÃOS AMBIENTAIS	USUÁRIOS SETORIAIS
Definição da bacia crítica e escopo do PCI	A/R	C	C	C	I	I	I	I	I	I	I
Caracterização hidrológica e territorial da bacia	**R**	C	**R**	C	I	I	I	I	I	I	I
Avaliação do papel sistêmico da bacia no SIN	C	**A/R**	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Mapeamento dos usos múltiplos e usuários afetados	**A/R**	C	**R**	C	I	C	I	I	I	C	C
Identificação de conflitos históricos e potenciais	**R**	C	**R**	**A/R**	I	I	I	I	I	C	C
Levantamento de COPHI	**A/R**	**R**	**R**	C	I	I	I	C	I	C	I
Definição de indicadores meteorológicos, hidrológicos, e operativos	**A/R**	**A/R**	C	C	I	I	I	C	I	I	I
Definição de níveis de criticidade e gatilhos de acionamento	**A/R**	**R**	C	C	C	C	C	C	I	I	I
Integração com sistemas de monitoramento e previsão	**A/R**	**R**	C	I	I	C	**R**	C	I	I	I
Construção de cenários prospectivos e avaliação de incertezas	**R**	**R**	C	I	C	I	**R**	C	I	I	I
Definição de medidas operativas por nível de criticidade	C	**A/R**	C	C	C	I	C	**R**	I	C	I
Definição de medidas de gestão hídrica e priorização entre usos	**A/R**	C	**R**	**A/R**	C	I	I	C	I	C	C
Definição de medidas territoriais de proteção e resposta	I	I	C	C	I	**A/R**	C	C	I	C	I

ETAPA / ATIVIDADE DO PCI	ANA	ONS	ÓRGÃOS GESTORES ESTADUAIS	COMITÊ DE BACIA	FÓRUM DECISÓRIO	DEFESA CIVIL	CEMADEN / INPE / INMET / SGB	GERADORES / OPERADORES	ANEEL / ÓRGÃO FISCALIZADOR	ÓRGÃOS AMBIENTAIS	USUÁRIOS SETORIAIS
Estruturação dos protocolos de comunicação por nível de criticidade	**A/R**	C	**R**	C	I	C	C	C	I	C	C
Comunicação preventiva e boletins aos usuários	**R**	C	**R**	C	I	**R**	C	C	I	I	I
Acionamento do Fórum Decisório em situação crítica	**R**	**R**	C	C	**A**	C	C	C	C	C	I
Mediação de conflitos entre usos múltiplos	**R**	C	**R**	**A/R**	C	C	I	C	I	C	C
Acionamento dos protocolos de arbitragem, quando não houver consenso	**R**	C	C	C	**A**	C	I	C	I	C	I
Implementação das medidas operativas nos reservatórios e no SIN	C	**A/R**	I	I	I	I	I	**R**	C	I	I
Implementação das medidas hídricas, restrições ou flexibilizações de uso	**A/R**	C	**R**	C	I	C	I	C	I	C	I
Monitoramento da execução e atualização dos níveis de criticidade	**A/R**	**R**	**R**	C	I	C	**R**	C	I	I	I
Desmobilização e retorno ao regime ordinário	**A/R**	**R**	C	C	C	C	C	C	I	I	I
Avaliação pós-evento e registro das decisões	**A/R**	**R**	**R**	C	I	C	C	C	I	C	C
Revisão periódica do PCI	**A/R**	**R**	C	C	C	C	C	C	I	C	C

Onde: **R — Responsible (Responsável pela execução):** quem efetivamente *faz* a tarefa, executa o trabalho / **A — Accountable (Autoridade / Aprovador):** quem *responde* pelo resultado, tem a palavra final e presta contas. / **C — Consulted (Consultado):** quem é ouvido *antes* da decisão ou execução, fornece informação ou opinião técnica. / **I — Informed (Informado):** quem é avisado *depois* que a decisão foi tomada ou a tarefa concluída. Comunicação em **uma via** (apenas recebe).

11.3. FÓRUM DECISÓRIO INTERSETORIAL

Recomenda-se a institucionalização de instância permanente de coordenação intersetorial para deliberação em cenários críticos, com arranjo que combine coordenação técnica pela ANA, suporte consultivo do setor elétrico e decisão em nível superior, de modo a garantir legitimidade, integração entre usos e respaldo às medidas excepcionais. Sua criação responde diretamente às lacunas identificadas nas metas anteriores, sobretudo a fragmentação decisória, a ausência de fluxos formais de coordenação e a baixa previsibilidade em cenários de crise.

Sob a perspectiva de coerência normativa, o fórum apoia-se em estruturas já existentes no arranjo institucional brasileiro, evitando sobreposição de competências e garantindo aderência ao arcabouço legal vigente. A escolha do arranjo institucional considera alternativas viáveis, como o uso de instâncias já consolidadas (por exemplo, CNPE ou CNRH) ou a criação de um mecanismo específico com base legal clara.

Ao longo das discussões no âmbito da Meta 6, surgiram quatro alternativas:

- CMSE ampliado com atuação de atores relevantes;
- CNPE: proposta MME; nível ministerial (BRASIL, 1997, art. 2º da Lei nº 9.478);
- CNRH: proposta ANA; composição multisetorial (Lei nº 9.433/1997, art. 35);
- CISHE: novo comitê, discutido no GT da CP11;

Dentre as alternativas avaliadas, o CNPE possui competência para propor políticas nacionais e medidas específicas destinadas ao aproveitamento racional dos recursos energéticos. Trata-se, portanto, de instância com elevada capacidade de orientação estratégica no setor energético, mas com composição e vocação primordialmente energético-setorial. O CNRH, por sua vez, possui competência legal para promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários, além de arbitrar conflitos em última instância administrativa no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa base confere maior aderência à perspectiva multiusuária da água, embora sua dinâmica colegiada possa demandar arranjos complementares para decisões tempestivas em situações críticas.

Outras instancias, como o CMSE, constitui referência relevante de monitoramento permanente do setor elétrico, em que seu marco normativo define a função de acompanhar e avaliar continuamente a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional. Contudo,

sua vocação é predominantemente eletroenergética, de modo que sua utilização como instância exclusiva de deliberação sobre usos múltiplos exigiria complementação com mecanismos formais de participação da gestão de recursos hídricos e demais usuários.

