

PLANO DE RECUPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DO PAÍS

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

AVALIAÇÃO DA GOVERNANÇA ESPECÍFICA DA GESTÃO DE RESERVATÓRIOS

ABRIL DE 2026

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

PRR PLANO DE RECUPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DO PAÍS	CONSÓRCIO FRACTAL fset	**GOVERNANÇA E GESTÃO INTEGRADA DO SISTEMA ELÉTRICO NACIONAL**

TÍTULO	Nº FORNECEDOR	REV.
META 3 – AVALIAÇÃO ESPECÍFICA DA GOVERNANÇA DA GESTÃO DE RESERVATÓRIOS DO SIN	1269-MME-RT-SIN-0003	0
	Nº CLIENTE	FOLHAS
	-	2 / 98

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 C COMENTÁRIOS
N - NÃO APROVADO
O - CERTIFICADO

Rev.	TE	Descrição	Por	Ver.	Apr.	Data
A	B	Emissão Inicial	ESQ / LAP	CAP	FSV/ HLR	09/01/2026
B	B	Atendimento a comentários ANA, ONS e MME	ESQ / LAP	CAP	FSV/ HLR	28/03/2026
0	L	Documento Aprovado	ESQ / LAP	CAP	FSV/ HLR	14/04/2026

ELABORADO POR

Profissional	Cargo	CREA
Henrique Lucini Rocha	Engenheiro Sanitarista e Ambiental	103570-9 SC
Laís A. Paschoalinoto de Oliveira	Engenheira Civil	198605-1-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 10
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 11
3.7. RELATÓRIOS TÉCNICOS E DOCUMENTOS OPERACIONAIS 12
3.8. PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS RELEVANTES 13
4. CONTEXTUALIZAÇÃO 14
4.1. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO DA GOVERNANÇA 14
4.2. OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DO SIN 17
4.3. ESTUDOS DE CASO 21
4.3.1. BACIA DO RIO PARANÁ – EVENTOS DE ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014 E 2021 21
4.3.1.1. RESERVATÓRIOS DE JUPIÁ E PORTO PRIMAVERA 21
4.3.1.2. RESERVATÓRIOS DE ILHA SOLTEIRA E TRÊS IRMÃOS E A HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ 28
4.3.2. CASCATA SOBRADINHO E XINGÓ – EVENTOS DE ESCASSEZ HÍDRICA DE 2020–2021 36
4.3.3. SISTEMA PARAÍBA DO SUL – EVENTO DE ESCASSEZ HÍDRICA DE 2014-2016 40
4.3.4. BELO MONTE – EVENTOS DE ESCASSEZ HÍDRICA DE 2019-2021 44
4.3.5. RIO GRANDE DO SUL – EVENTOS DE CHEIAS EXTREMAS DE 2023–2024 46
5. METODOLOGIA 55
5.1. PESQUISA DOCUMENTAL 55
5.2. ANÁLISE CRÍTICA SOBRE OS PONTOS FORTES E DE MELHORIA NA ARTICULAÇÃO ENTRE ANA, ONS E OUTROS ATORES 55
5.3. WORKSHOP 55
5.4. ENTREVISTAS QUALIFICADAS 56
6. RESULTADOS E ANÁLISE 56
6.1. AVALIAÇÃO DO WORKSHOP DA META 3 – GOVERNANÇA ESPECÍFICA DA GESTÃO DE RESERVATÓRIOS DO SIN 56
6.1.1. OBJETIVO E CONTEXTO 56
6.1.2. PAINEL TÉCNICO 1: GOVERNANÇA DE RESERVATÓRIOS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES CRÍTICAS 57

6.1.3. PAINEL TÉCNICO 2: CONDICIONANTES OPERATIVOS HIDRÁULICOS, CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS DO SIN E DADOS CADASTRAIS ... 58

6.1.4. PAINEL TÉCNICO 3: ARTICULAÇÃO ENTRE SETORES E ATORES USUÁRIOS DE ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS DO SETOR ELÉTRICO ... 59

6.2. ANÁLISE DA ATUAL ESTRUTURA DE ARTICULAÇÃO ENTRE ANA E ONS ... 60

6.2.1. ANÁLISE SWOT OU FOFA – STRENGTHS (FORÇAS), WEAKNESSES (FRAQUEZAS), OPPORTUNITIES (OPORTUNIDADES) E THREATS (AMEAÇAS) ... 68

6.3. ANÁLISE DA ESTRUTURA DE ARTICULAÇÃO ENTRE ANA-ONS E OUTRAS INSTITUIÇÕES ... 70

6.4. AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE GOVERNANÇA ESPECÍFICA PARA ENFRENTAR SITUAÇÕES CRÍTICAS ... 73

6.5. AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE ARTICULAÇÃO DOS DIVERSOS SETORES E ATORES ENVOLVIDOS ... 76

7. CONCLUSÕES ... 81

8. PROPOSIÇÕES ... 82

8.1. ARTICULAÇÃO ENTRE ANA E ONS ... 82

8.2. GOVERNANÇA PARA SITUAÇÕES CRÍTICAS ... 82

8.3. ARTICULAÇÃO DOS DIVERSOS SETORES E ATORES ENVOLVIDOS ... 83

8.4. ENCAMINHAMENTOS PARA AS PRÓXIMAS METAS DA CP11 ... 83

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ... 85

ANEXO I ... 97

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

CEIVAP – Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

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

CREG – Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética

DESSEM – Modelo de Despacho Hidrotérmico de Curtíssimo Prazo

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

GTA – Grupo Técnico de Assessoramento

GTAOH – Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica

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

MME – Ministério de Minas e Energia

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PDE – Plano Decenal Energético