Por sua vez a experiência da CREG, instituída pela Medida Provisória nº 1.055/2021, demonstra a utilidade de uma instância extraordinária com capacidade decisória célere em contexto de crise hídrica e energética, mas também evidencia os limites de arranjos temporários e emergenciais. A própria natureza excepcional da CREG reforça a necessidade de um mecanismo previamente estruturado, com gatilhos, responsabilidades e ritos definidos antes da instalação da crise.

Nesse contexto, a alternativa mais aderente ao objetivo da Meta 6 não é necessariamente a criação imediata de nova estrutura institucional, mas a definição de um arranjo decisório intersetorial permanente, com base normativa clara, composição mínima, rito de acionamento e relação explícita com os Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica.

O Quadro 12 resume as alternativas institucionais:

Quadro 12. Síntese das alternativas institucionais para o Fórum Decisório Intersetorial.

ALTERNATIVA	AJUSTE NECESSÁRIO	PARTICIPAÇÃO MÍNIMA
CMSE ampliado	Alteração ou complementação normativa por Decreto, ajustando composição, escopo e rito de acionamento para situações que envolvam usos múltiplos da água.	MME, ONS, ANEEL, ANP, EPE, CCEE, adicionalmente, sob acionamento de protocolos de participação, ANA, IBAMA, Defesa Civil Nacional, órgãos estaduais, comitês de bacia e representantes de usuários.
Nova instância no CNRH	Requer Resolução do CNRH, com definição de composição, gatilhos, competências procedimentais e rito de acionamento.	
Salas de Crise da ANA com mandato reforçado	Ajuste por Resolução ANA e, se houver atribuição deliberativa vinculante para além da ANA, necessidade de instrumento normativo complementar.	
CISHE ou instância específica nova	Instrumento normativo próprio, com definição de base legal, composição, competências, rito de acionamento e relação com CNPE, CNRH, ANA, ONS e CMSE.	

A alternativa preferencial, do ponto de vista do consórcio, é o **CMSE ampliado (a)** com protocolo de acionamento e participação formal da ANA, IBAMA e comitês de bacia nas situações em que os gatilhos forem acionados. A efetivação dessa alternativa pressupõe que a deliberação da Diretoria Colegiada da ANA (em curso à data desta versão) confirme a participação formal da ANA como membro do CMSE. Entende-se que essa opção oferece maior capacidade de resposta em nível superior e melhor articulação com a segurança eletroenergética, desde que seu escopo seja formalmente ampliado para incorporar a dimensão de usos múltiplos da água. Registra-se ainda que

a inclusão de outros órgãos no CMSE (por exemplo, a SGB) foi sugerida em contribuições paralelas, mas não foi acolhida como recomendação do GT, sendo a recomendação restrita à ANA, em razão de sua competência legal sobre regras operativas de reservatórios (Lei nº 9.984/2000).

11.4. PROTOCOLO DE RESPALDO JURÍDICO PARA DECISÕES EXCEPCIONAIS

O Protocolo de Respaldo Jurídico para Decisões Excepcionais é proposto como instrumento de organização procedimental e segurança jurídica para decisões adotadas em situações críticas de escassez hídrica, cheias extremas ou outros eventos excepcionais associados à operação de reservatórios. Sua finalidade não é instituir, no âmbito da Ação CP-11, uma excludente de ilicitude em sentido jurídico próprio, especialmente penal, mas estabelecer condições formais mínimas para que decisões excepcionais sejam tecnicamente motivadas, devidamente registradas, adotadas por autoridade competente e comunicadas de forma transparente, reduzindo o risco de responsabilização indevida quando observados critérios previamente definidos.

O instrumento ancora-se em princípios já consolidados do direito administrativo e ambiental, como supremacia do interesse público, prevenção de danos maiores e gestão de risco, e busca assegurar a flexibilização operativa dentro de limites juridicamente estruturados.

O componente fundamental é a definição de condições de aplicabilidade condicionadas a requisitos, tais como a caracterização formalizada de situação excepcional (tanto escassez hídrica quanto cheias), o acionamento de instrumentos previstos (por exemplo os planos de contingência, apresentados na seção 11.2), limites de atuação no âmbito de instância decisória e fundamentação técnica.

O Protocolo tem por função explicitar quais agentes estão cobertos e em quais condições, sobretudo vinculados aos gatilhos operativos definidos nos Planos de Contingência, distinguindo claramente funções de decisão, coordenação e execução. Ao mesmo tempo, preserva a responsabilização em casos de dolo, erro grosseiro ou atuação fora dos limites estabelecidos. A integração com o processo decisório intersetorial é fundamental, de modo que a aplicação do instrumento se vincula a deliberações formalizadas em instâncias como o Fórum Decisório Intersetorial (apresentado na seção 11.3), garantindo legitimidade e colegialidade às decisões.

Não obstante a necessária robustez técnica amparada em validação e justificativa baseada em dados e cenários, o Protocolo precisa ser concebido com apelo à aplicabilidade em tempo real, com a tempestividade necessária ao atendimento em situações de crise. Por fim, a dimensão da

comunicação também deve ser incorporada por meio de divulgação das decisões, seus fundamentos e seus efeitos esperados, em linguagem compatível com os diferentes públicos.

Considerando a sensibilidade jurídica do tema, não se propõe, nesta Meta 6, a instituição imediata de excludente de ilicitude por decreto ou alteração legal específica. Recomenda-se, em vez disso, que o Protocolo de Respaldo Jurídico para Decisões Excepcionais seja aprofundado em foro próprio, articulado às discussões da Meta 5 e às instâncias jurídicas competentes, avaliando-se sua eventual base normativa, limites de aplicação, efeitos sobre responsabilidade civil, administrativa e criminal, e compatibilidade com o arcabouço regulatório vigente.

Propõe-se a estrutura mínima do Protocolo de Respaldo Jurídico contemplando:

- Definição do seu enquadramento jurídico e base normativa;
- Condições objetivas para caracterização de situação excepcional;
- Critérios e gatilhos para acionamento, vinculados aos Planos de Contingência;
- Delimitação dos agentes cobertos e de suas responsabilidades;
- Exigência de fundamentação técnica e registro formal das decisões;
- Vinculação a instâncias decisórias, como as intersetoriais (como o Fórum Decisório Intersetorial, proposto na seção 11.3);
- Regras de transparência e comunicação das decisões;
- Limites de aplicação, incluindo exclusão em casos de dolo ou erro grosseiro;
- Diretrizes para articulação com instrumentos econômicos e regulatórios.