PEN – Plano da Operação Energética

PLD – Preço de Liquidação 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

SGCOPHI – Sistema de Gestão de Condicionantes Operativos Hidráulicos

SIN – Sistema Interligado Nacional

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SWOT (ou FOFA) – Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças)

UHE – Usina Hidrelétrica

1. INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o Relatório Técnico da Meta 3 – “Avaliar a governança específica da gestão de reservatórios do SIN”, correspondente aos CONTRATOS N.º 4500083285 e 4500083301, firmados entre CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. – ELETROBRAS, Companhia Hidroelétrica do São Francisco – Eletrobrás 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;
- Conclusões; e
- Proposições.

2. OBJETIVO

Este relatório técnico tem o objetivo de apresentar a contextualização, a metodologia, os resultados e análise, as conclusões e as proposições sobre a necessidade de:

- Instrumentos para robustecer a articulação entre ANA e ONS;
- Governança específica para gestão de reservatórios, em especial, para enfrentar situações críticas; e
- Necessidade de articulação dos diversos setores usuários de água e atores envolvidos na gestão de reservatórios.

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 licença para construção de reservatórios (art. 108) e 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 e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). A Lei consagra a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e o uso múltiplo como diretriz obrigatória na operação de reservatórios.

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 no Sistema Interligado Nacional (SIN), incluindo 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 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 707, de 21 de dezembro de 2004: Dispõe sobre os procedimentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos para fins de aproveitamento hidrelétrico, definindo 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 — Referência Técnica RT-OR.BR.01 — Conceitos e Metodologias para a Operação Hidráulica dos Reservatórios (Rev. 07): Documento do Operador Nacional do Sistema Elétrico que define os conceitos, terminologia e metodologias para a operação hidráulica dos reservatórios do SIN. Aborda Restrições Operativas Hidráulicas (ROH), Informações Operativas Relevantes (IOR), Período de Controle de Cheias (PCC), volumes de espera e situações de operação (Normal, Atenção, Alerta e Emergência).

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 5.5 dos Procedimentos de Rede — Operação Hidráulica dos Reservatórios: 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 — 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) — Ciclo 2022/2023: Relatório técnico periódico elaborado pelo ONS em conjunto com os agentes de geração, contendo as diretrizes para operação de controle de cheias e os volumes de espera dos reservatórios do SIN. Publicado em RT-ONS DOP 0426/2022. Documento de natureza técnico-periódico (substituído anualmente).

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).

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.

3.8. PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS RELEVANTES

ZAMBON, Renato Carlos. A operação dos reservatórios e o planejamento da operação hidrotérmica do Sistema Interligado Nacional. Revista USP, São Paulo, n. 104, p. 133–144, 2015. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i104p133-144. Discute o planejamento da operação de reservatórios no contexto do sistema hidrotérmico brasileiro, a não estacionariedade das séries históricas de vazões afluentes e as restrições operativas associadas a usos múltiplos.

RIBEIRO JUNIOR, Leopoldo Uberto; ZUFFO, Antonio Carlos; SILVA, Benedito Claudio da. Elaboração de uma ferramenta para operação de reservatórios hidrelétricos com usos múltiplos considerando efeitos de mudanças climáticas: Estudo de caso da UHE de Furnas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), v. 21, n. 2, 2016. Desenvolve ferramenta computacional para otimização da operação de reservatórios hidrelétricos com múltiplos usos, incorporando projeções de mudanças climáticas.

ZAMBON, R. C. et al. Flood Control and Energy Production on the Brazilian Hydrothermal System. REGA — Revista de Gestão de Águas da América Latina, v. 11, n. 1, p. 89–96, 2014. Analisa o conflito e a complementaridade entre o controle de cheias e a produção de energia nos reservatórios do sistema hidrotérmico brasileiro.

ZAMBON, R. C. et al. Optimization of Large-Scale Hydrothermal System Operation. Journal of Water Resources Planning and Management, v. 138, n. 2, p. 135–143, 2012. Propõe metodologia de otimização para a operação de sistemas hidrotérmicos de grande escala, com aplicação ao caso brasileiro.

XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (SBRH), 2023 — ABRH. Restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos do SIN: estado da arte e perspectivas de aprimoramento. Trabalho XXV-SBRH-0880. ISSN 2318-0358. Porto Alegre:

ABRH, 2023. Apresenta diagnóstico detalhado das restrições operativas hidráulicas cadastradas no SIN, incluindo histórico, evolução e perspectivas de aprimoramento no contexto do PRR.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO

De forma a subsidiar os dados neste documento incluídos e as constatações decorrentes de análise crítica sobre estes 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 estudos de caso que contribuirão para as supracitadas análises. Assim, segue.

4.1. SÍNTESE DO DIAGNÓSTICO DA GOVERNANÇA

No âmbito da CP-11, em atendimento à Meta 2, cujo objetivo foi a elaboração do diagnóstico da governança da gestão de recursos hídricos, numa particular análise e sintetização dos principais achados do referido documento (1269-MME-M2-SIN-0025-2), pôde-se verificar, a partir de uma visão abrangente – a qual o presente documento objetiva especificar –, o estado atual da governança dos reservatórios do SIN e os caminhos possíveis para seu aprimoramento.