11.5. SISTEMA INTEGRADO DE ALERTA E MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO

Recomenda-se a criação de um sistema integrado de alerta e monitoramento, que congregue bases de dados meteorológicos, hidrológicos, climáticos e operativos de diversas instituições (INMET, CEMADEN, INPE, SGB, ONS, ANA etc.). Além do desenvolvimento de uma plataforma unificada, com indicadores voltados a impactos (direcionados a cada tipo de usuário) e capacidade de gerar alertas/boletins automáticos, este sistema não tem por objetivo substituir plataformas existentes, mas integrá-las em uma arquitetura única garantindo a interoperabilidade e governança dos dados relevantes à gestão dos reservatórios.

Esta proposta vincula-se diretamente às anteriormente descritas, especialmente os Planos de Contingência e o Fórum Decisório Intersetorial, assumindo o papel de um instrumento dedicado ao

suporte contínuo da tomada de decisão, ao monitoramento de gatilhos e inferência de informação. Idealmente, do ponto de vista da antecipação, a integração de previsões hidrometeorológicas, climáticas, cenários de afluência, projeções de armazenamento e fornece oportunidade para redução de incertezas e aumento da capacidade de planejamento preventivo.

A nível de estruturação e clareza da proposta, este sistema pode ser pensado em camadas funcionais com responsabilidades definidas de órgãos como ANA, ONS e CEMADEN na produção, validação e disseminação da informação, evitando sobreposição e lacunas. A ANA deve exercer papel de coordenação técnica da camada de integração de dados de recursos hídricos, utilizando o SNIRH como referência principal para consolidação, organização e disponibilização das informações hídricas. A coordenação geral do sistema deve ser atribuída a uma instância interinstitucional, preferencialmente sob liderança da ANA e com participação formal do ONS, CEMADEN/INPE, INMET, SGB, EPE, Defesa Civil e demais órgãos pertinentes. Essa coordenação tem a missão de definir padrões de dados, responsabilidades de atualização, regras de validação e comunicação.

Responsabilidades por camada: ANA - aquisição/integração (SNIRH); ONS - dados operativos; CEMADEN/INPE - meteorologia e alertas; SGB - dados geológicos; Coordenação geral: ANA, com comitê gestor interinstitucional. Descrições das camadas:

1) Camada de aquisição e integração de dados - Responsável por coletar, padronizar e consolidar informações provenientes de múltiplas fontes institucionais:
   - Integração com SNIRH, sistemas do ONS, CEMADEN, INMET, SGB e demais bases relevantes;
   - Definição de padrões de dados e metadados (formato, periodicidade, qualidade);
   - Mecanismos de validação, consistência e rastreabilidade;
   - Definição clara de responsabilidades institucionais sobre cada base de dados;
   - Atualização periódica com frequência compatível com o uso operacional.

2) Camada de processamento e análise - Responsável por transformar dados brutos em informação acionável, incorporando metodologias padronizadas, permitindo auditabilidade:
   - Geração de indicadores hidrológicos, e operativos;
   - Cálculo de índices de criticidade e monitoramento de gatilhos existentes;
   - Produção de cenários prospectivos com base em previsões climáticas e hidrológicas;

- Quando aplicável documentação metodológica transparente e auditável com explicação de premissas e incertezas associadas; Integração com modelos existentes (ex.: modelos de previsão hidrometeorológica).

3) Camada de disseminação e comunicação - Responsável por traduzir a informação técnica em produtos adequados a diferentes públicos:
   - Painéis técnicos (dashboards) para tomadores de decisão;
   - Boletins periódicos de situação e tendência;
   - Sistemas de alerta diferenciados por nível de criticidade;
   - Comunicação simplificada para usuários locais, com linguagem acessível e orientada à ação.

A respeito da terceira camada, sugere-se o conteúdo mínimo com:

a. Protocolo padronizado de notificação preventiva, com definição de níveis de alerta, tipologia de mensagens e prazos indicativos. Os prazos devem ser tratados como diretrizes (e não fixos), variando conforme previsibilidade do evento (ex.: maior antecedência para eventos graduais e comunicação imediata para eventos críticos);
b. Plataforma digital integrada, com dashboards por bacia hidrográfica, permitindo visualização de indicadores-chave, tendências e níveis de criticidade;
c. Mecanismos de notificação multicanal, incluindo SMS, aplicativos, e-mail e integração com sistemas de defesa civil, com cadastro de usuários via comitês de bacia, prefeituras e órgãos gestores; e
d. Segmentação por perfil de usuário (setor elétrico, abastecimento, irrigação, defesa civil, etc.), com conteúdo específico e acionável.

Como síntese, o Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento hidrometeorológico é o elemento que busca sanar diretamente a lacuna relacionada à governança e à falta de interoperabilidade entre as diversas bases de dados atualmente disponíveis, ponto que se agrava ainda mais em situações de crise hídrica. Idealmente, o sistema é concebido como plataforma evolutiva, com implementação incremental e capacidade de incorporação de novas fontes de dados, tecnologias e necessidades dos usuários. Desta forma, viabiliza a transição de uma governança baseada em informação dispersa para um modelo orientado por inteligência integrada, capaz de sustentar decisões tempestivas, coordenadas e eficazes em situações excepcionais. A Figura 13

apresenta a arquitetura funcional proposta para o Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento hidrometeorológico.