De maneira abrangente, observa-se que o sistema brasileiro já dispõe de um conjunto robusto e consolidado de instrumentos legais, regulatórios e operacionais para governança e gestão de reservatórios. No entanto, constatou-se que tais instrumentos estão distribuídos entre diferentes entidades, dadas as distintas atribuições de cada uma, como ANA, ONS, ANEEL, órgãos ambientais, comitês de bacia e o próprio MME.

O objetivo central do PRR é “reduzir assimetria de informação e promover a participação efetiva de todas as entidades setoriais usuárias da água” (CNPE, 2022). Sob essa perspectiva, a análise da governança evidencia a necessidade de mecanismos mais claros de articulação entre os múltiplos usos da água: dessedentação humana e animal (uso prioritário), segurança eletroenergética do SIN, abastecimento urbano, irrigação e navegação. A flexibilização das curvas de armazenamento em condições de escassez, prevista no artigo 30º da Lei Federal nº 14.182/2021, deve ocorrer com definição clara de papéis entre ANA e ONS, garantindo previsibilidade a todos os usuários.

Os achados do documento analisado neste item apontam para oportunidades de fortalecer essa articulação, aprimorar protocolos e estruturar mecanismos que tragam maior previsibilidade às decisões operativas.

Um dos temas que despontam com clareza nas análises é a importância de estabelecer instrumentos mais padronizados e com diretrizes mais claras para as condições de operação de reservatórios. A respeito disso, embora já existam resoluções específicas da ANA abrangendo condicionantes ambientais, regras contratuais e normas do setor elétrico, esses elementos aparecem distribuídos em diferentes bases e, não ocasionalmente, podem acabar sendo interpretados e aplicados de acordo com o contexto de cada bacia ou evento hidrológico. Destaca-se, por exemplo, que as transições entre regimes ordinários e extraordinários, como períodos de cheia ou estiagem, nem sempre seguem um ritmo uniforme, o que pode dificultar a compreensão dos agentes e o planejamento de ações preventivas, além de diminuir a celeridade das decisões.

Nesse sentido, um dos principais pontos de melhoria propostos no documento em análise é a criação de um instrumento que consolide, em um único ambiente, todos os condicionantes operativos hidráulicos[1], sejam eles restrições hidráulicas (ROH), informações operativas relevantes (IOR), diretrizes operativas (DZO) ou intervenções (INT). Espera-se, com isso, que tal consolidação permita, de forma clara e acessível, que gestores, órgãos reguladores, órgãos ambientais, concessionários e a sociedade possam compreender inequivocadamente o conjunto de regras aplicável a cada reservatório. Além de reduzir assimetrias de informação, tal instrumento traria maior embasamento e previsibilidade às decisões operativas — especialmente em momentos nos quais são necessários ajustes para preservar a proteção à vida, a segurança hídrica, hidráulica e energética.

A experiência recente das resoluções ANA nº 193/2024 e nº 194/2024, que definiram faixas operativas sazonais (período seco e úmido) em bacias estratégicas, exemplifica como a formalização de regras específicas pode contribuir para a recomposição de armazenamentos e para uma operação mais alinhada aos objetivos do sistema como um todo (ANA, 2025).

Outro ponto destacado é a necessidade de fortalecer mecanismos de governança voltados especificamente ao enfrentamento de situações críticas. A operação de reservatórios exige tempestividade e estratégias variáveis conforme o tipo de evento hidrológico: enquanto estiagens prolongadas permitem maior capacidade de mobilização e planejamento, eventos de cheia geralmente exigem respostas rápidas e coordenação imediata entre diversas instituições e eventualmente usuários envolvidos. Essa diferença de características entre eventos extremos

[1] Conforme definido por ONS (2024) os condicionantes operativos hidráulicos (COPHIs) são quaisquer limitações impostas a variáveis hidráulicas de usinas hidroelétricas despachadas de forma centralizada pelo ONS (ONS, 2024). Esta é a definição adotada ao longo de todo este trabalho.

evidencia a importância de uma estrutura de governança que seja suficientemente flexível e, concomitantemente, formalizada para lidar com essas duas realidades.

O diagnóstico destaca, ainda, que, na atual conjuntura de recursos tecnológicos utilizados oficialmente no país, a previsão de secas apresenta maior confiabilidade do que a previsão de cheias, o que reforça a necessidade de protocolos que orientem decisões rápidas e bem coordenadas quando a situação exigir. Além disso, o avanço de fontes renováveis intermitentes na matriz elétrica tem trazido novos desafios à operação das hidrelétricas, que passam a desempenhar papel ainda mais relevante na garantia de flexibilidade e atendimento às variações horárias de carga. Esses desafios operacionais, somados às limitações físicas naturais de alguns reservatórios, apontam para a imperatividade de estabelecer uma governança capaz de acompanhar tais transformações e oferecer diretrizes claras para as operações de curto, médio e longo prazo.

A discussão sobre governança é ainda mais ampla quando observada sob a lente dos usos múltiplos da água. A crise hídrica de 2020–2021 evidenciou como decisões sobre defluências e estratégias de armazenamento afetam de maneira direta outros setores, como agricultura, abastecimento urbano, navegação, pesca e meio ambiente. Ao longo dessa crise, foi necessário envolver diversos setores no debate e promover ajustes coordenados para conciliar prioridades. Essa experiência reforçou o entendimento de que uma governança multissetorial, estruturada e permanente é necessária para garantir que as decisões operativas reflitam a complexidade dos interesses envolvidos.

Os comitês de bacia hidrográfica, embora exerçam papel importante no âmbito dos recursos hídricos, possuem cadência e formatos de deliberação variados entre si e que nem sempre são compatíveis com as urgências do setor elétrico, que é o responsável pela garantia do suprimento energético nacional. Para suprir essa diferença temporal, as Salas de Acompanhamento e de Crise coordenadas pela ANA têm desempenhado uma função valiosa ao promover diálogo direto e imediato entre diferentes atores, oferecendo um espaço que concilia a urgência da operação com a participação dos setores usuários. Esse mecanismo tem se mostrado eficaz em momentos de crise e pode ser expandido ou sistematizado como parte de uma governança permanente voltada ao enfrentamento de eventos hidrológicos críticos.

Inevitavelmente, a necessidade de articulação entre setores também envolve o licenciamento ambiental. O material avaliado mostra que condicionantes ambientais estabelecidas individualmente para aproveitamentos hidrelétricos podem, em determinados momentos, entrar em conflito com as estratégias operativas do sistema elétrico ou com metas de armazenamento definidas pelos órgãos

gestores de recursos hídricos. Essa constatação reforça a importância de aproximar os processos de licenciamento das diretrizes operativas do SIN e dos usos múltiplos existentes nas bacias, de modo que ajustes eventuais possam ser discutidos e implementados de forma coordenada e tecnicamente fundamentada.

Há também uma importante contribuição do ponto de vista institucional: muitos dos desafios levantados não dizem respeito à ausência de legislação, mas sim à necessidade de harmonizar prazos, compassos decisórios e mecanismos de interação entre órgãos. O sistema brasileiro de gestão de recursos hídricos, previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, é descentralizado e participativo, e adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, enquanto o sistema elétrico opera, majoritariamente, de forma interligada em todo o país, e em regime contínuo, o que demanda decisões rápidas, com coordenação em tempo real. A articulação entre essas duas lógicas — participativa e imediata (além dos focos distintos – bacia hidrográfica e sistema interligado) — requer mecanismos claros que permitam integrar decisões de longo prazo, como as definidas em planos de bacia, com decisões de curto prazo necessárias à segurança energética.

Por fim, o relatório 1269-MME-M2-SIN-0025-2 reforça que a construção de instrumentos formais, a estruturação de governança específica para eventos críticos e a ampliação da articulação multissetorial não servem apenas para mitigar riscos ou resolver conflitos: eles contribuem, sobretudo, para uma operação mais eficiente, previsível e alinhada com as necessidades atuais e futuras do país. A integração entre setores e a previsibilidade nas transições operativas ajudam a aumentar a confiança dos agentes, fortalecem a segurança hídrica e energética e facilitam a adoção de estratégias baseadas em evidências; especialmente em um cenário de aumento da ocorrência de eventos extremos, forte presença de fontes renováveis e, em termos de usos múltiplos, a forte dependência de nível d'água dos sistemas de captação.

Assim, o diagnóstico traçado na Meta 2 aponta para a oportunidade de aprimorar o arcabouço institucional que valorize a previsibilidade das decisões e a cooperação e articulação intersetorial, promovendo uma operação de reservatórios alinhada aos múltiplos desafios e demandas do Brasil contemporâneo.

4.2. OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE REGULARIZAÇÃO DO SIN

Complementarmente à visão estabelecida no diagnóstico da governança, conforme síntese apresentada no item 4.1, de forma a aprofundar, para além do diagnóstico, nas especificidades da gestão de reservatórios, discorre-se aqui sobre o contexto operacional desses.

A operação dos reservatórios de regularização no SIN é uma das atividades mais complexas e estratégicas do setor hídrico e energético brasileiro. Em um país cuja matriz elétrica depende histórica e majoritariamente da geração hidrelétrica, mesmo com a inserção de outras fontes no sistema, o modo como os reservatórios são geridos determina o desempenho e segurança do sistema elétrico, a segurança hídrica de milhões de pessoas e atividades econômicas, bem como a resiliência das bacias hidrográficas.

A ANA (2024) aponta que os reservatórios plurianuais exercem papel essencial na redução da variabilidade hidrológica, garantindo a disponibilidade de água durante estiagens prolongadas e sustentando diferentes usos, como geração de energia, abastecimento de água, irrigação, navegação e manutenção de ecossistemas aquáticos.

No âmbito do sistema elétrico, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2023) define a operação dos reservatórios como um processo que envolve otimização energética, segurança operativa e hidráulica, e atendimento a condicionantes operativos hidráulicos. Esses condicionantes podem decorrer tanto das outorgas concedidas pela ANA, quanto de resoluções complementares, licenças ambientais e restrições operativas indicadas pelos próprios operadores de usinas hidrelétricas, por meio de Formulário de Solicitação de Atualização Restrição Hidráulicas (FSAR-H) submetido ao ONS. O arcabouço regulatório brasileiro reforça a necessidade de compatibilização entre geração de energia elétrica e usos múltiplos da água, um princípio estabelecido desde a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997).