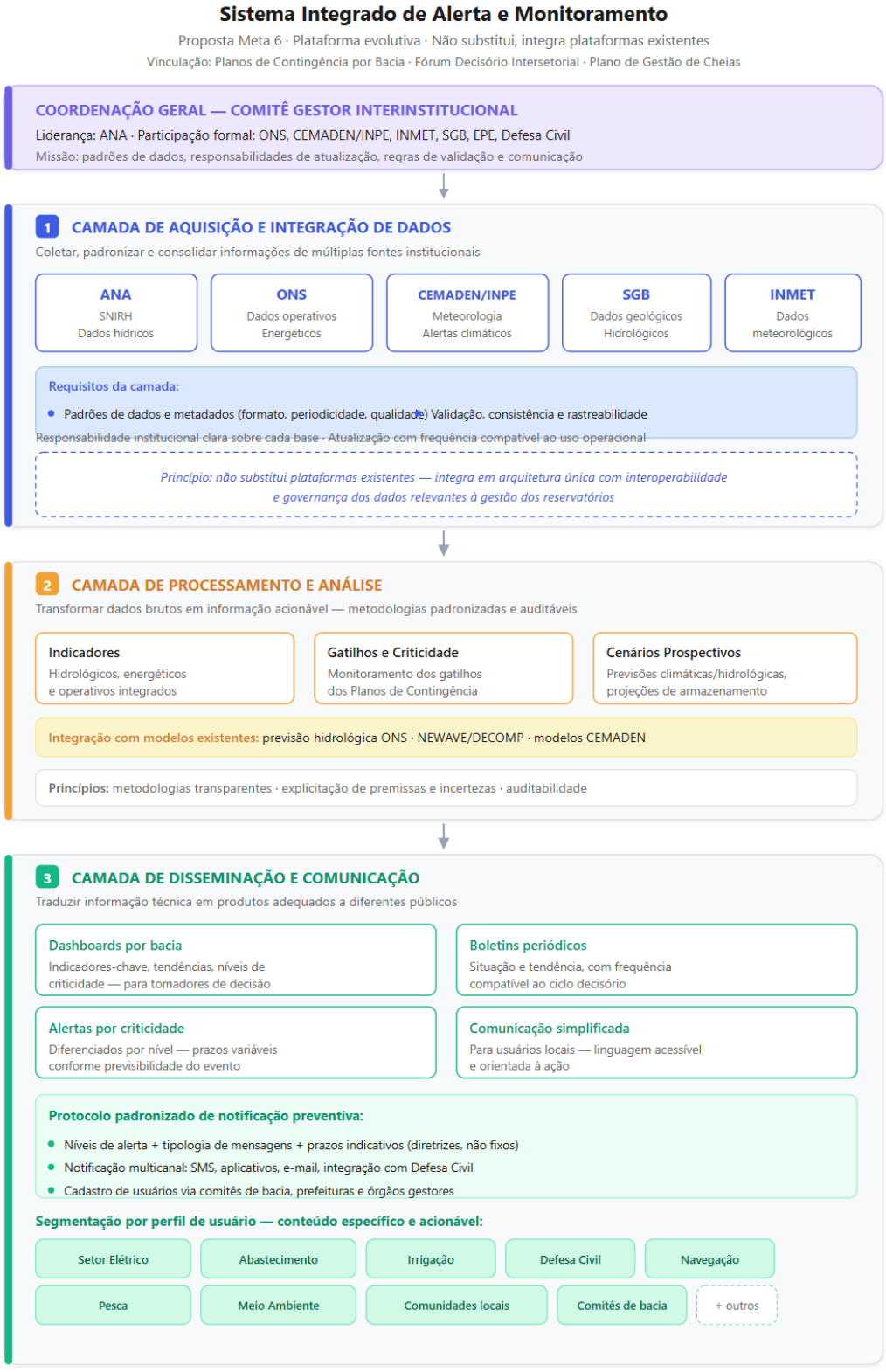


Figura 13. Arquitetura funcional do Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento.

11.6. ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCIAMENTO DE MEDIDAS EXCEPCIONAIS

Propõe-se o desenvolvimento de uma metodologia para valoração de impactos e definição de mecanismos de financiamento e compensação, com o objetivo de alinhar custos e benefícios entre os diferentes usos da água e viabilizar economicamente a implementação de medidas em situações excepcionais.

A Análise Econômica e o Financiamento de Medidas Excepcionais são concebidos como instrumentos de suporte à decisão que internalizam custos, distribuem impactos e viabilizam a implementação das ações em cenários críticos. Como decisões operativas frequentemente geram efeitos econômicos relevantes sem mecanismos claros de compensação ou financiamento, a dimensão econômica torna-se um dos principais fatores de litígios.

Como referência metodológica aplicada, destaca-se o estudo conduzido pela ANA em cooperação com o United States Army Corps of Engineers (USACE) na bacia do Rio Grande, voltado à quantificação de ganhos e perdas associados a diferentes setores usuários da água. A iniciativa avança da identificação qualitativa de impactos para a atribuição de ordens de grandeza econômica aos efeitos setoriais de medidas operativas, sendo encaminhamento relevante para a operacionalização da análise econômica proposta nesta Meta 6. Entretanto, cabe destacar que, no referido estudo, que oportunizou o acompanhamento do ONS, foram apontadas as simplificações adotadas quanto à análise dos impactos na geração hidroelétrica, principalmente, pela não consideração da interligação sistêmica e da dinâmica de despacho das outras fontes de geração de energia elétrica. Mostrando-se a necessidade de aprimoramentos quanto à aplicação da metodologia na quantificação dos impactos para o Setor Elétrico.

A incorporação de valores econômicos setoriais deve observar as prioridades legais da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997, art. 1º, III) e as competências dos órgãos responsáveis, evitando que a valoração monetária substitua critérios jurídicos, ambientais, sociais ou de segurança. Seu papel é qualificar a tomada de decisão, permitindo que os efeitos das medidas excepcionais sejam avaliados de forma transparente, rastreável e comparável nas escalas local, regional e sistêmica (SIN como um todo), introduzindo, quando necessário, coeficientes e ponderações que reflitam dimensões socioambientais e a equidade entre setores.

A partir do desenvolvimento de metodologia para identificação e valoração dos impactos associados às medidas excepcionais, objetiva-se quantificar os efeitos sobre os diferentes usos (e usuários) da água, incluindo impactos diretos, indiretos e sistêmicos. A metodologia proposta apoia-

se nas práticas já consolidadas no setor elétrico, especialmente nos modelos utilizados pelo ONS na programação da operação, que já internalizam condicionantes operativos hidráulicos e custos operativos. O avanço proposto consiste na incorporação de uma camada analítica adicional que associe os cenários críticos, materializados, por exemplo, em condicionantes operativos hidráulicos (COPHI), incluindo os de caráter sistêmico, aos seus respectivos impactos econômicos sobre múltiplos usos.

Resumidamente, propõe-se por este Consórcio que a metodologia a ser desenvolvida persegue os seguintes propósitos:

i. padronização na identificação e valoração de impactos por uso da água;

ii. associação entre medidas operativas e custos econômicos;

iii. critérios de distribuição de custos e benefícios entre usuários;

iv. identificação de fontes e instrumentos de financiamento;

v. incorporação de incentivos econômicos voltados ao comportamento proativo dos agentes;

vi. integração e comunicação intersetorial dos impactos e decisões associadas;

vii. mecanismos de compensação e mitigação de prejuízos;

viii. procedimentos de monitoramento e avaliação dos resultados.

Cada medida prevista nos diferentes níveis de criticidade, por exemplo, as vinculadas aos Planos de Contingência de cada bacia, associa-se a uma estimativa de custo e impacto econômico nas escalas local, regional e sistêmica, possibilitando comparação entre alternativas e priorização de ações.

Do ponto de vista da equidade entre usos múltiplos, a metodologia deve explicitar como os impactos são distribuídos entre os diferentes usuários, com critérios transparentes de alocação, evitando que determinados setores suportem de forma desproporcional os efeitos das medidas adotadas, em especial os usos cuja expressão monetária é estruturalmente menor que a do setor elétrico, como turismo, navegação e pesca artesanal.

Adicionalmente, é importante incorporar a lógica de incentivos econômicos para induzir comportamentos adaptativos por parte dos usuários. Em situações críticas, sinais econômicos

adequados podem reduzir a necessidade de medidas coercitivas, promovendo, por exemplo, redução voluntária de consumo ou ajustes operativos.

11.7. PROTOCOLOS DE ARBITRAGEM E RESOLUÇÃO DE CONFLITOS

Recomenda-se a regulamentação de protocolos formais de arbitragem e resolução de conflitos entre usos da água, com definição clara de critérios técnicos, fluxos procedimentais e instâncias responsáveis, de modo a reduzir incertezas, evitar judicialização e aumentar a efetividade da governança em contextos de escassez ou cheias.

Diferentemente do Fórum Decisório Intersetorial, que atua como instância de coordenação e deliberação estratégica, os Protocolos de Arbitragem constituem o instrumento operacional específico para tratamento estruturado de conflitos, com rito definido e foco na resolução de disputas concretas entre usuários ou setores.

A condução técnica do processo deve estar associada à autoridade de recursos hídricos e aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de suas respectivas competências, garantindo neutralidade e base técnica consistente. Do ponto de vista normativo, o instrumento encontra respaldo na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), que atribui ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos a competência de arbitrar conflitos em última instância administrativa. O protocolo proposto atua como camada intermediária, técnica e mais célere, antes da escalada para instâncias superiores ou judiciais.

Sob a ótica das discussões ao longo da Ação CP-11, idealmente a condução técnica do processo deve conferir maior protagonismo aos Comitês de Bacia Hidrográfica, especialmente nas etapas de identificação do conflito, mediação técnica, pactuação preliminar e acompanhamento da implementação das medidas. Ao longo do desenvolvimento da Meta 6, verificou-se que muitos conflitos associados à operação de reservatórios não decorrem apenas de ausência de norma, mas da insuficiência de canais permanentes de diálogo entre operadores, usuários, órgãos gestores e instâncias territoriais.

Esse protagonismo, contudo, deve respeitar as limitações institucionais identificadas ao longo do projeto. Os Comitês nem sempre dispõem de capacidade técnica, estrutura executiva, acesso tempestivo a dados operativos ou velocidade decisória compatível com situações críticas. Além disso, suas deliberações não substituem as competências legais da ANA, dos órgãos gestores estaduais, dos órgãos fiscalizadores ou de instâncias superiores do SINGREH. Por essa razão, o protocolo deve prever um papel claro para os Comitês: atuar como instância de mediação e

pactuação territorial, apoiada por dados técnicos padronizados, com fluxos de escalonamento para autoridade competente quando não houver consenso ou quando a decisão envolver medidas excepcionais.

O Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul mantém o Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, para atuação conjunta com o Comitê da Bacia do Rio Guandu, conhecido como GTAOH – e constitui referência nacional relevante para esse desenho. O grupo foi criado pela Deliberação CEIVAP nº 53/2005 e atualizado pela Deliberação CEIVAP nº 211/2014, demonstrando a possibilidade de institucionalizar, no âmbito do Comitê, uma instância técnica permanente dedicada ao acompanhamento da operação hidráulica.

A Figura 14 sintetiza o fluxo procedimental proposto para os Protocolos de Arbitragem e Resolução de Conflitos. O fluxograma organiza as etapas de identificação do conflito, mediação, avaliação de alternativas, arbitragem e deliberação final, evidenciando o papel dos Comitês de Bacia como instâncias territoriais de mediação e pactuação preliminar.

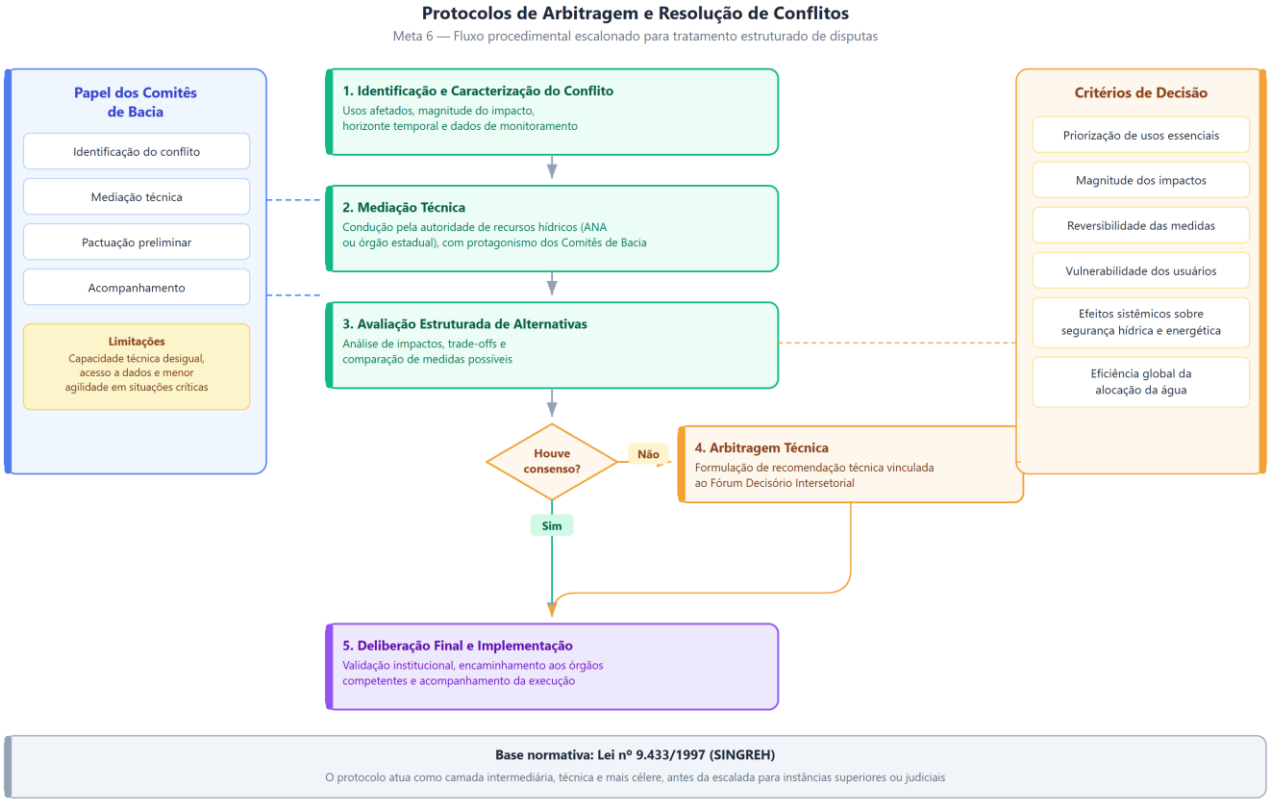


Figura 14. Fluxo procedimental dos Protocolos de Arbitragem e Resolução de Conflitos