Tecnologicamente, o sistema brasileiro utiliza modelos computacionais avançados para planejar e operar os reservatórios, levando em conta cenários hidrológicos e parâmetros de aversão ao risco. O modelo NEWAVE, por exemplo, opera com otimização estocástica de longo prazo, empregando modelos de programação dinâmica dual estocástica com o objetivo de minimizar o custo de operação, considerando incertezas hidrológicas e estratégias de armazenamento (EPE, 2023). Estudos realizados pelo Banco Mundial (World Bank, 2020) apontam que o Brasil possui um dos sistemas mais complexos do mundo, exigindo ferramentas sofisticadas para gestão integrada. Esse entendimento é compartilhado pela literatura acadêmica, que ressalta que a gestão de grandes reservatórios demanda integração entre hidrologia, engenharia, modelagem estocástica e políticas públicas (Tucci, 2017; Lanna, 2015; Porto, 2020).

Do ponto de vista institucional, a governança dos reservatórios tem sido aprimorada após a promulgação da Lei nº 14.182/2021, que dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) e institui o Plano de Recuperação dos Reservatórios (PRR). O

Ministério de Minas e Energia (MME, 2023) documenta que o PRR estabeleceu diretrizes de longo prazo para recompor os armazenamentos estratégicos do país, frente a um cenário de maior variabilidade climática e de expansão das fontes renováveis intermitentes. O PRR, já aprovado pelo CNPE, prevê 21 ações que requerem, em sua maioria, articulação entre ANA, ONS, EPE, ANEEL e MIDR, reforçando o caráter multissetorial da gestão dos reservatórios.

Nesse âmbito, a ANA tem papel central na governança, por meio das outorgas de direito de uso de recursos hídricos e de resoluções que estabelecem condições de operação dos reservatórios, tais como níveis máximos e mínimos, vazões mínimas obrigatórias, defluências máximas e faixas de operação. Essas resoluções são baseadas em estudos hidrológicos, articulações com o ONS, atendimento aos usos múltiplos da água e observação a critérios ambientais e recomendações de órgãos como IBAMA e os Comitês de Bacia Hidrográfica (ANA, 2022; IBAMA, 2021).

Além das fontes nacionais, estudos internacionais contribuem para o aprimoramento das práticas brasileiras. A UNESCO (2020), por exemplo, reforça a importância da operação integrada de grandes reservatórios como instrumento para atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente aqueles relacionados à segurança hídrica e energética. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) alerta que sistemas como o brasileiro enfrentarão maior frequência de eventos hidrológicos extremos, demandando redesenho operacional, avaliação contínua de volumes de espera, melhoria nas previsões e maior flexibilidade institucional.

Em termos práticos e procedimentais, a operação dos reservatórios que compõem o SIN integra quatro grandes etapas:

i. Diagnóstico hidrológico;
ii. Definição de condicionantes operativos hidráulicos;
iii. Otimização sistêmica; e
iv. Execução/monitoramento da operação.

O diagnóstico hidrológico envolve a integração de séries históricas de variáveis hidrometeorológicas, dados em tempo real e previsões meteorológicas e climáticas. Esses conjuntos de dados são agregados pela ANA, CPRM/SGB, ONS e centros meteorológicos, como o CPTEC/INPE.

A definição dos condicionantes operativos de reservatórios é de responsabilidade direta da ANA, que estabelece regras com vistas a compatibilizar os usos múltiplos da água minimizando impactos sociais e econômicos (ANA, 2022).

A otimização sistêmica é realizada pelo ONS utilizando modelos computacionais, que definem a melhor estratégia de uso dos volumes armazenados (ONS, 2023).

Por fim, a execução e o monitoramento da operação também envolvem coordenação com concessionários de usinas hidrelétricas, órgãos gestores de recursos hídricos estaduais e órgãos ambientais para garantir o cumprimento dos condicionantes e monitoramento da operação.

Eventos hidrológicos extremos revelam a complexidade desse processo. A crise hídroenergética de 2021–2022 é considerada um dos episódios mais críticos desde 1953 (EPE, 2022). Os principais reservatórios das bacias do Paraná, Grande e Paranaíba atingiram níveis drasticamente baixos. Para evitar o colapso dos sistemas de abastecimento e geração, a ANA publicou resoluções temporárias reduzindo defluências em reservatórios como Furnas, Mascarenhas de Moraes, Marimbondo e Emborcação. Em paralelo, o ONS intensificou o despacho térmico e buscou importações emergenciais (MME, 2023). Entretanto, como relatado no relatório anterior (1269-MME-M2-SIN-0025-2), foi instituída uma Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG), por meio da Medida Provisória 1055/2021, que definiu regras operativas emergenciais que sobrepuseram os normativos então vigentes. Estudos acadêmicos sobre o episódio indicam que o aumento da variabilidade hidrológica pode estar associado a mudanças climáticas e processos de uso do solo nas bacias de contribuição (Souza et al., 2023; IPCC, 2022).

Outro episódio importante foi a crise hídrica da bacia do rio São Francisco entre 2015 e 2017. Na ocasião, a ANA autorizou reduções históricas nas defluências mínimas do reservatório de Sobradinho para preservar o volume útil, após vários anos consecutivos de estiagem severa (ANA, 2017). Estudos acadêmicos apontam que essa medida foi essencial para evitar desabastecimento em grandes centros urbanos do Nordeste e para manter o equilíbrio ecológico do Baixo São Francisco (Silva & Porto, 2018). O ONS, ao mesmo tempo, promoveu análises de segurança para aumentar a participação térmica e reduzir a dependência hídrica no período (ONS, 2017).