Propõe-se objetivamente uma estrutura de protocolo, que estabelece um fluxo procedimental escalonado, composto por etapas sucessivas:

- Identificação e caracterização do conflito, com base em dados de monitoramento, incluindo usos afetados, magnitude do impacto e horizonte temporal;
- Mediação técnica, conduzida pela autoridade de recursos hídricos (ex.: ANA ou órgão estadual), com suporte de análises técnicas e busca de soluções consensuais;
- Avaliação estruturada de alternativas, considerando impactos, *trade-offs* e critérios previamente definidos;
- Arbitragem técnica, nos casos em que não houver consenso, com formulação de recomendação vinculada ao Fórum Decisório Intersetorial;
- Deliberação final, com validação institucional e encaminhamento para implementação pelos órgãos competentes.

Recomenda-se que critérios de decisão sejam previamente definidos e explicitados no protocolo, reduzindo discricionariedade. Entre os principais, destacam-se:

- Priorização de usos essenciais, em conformidade com a Lei nº 9.433/1997 (abastecimento humano e dessedentação animal em situações de escassez);
- Magnitude e abrangência dos impactos;
- Reversibilidade das medidas adotadas;
- Vulnerabilidade dos usuários afetados;
- Efeitos sistêmicos sobre a segurança hídrica e eletroenergética;
- Eficiência global da alocação da água em cenário crítico.

12. CONCLUSÕES

A Meta 6 consolidou os principais achados desenvolvidos ao longo da Ação CP 11 e estruturou um conjunto integrado de instrumentos voltados ao aprimoramento da governança da gestão de reservatórios do SIN em situações excepcionais, com foco em eventos de escassez hídrica e cheias extremas.

As análises conduzidas nas Metas 2 a 6 evidenciaram que os desafios atuais decorrem principalmente da fragmentação entre informação, decisão e execução. Em diferentes estudos de caso, observou-se que a resposta institucional a eventos críticos pode ser aperfeiçoada de modo que ela não ocorra de forma reativa, que haja a melhoria da previsibilidade dos critérios de acionamento, que considere protocolos de comunicação com usuários e que fiquem mais claras as responsabilidades operacionais, jurídicas e financeiras das medidas adotadas.

Esse quadro se torna particularmente sensível em situações de escassez hídrica ou de cheias extremas, nas quais as decisões precisam ser tomadas sob incerteza, restrição temporal e conflito potencial entre usos múltiplos da água. Nessas condições, a ausência de instrumentos previamente estruturados amplia o risco de judicialização, reduz a capacidade de adaptação dos usuários, fragiliza a legitimidade das decisões e compromete a efetividade da resposta institucional.

Como resposta a essas lacunas, a Meta 6 propõe uma arquitetura operacional de gestão de situações excepcionais, composta por instrumentos complementares e articulados. Essa arquitetura contempla:

a) O planejamento antecipado, por meio dos Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica;
b) A gestão específica de eventos de cheia na escala do empreendimento, por meio do Programa da Operação em Situação de Cheias;
c) A coordenação e deliberação estratégica, por meio do Fórum Decisório Intersetorial;
d) A segurança jurídica das medidas excepcionais, por meio do Protocolo de Respaldo Jurídico;
e) O suporte informacional à tomada de decisão, por meio do Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento;
f) A racionalidade econômica, por meio de metodologia de valoração, financiamento e compensação; e

g) A resolução estruturada de disputas, por meio dos Protocolos de Arbitragem e Resolução de Conflitos.

A principal contribuição da Meta 6 é, portanto, propor a transição de um modelo predominantemente reativo para um modelo estruturado, antecipatório e integrado. Nesse modelo, as decisões passam a ser orientadas por gatilhos objetivos, apoiadas por dados consolidados, comunicadas de forma clara e tempestiva e operacionalizadas por fluxos institucionais previamente definidos. A adoção de matrizes de responsabilidades, como a RACI preliminar proposta por este Consórcio para os Planos de Contingência Intersetoriais, reforça essa diretriz ao explicitar papéis de decisão, execução, consulta e informação, reduzindo sobreposições e lacunas institucionais.

Do ponto de vista de implementação, recomenda-se que os instrumentos sejam desenvolvidos de forma progressiva. Em uma primeira etapa, devem ser priorizados os Planos de Contingência Intersetoriais por Bacia Crítica, o Programa da Operação em Situação de Cheias e o Sistema Integrado de Alerta e Monitoramento, por serem instrumentos diretamente associados à antecipação, comunicação e organização da resposta. Em uma segunda etapa, devem ser formalizados o Fórum Decisório Intersetorial e os Protocolos de Arbitragem e Resolução de Conflitos, consolidando os fluxos de deliberação e tratamento de disputas. Em uma terceira etapa, devem ser aprofundados o Protocolo de Respaldo Jurídico e a metodologia de análise econômica e financiamento, por exigirem maior articulação normativa, regulatória e institucional.

Por fim, a consolidação dos instrumentos propostos estabelece uma base consistente para o aprimoramento da governança integrada dos reservatórios do SIN em contextos de elevada criticidade. Sua implementação tende a ampliar a previsibilidade das decisões, reduzir conflitos, melhorar a comunicação com usuários, fortalecer a segurança jurídica dos agentes envolvidos e aumentar a capacidade do país de responder a eventos hidrológicos extremos. Em síntese, a Meta 6 transforma os diagnósticos acumulados nas metas anteriores em uma proposta operacional de governança, orientada por antecipação, integração institucional, transparência e mitigação dos impactos sobre os usos múltiplos da água.