Além das estiagens, há episódios de cheias significativas. As enchentes de 2023 e 2024 no Sul do Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, demonstraram a importância dos reservatórios de regularização para a proteção contra eventos extremos, ausentes em algumas bacias naquela região, como nas bacias do Taquari e Jacuí. Entretanto, a operação coordenada dos reservatórios, principalmente de Passo Real, no evento de 2024, auxiliou na redução de impactos a jusante e otimizou a recomposição dos volumes após os picos de cheia.

Os desafios futuros para a operação dos reservatórios incluem o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, considerando a não estacionariedade da séries hidrológicas; a maior participação das fontes renováveis intermitentes, que exigem mais flexibilidade dos reservatórios; e a necessidade de atendimento a diferentes demandas relacionadas aos usos múltiplos da água e requisitos ambientais, em um contexto de estagnação da capacidade de reservação, tendo em vista as dificuldades de implantação de novos reservatórios. Além disso, questões institucionais, como a integração entre comitês de bacia, órgãos ambientais, ANA, ONS e comunidades locais, permanecem centrais para a eficiência da governança.

Assim, torna-se evidente que operar reservatórios de regularização no SIN exige conhecimento técnico especializado, integração entre meteorologia, climatologia, hidrologia, hidráulica, despacho energético, consideração de usos múltiplos, capacidade institucional e abordagem interdisciplinar. A evolução dos instrumentos regulatórios, a modernização das práticas operativas e a ampliação da base técnica mostram que o Brasil precisa avançar na direção de uma governança ainda mais robusta, alinhada às melhores práticas internacionais e às recomendações científicas contemporâneas.

4.3. ESTUDOS DE CASO

Neste item, apresentam-se estudos de caso para enfrentamento de eventos extremos considerados relevantes para a avaliação específica da governança da gestão de reservatórios do SIN e que serviram de subsídio exemplificativo para as discussões conduzidas neste documento.

4.3.1. Bacia do Rio Paraná – Eventos de escassez hídrica de 2014 e 2021

4.3.1.1. Reservatórios de Jupiá e Porto Primavera

As Usinas Hidrelétricas Engenheiro Souza Dias (UHE Jupiá) e Engenheiro Sérgio Motta (UHE Porto Primavera) estão localizadas na calha principal do rio Paraná, na divisa entre os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo, e compõem a porção mais a jusante da cascata hidrelétrica que drena as bacias dos rios Grande e Paranaíba antes de alcançar o reservatório de Itaipu. A UHE Jupiá, operada pela CTG Brasil, possui 14 unidades geradoras e potência instalada de 1.551,2 MW, com uma barragem de 5.495 metros de comprimento e reservatório de 330 km², integrando, junto à UHE Ilha Solteira, o sexto maior complexo hidrelétrico do mundo (CTG BRASIL, 2025).

A UHE Porto Primavera, operada pela Companhia Energética de São Paulo (CESP), também dispõe de 14 unidades geradoras com potência instalada de 1.540 MW e detém a barragem mais extensa do Brasil, com 10.186,20 metros, além de um reservatório de 2.250 km², formado sobre uma

área de antigas várzeas e ilhas do Paraná (CESP, 2023). Ambas as usinas operam no regime de fio d'água, o que significa que não possuem capacidade de regularização interanual ou mesmo mensal das vazões do rio Paraná: o volume que afluí ao reservatório é, essencialmente, defluído na mesma proporção, tornando suas condições operativas diretamente dependentes do que é deplecionado ou acumulado pelos reservatórios de regularização situados a montante — notadamente Furnas, Marimbondo, Água Vermelha, Emborcação, Itumbiara e Serra da Mesa, distribuídos pelas bacias do Grande e do Paranaíba (MME, 2024; ONS, 2023). Essa posição de elo terminal da cascata – vide Figura 1 – e a ausência de amortecimento hidrológico próprio conferem às UHEs Jupiá e Porto Primavera um papel de fronteira crítica na governabilidade hidráulica do subsistema Sudeste/Centro-Oeste do Sistema Interligado Nacional (SIN), respondendo por parâmetros operativos — especialmente as defluências mínimas regulatórias — que balizam o ritmo de esvaziamento ou recuperação de toda a cascata superior.