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOLGEN. Análisis de la evolución del Cargo por Confiabilidad. Bogotá: ACOLGEN, 2022. Disponível em: https://acolgen.org.co/wp-content/uploads/2022/04/ACOLGEN_ANALISIS-DE-LA-EVOLUCION-DEL-CARGO-POR-CONFIABILIDAD.pdf. Acesso em: 21 abr. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). As enchentes no Rio Grande do Sul: lições, desafios e caminhos para um futuro resiliente. Brasília: ANA, 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Manual de estudos de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos. Brasília: ANA, 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Manual de usos consuntivos da água no Brasil. 2. ed. Brasília: ANA, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Relatório de situação dos recursos hídricos do Brasil. Brasília: ANA, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 110, de 23 de novembro de 2021. Estabelece condições temporárias de operação dos reservatórios das UHEs Furnas e Mascarenhas de Moraes, no âmbito do Plano de Contingência para a recuperação dos reservatórios do SIN, com vigência a partir de 1º/12/2021. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 111, de 29 de novembro de 2021. Estabelece recomendações temporárias de operação dos reservatórios das UHEs Serra da Mesa, Três Marias, Sobradinho, Xingó, Jupiá e Porto Primavera, no âmbito do Plano de Contingência para a recuperação dos reservatórios do SIN, com vigência de 1º/12/2021 a 30/4/2022. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 193, de 10 de maio de 2024. Estabelece as condições de operação dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do Rio Grande. Brasília: ANA, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 194, de 10 de maio de 2024. Estabelece as condições de operação dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do Rio Paranaíba. Brasília: ANA, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 2.081, de 4 de dezembro de 2017. Estabelece as condições de operação dos reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos inseridos na bacia do Rio São Francisco. Brasília: ANA, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 70, de 19 de abril de 2021. Estabelece condições temporárias de operação dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia do rio Tocantins. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 77, de 1º de junho de 2021. Declara situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraná e institui o GTA-RH Paraná. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 81, de 14 de junho de 2021. Autoriza a operação excepcional do Sistema Hídrico do Rio São Francisco (UHE Xingó), alterando temporariamente condições de operação da Resolução ANA nº 2.081/2017. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 63, de fevereiro de 2021. Estabelece condições de operação complementares às outorgas para os reservatórios das UHEs Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes, com vigência de 17/2/2021 a 31/5/2021. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 80, de 14 de junho de 2021. Define condições temporárias de operação dos reservatórios das UHEs Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes, com manutenção mínima de 15% do volume útil até 30/11/2021. Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 127, de 26 de julho de 2022. Estabelece condições e procedimentos para a instalação e a operação de estações hidrológicas e o monitoramento hidrológico em empreendimentos hidrelétricos, vigente a partir de 1º/1/2023. Brasília: ANA/ANEEL, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN); SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB); INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Portaria Interinstitucional, de 2013. Estabelece procedimentos para emissão de alertas de cheias graduais. Brasília: ANA/CEMADEN/SGB/INMET, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO; DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO; AGÊNCIA GOIANA DE MEIO AMBIENTE; INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. Resolução Conjunta

ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382, de 7 de dezembro de 2015. Estabelece critérios e condições para a operação dos aproveitamentos hidrelétricos na bacia do rio Paraíba do Sul. Brasília: ANA, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 903, de 3 de novembro de 2020. Estabelece requisitos e procedimentos para a obtenção de outorga de autorização para exploração de aproveitamento de potencial hidráulico. Brasília: ANEEL, 2020.

AUSTRALIA. Water Act 2007. Canberra: Commonwealth of Australia, 2007. Disponível em: https://www.dcceew.gov.au/water/policy/policy/legislation/water-act-review. Acesso em: 21 abr. 2026.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO; COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE; GRUPO BANCO MUNDIAL. Avaliação dos efeitos e impactos das inundações no Rio Grande do Sul. Washington, DC: BID/CEPAL/Banco Mundial, 2024.

BASIN PLAN 2012. Federal Register of Legislation. Canberra, 2012. Disponível em: https://www.legislation.gov.au/Details/F2012L02240. Acesso em: 21 abr. 2026.

BOE. Orden MAM/698/2007, de 21 de marzo. Aprueba los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía. Madrid: BOE-A-2007-6228. Disponível em: https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-6228. Acesso em: 21 abr. 2026.

BOE. Orden TEC/1399/2018, de 28 de noviembre. Revisión de los planes especiales de sequía. Madrid: BOE-A-2018-17752. Disponível em: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-17752. Acesso em: 21 abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica. Brasília, DF: Presidência da República, 2004.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.203, de 8 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a repactuação do risco hidrológico de geração de energia elétrica. Brasília, DF: Presidência da República, 2015.

BRASIL. Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021.Dispõe sobre a desestatização da Eletrobras e dá outras providências (art. 30: mandato do Plano de Recuperação dos Reservatórios). Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14182.htm. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 15.269, de 29 de abril de 2025. Transforma a ANA em Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e altera a Lei nº 9.984/2000. Brasília, DF: Presidência da República, 2025.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas – ANA. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 13 mar. 2026.

BRASIL. Medida Provisória nº 1.055, de 28 de junho de 2021. Cria a Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG). Brasília, DF: Presidência da República, 2021.

BRASIL. Medida Provisória nº 688, de 18 de agosto de 2015. Dispõe sobre a repactuação do risco hidrológico de geração de energia elétrica. Brasília, DF: Presidência da República, 2015.

CÂMARA DE GESTÃO DA CRISE DE ENERGIA ELÉTRICA (GCE). Resolução GCE nº 3, de 2001. Estabelece diretrizes para o racionamento de energia elétrica. Brasília: GCE, 2001.

COMITÊ DE MONITORAMENTO DO SETOR ELÉTRICO (CMSE). Resolução CMSE nº 1, de 2016. Estabelece procedimentos para monitoramento das condições de atendimento eletroenergético. Brasília: CMSE, 2016.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). Balanço anual de alertas e ocorrências de desastres no Brasil – 2024. São José dos Campos: CEMADEN/MCTI, 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Estimativa de prejuízos decorrentes da paralisação da Hidrovia Tietê-Paraná entre 2014 e 2016. Divulgação à imprensa. Brasília: CNT, 2021.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA. Resolução CNPE nº 2, de 7 de abril de 2022. Institui o Grupo de Trabalho para elaboração do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização do País. Brasília: CNPE, 2022.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Resolução CNRH nº 65, de 7 de dezembro de 2006. Estabelece as diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com as etapas de licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia hidrelétrica. Brasília: CNRH, 2006.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília: CONAMA, 1997.

CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO (CGU). Relatório de avaliação: gestão dos reservatórios de aproveitamento hidráulico no setor elétrico – impactos dos múltiplos usos da água. Brasília: CGU, 2024.