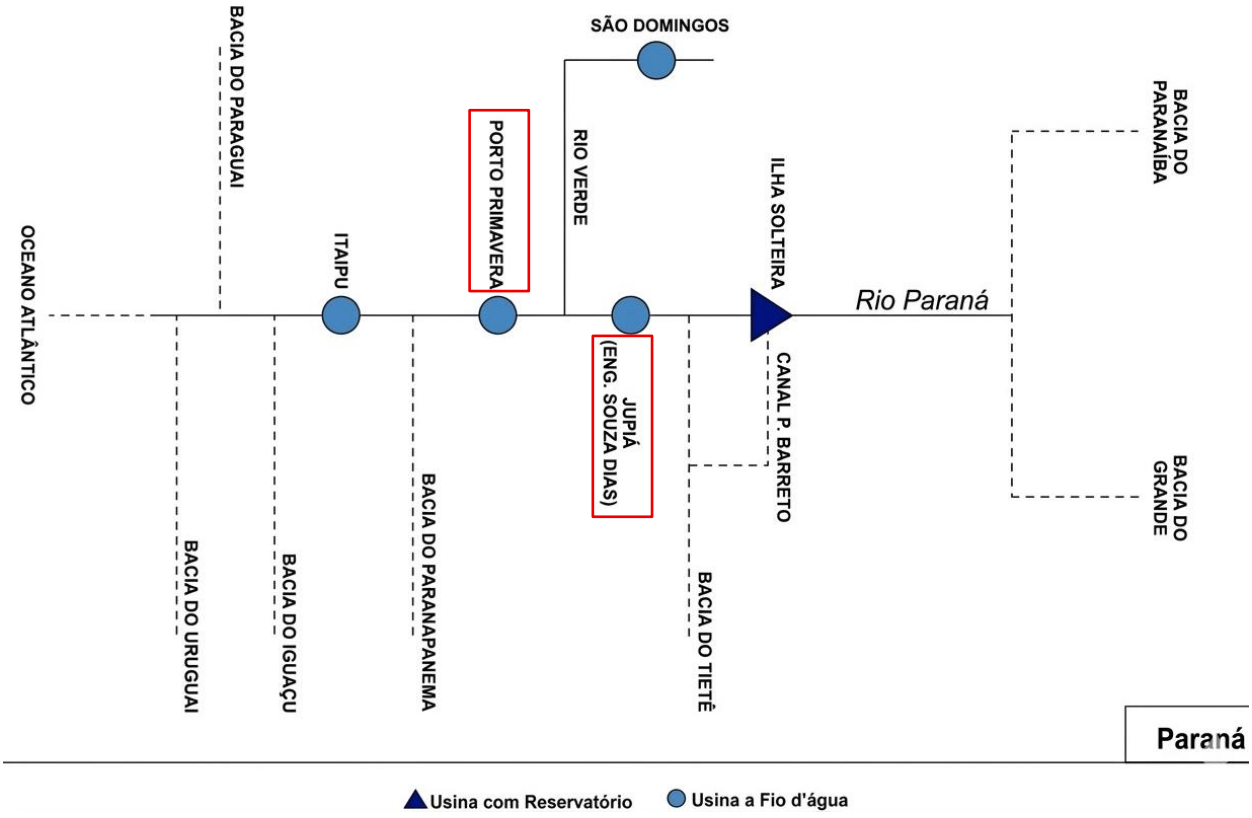


Figura 1 – Diagrama unifilar da bacia do rio Paraná com destaque para os reservatórios de Jupiá e Porto Primavera. Fonte: Adaptado de ANA, 2026.

O contexto que culminou na crise de 2021 é resultado da convergência de um evento hidrológico excepcional com vulnerabilidades estruturais há muito presentes no modelo de gestão dos recursos hídricos para fins energéticos. O ano hidrológico compreendido entre agosto de 2020

e setembro de 2021 foi classificado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) como o pior da série histórica de monitoramento das condições hidrológicas das bacias brasileiras — o pior cenário em 91 anos de registros (LUPPA/UFRJ, 2021; SENADO FEDERAL, 2021). Em particular, o período de outubro de 2020 a maio de 2021 na bacia do rio Paranaíba e a sequência de meses de setembro de 2020 a maio de 2021 no SIN foram marcados por precipitações sistematicamente abaixo da média histórica, agravadas por fenômenos climáticos como La Niña e pela alteração dos padrões de umidade associados ao desmatamento da Amazônia e do Cerrado (INEEP, 2021; LUPPA/UFRJ, 2021). O solo ressecado reduziu drasticamente a parcela da chuva efetivamente convertida em vazão afluente aos reservatórios. No início de junho de 2021, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) já havia reconhecido, em sua 248ª Reunião Extraordinária, o risco de comprometimento da geração elétrica para o SIN, e o Sistema Nacional de Meteorologia havia emitido, em 28 de maio, o primeiro Alerta de Emergência Hídrica da história da meteorologia brasileira — em 111 anos de registros — para a Região Hidrográfica do Paraná, abrangendo os estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná (ANA, 2021a).

A situação de Jupiá e Porto Primavera tornava-se particularmente crítica porque suas defluências mínimas regulatórias permanentes registradas pelo ONS eram, respectivamente, de 4.000 m³/s e 4.600 m³/s — valores superiores às próprias vazões afluentes históricas em períodos secos, o que tornava a cascata estruturalmente incapaz de acumular água nesses empreendimentos durante a estiagem (CNPE/MME, 2023). Segundo análise da consultoria PSR, a vazão obrigatória de Jupiá, em condições normais, era superior a um terço das vazões naturais históricas mínimas, implicando que o reservatório estava, nessas condições, permanentemente sob pressão de esvaziamento — e que, em anos com afluências abaixo da média, a consequência era o aprofundamento do deplecionamento dos reservatórios a montante, pois estes precisavam turbinar continuamente para garantir o atendimento da restrição de jusante (MEGAWHAT, 2021).