DCCEEW. Sustainable Diversion Limits. Australian Government water purchasing. Canberra, 2026. Disponível em: https://www.dcceew.gov.au/water/policy/water-recovery/sdl. Acesso em: 21 abr. 2026.

DOI – U.S. Department of the Interior. Actions to Protect Colorado River System. Washington, DC, 2023. Disponível em: https://www.doi.gov/pressreleases/interior-department-announces-actions-protect-colorado-river-system-sets-2023. Acesso em: 21 abr. 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Escassez hídrica em 2021: diagnóstico e oportunidades para o planejamento da expansão da oferta de eletricidade. Rio de Janeiro: EPE, 2023. (NT-EPE/DEE-DEA/001/2023-R0).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Fortalecimento da resiliência do setor elétrico em resposta às mudanças climáticas: revisão bibliográfica. Rio de Janeiro: EPE, 2023. (NT-016/2023-EPE-DEA-SMA).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Hidreletricidade e mudanças climáticas. Rio de Janeiro: EPE, 2024. (Fact Sheet).

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Plano decenal de expansão de energia 2034. Brasília: MME/EPE, 2024.

FRANCE. Guide circulaire de mise en œuvre des mesures de restriction des usages de l'eau en période de sécheresse. Paris: Ministère de la Transition Écologique, 2026. Disponível em: https://www.ecologie.gouv.fr/secheresse-gestion-et-prevention. Acesso em: 21 abr. 2026.

FRANCE. *Guide circulaire de mise en œuvre des mesures de restriction des usages de l'eau en période de sécheresse*. Paris: Ministère de la Transition Écologique, 2026

FRANCE. Loi nº 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA). Paris: Journal Officiel, 2006.

FRANCE. VigiEau – Plateforme nationale des restrictions d'eau. Disponível em: https://vigieau.gouv.fr/. Acesso em: 21 abr. 2026.

GAO. Army Corps of Engineers: Additional Steps Needed for Review and Revision of Water Control Manuals. Washington, DC: GAO-16-685, 2016. Disponível em: https://www.gao.gov/products/gao-16-685. Acesso em: 21 abr. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Ofícios e pareceres técnicos relativos às condicionantes de operação da UHE Belo Monte. Brasília: IBAMA, 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Enchentes e inundações no Rio Grande do Sul em 2024: impactos e desafios. Brasília: IPEA, 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. Geneva: IPCC, 2023.

MDBA. Basin Plan. Water Markets. Sustainable Diversion Limits. Canberra, 2026. Disponível em: https://www.mdba.gov.au/water-management/basin-plan.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (MIDR). Plano nacional de recursos hídricos 2022-2040. Brasília: MIDR, 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Plano de recuperação dos reservatórios de regularização de usinas hidrelétricas do País. Brasília: MME, jul. 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Portaria MME nº 524, de 16 de julho de 2021. Estabelece diretrizes para enfrentamento da crise hídrica e energética. Brasília: MME, 2021.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Relatório de lições aprendidas no enfrentamento da escassez hídrica 2020-2021. Brasília: MME, 2025.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA (MI). SECRETARIA EXECUTIVA. *Ofício nº 650/2021/SE*. Brasília, DF, 15 jun. 2021. Encaminha a Nota Técnica Conjunta nº 2/2021/CGHV-

SNPTA/DNHI/SNPTA sobre a operação dos reservatórios da cascata do rio Paraná. Disponível em: gov.br/ANA – Ofício nº 650/2021/SE. Acesso em: 14 jul. 2026.

MITECO. Planes Especiales de Sequía. Observatorio Nacional de la Sequía. Madrid, 2026. Disponível em: https://www.miteco.gob.es/en/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia. Acesso em: 21 abr. 2026.

NETO, P. S. G.; OLIVEIRA, H. C. C.; SOUZA, C. A.; SILVA, S. B.; LIMA, M. C. A. Operação hidráulica das UHEs da bacia do rio Paraná no período de escassez hídrica – parte 1 (anos de 2020 e 2021). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., 2023, Aracaju. Anais [...]. Porto Alegre: ABRH, 2023.

NETO, P. S. G.; OLIVEIRA, H. C. C.; SOUZA, C. A.; SILVA, S. B.; LIMA, M. C. A. Operação hidráulica das UHEs da bacia do rio Paraná no período de escassez hídrica – parte 2 (anos de 2021 e 2022). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., 2023, Aracaju. Anais [...]. Porto Alegre: ABRH, 2023.

NOAA. About National Water Model. Washington, DC, 2024. Disponível em: https://water.noaa.gov/about/nwm.

NORDPOOL. Data Portal: Power System – Reservoir. Oslo, 2026. Disponível em: https://data.nordpoolgroup.com/power-system/reservoir.

NVE. The Norwegian Water Resources and Energy Directorate. Oslo, 2026. Disponível em: https://www.nve.no/english/.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Aprimoramento do sistema de gestão de condicionantes operativos hidráulicos de UHEs do SIN. Brasília: ONS/ANEEL, 2025. (NT-ONS DOP 0051/2025).

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Impactos da evolução da matriz elétrica na operação hidráulica. Brasília: ONS, 2025. (NT-ONS DPL 0067/2025).

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Manual de procedimentos da operação: conceitos e metodologias para a operação hidráulica dos sistemas de reservatórios. Brasília: ONS, 2021.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Operação do ONS para atendimento ao Estado do Rio Grande do Sul. Brasília, 2026.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Relatórios anuais de situação hidrometeorológica e operação do SIN. Brasília: ONS, 2021-2024.

PAIVA, L. F. G.; BARROS, A. M. L.; CISNEIROS, S. Atendimento energético do Nordeste: gestão dos usos múltiplos da água no São Francisco. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. Anais [...]. Porto Alegre: ABRH, 2017.

S&P GLOBAL. Droughts rattle Europe's hydropower market, intensifying energy crisis. S&P Global Commodity Insights, 5 ago. 2022.

USACE. EM 1110-2-3600: Management of Water Control Systems. Washington, DC: USACE, 2017. Disponível em: https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM_1110-2-3600.pdf. Acesso em: 21 abr. 2026.

USBR. Colorado River Interim Guidelines for Lower Basin Shortages. Washington, DC: USBR, 2007. Disponível em: https://www.usbr.gov/ColoradoRiverBasin/interimguidelines/index.html. Acesso em: 21 abr. 2026.

USBR. CR Post-2026 Operations. Washington, DC: USBR, 2026. Disponível em: https://www.usbr.gov/ColoradoRiverBasin/post2026/index.html.