Durante a crise propriamente dita — que se intensificou entre maio e novembro de 2021 —, a dinâmica operativa de Jupiá e Porto Primavera tornou-se o ponto central de intervenção do setor elétrico e do regulador hídrico. Em 11 de junho de 2021, o Ministério de Minas e Energia (MME) publicou a Portaria nº 524, determinando que as concessionárias CTG Brasil (Jupiá) e CESP (Porto Primavera) iniciassem imediatamente os testes de redução das defluências mínimas, com meta de atingir, de forma estável a partir de 1º de julho, os patamares de 2.300 m³/s em Jupiá e 2.700 m³/s em Porto Primavera (MME, 2021b). A redução representava uma contração de quase 40% em relação às defluências médias praticadas naquele período — Jupiá passaria de cerca de 3.700 m³/s para 2.300 m³/s, e Porto Primavera, de 4.300 m³/s para 2.700 m³/s (CNN BRASIL, 2021). A

concessionária de Jupiá conseguiu atingir o patamar-alvo já em 25 de junho de 2021 e formalizou a nova restrição junto ao ONS via Formulário de Solicitação de Atualização de Restrição Hidráulica (FSAR-H nº 1.901-2021), com vigência até outubro de 2021. Porto Primavera, por sua vez, encontrou uma limitação de natureza ambiental: a redução abaixo de 2.900 m³/s poderia causar o aprisionamento de peixes em poças nas margens do rio, comprometendo a ictiofauna e prejudicando as comunidades pesqueiras da região, de modo que a concessionária solicitou à ANA, por meio do Relatório Técnico RT/GS/25/2021, a manutenção do piso de 2.900 m³/s, e assim procedeu formalizando junto ao ONS a nova restrição via FSAR-H nº 1.940-2021 (CCEE, 2021). Esses fatos revelam, desde o início da gestão da crise, a tensão entre os objetivos energéticos e os compromissos ambientais associados ao uso múltiplo das águas, e a relevância de que as decisões fossem tomadas com respaldo técnico e ambiental robusto.

O leque de setores e usuários afetados pela crise foi significativamente amplo, deixando claro que a operação de reservatórios a fio d'água como Jupiá e Porto Primavera tem externalidades que transcendem em muito o setor elétrico. O setor de transporte hidroviário foi o mais visivelmente atingido: a Hidrovia Tietê-Paraná, que depende da manutenção de cotas mínimas nos reservatórios de Ilha Solteira e Jupiá para garantir o calado necessário à navegação, teve suas operações progressivamente restringidas ao longo do segundo trimestre de 2021 e foi completamente paralisada a partir de 27 de agosto, quando o último comboio de barcaças saiu do porto de Pederneiras (SP), encerrando o tráfego por uma rota que, em 2020, havia movimentado 6,16 milhões de toneladas de produtos agrícolas e industriais (ECOA, 2022). A paralisação durou cerca de oito meses — a via só foi reaberta sem restrições em 29 de março de 2022, após o retorno de Ilha Solteira à sua cota mínima de outorga de 325,4 metros (ANA, 2022). O prejuízo ao setor hidroviário foi estimado em R$ 3 bilhões pelo Sindicato dos Despachantes Aduaneiros, incluindo a demissão de 80% dos trabalhadores portuários de Pederneiras, o aumento de custos logísticos para o agronegócio — pois a alternativa rodoviária chegava a custar de três a cinco vezes mais por tonelada transportada — e o impacto em cadeia nos preços de alimentos e insumos agrícolas (PORTOSENAVIOS, 2021).

Comunidades pesqueiras ao longo do rio Paraná também foram impactadas pela redução das vazões e pela instabilidade nos níveis da água, com o aprisionamento de peixes citado pela própria CESP como justificativa técnica para limitar a redução de defluência de Porto Primavera. Para o setor elétrico, a crise implicou o acionamento intensivo e prolongado de usinas termelétricas com custo variável unitário (CVU) altíssimo — chegando a R$ 2.500/MWh nas estimativas do ONS —, o que elevou drasticamente as tarifas de energia ao consumidor, com acionamento da bandeira

vermelha patamar 1 em maio de 2021 pela ANEEL e posterior escalada da cobrança ao longo do segundo semestre (CORREIO BRAZILIENSE, 2021).



Figura 2 – Equipes trabalhando no resgate de peixes aprisionados em poças formadas pelo extremo deplecionamento do reservatório de Porto Primavera.
Fonte: CESP citado por BBC, 2021.

A crise de 2021 exigiu uma articulação institucional sem precedentes na história recente da governança hídrica e energética brasileira, envolvendo múltiplos órgãos com competências sobrepostas e ritmos de resposta distintos. Em 1º de junho de 2021, a ANA publicou a Resolução nº 77/2021, declarando situação crítica de escassez quantitativa de recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraná — a primeira vez que esse instrumento legal era acionado para a bacia —, instituindo simultaneamente o Grupo Técnico de Assessoramento da Situação da Região Hidrográfica do Paraná (GTA-RH Paraná), composto por representantes da ANA e dos órgãos estaduais de gestão de recursos hídricos de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná e São Paulo (ANA, 2021a). O GTA-RH Paraná desempenhou papel central nas discussões técnicas que subsidiaram as decisões subsequentes sobre as flexibilizações operativas, em especial as relativas a Ilha Solteira, Jupiá e Porto Primavera.

Paralelamente, o CMSE — fórum multisetorial presidido pelo MME — assumiu a coordenação das deliberações emergenciais, com participação do ONS, da ANA, da ANEEL e da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE). Reconhecendo, contudo, que a gravidade da situação

demandava um arranjo com maior poder decisório e força normativa, o governo federal editou, em 28 de junho de 2021, a Medida Provisória nº 1.055, instituindo a Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG), integrada pelos ministros de Minas e Energia, Desenvolvimento Regional, Agricultura, Meio Ambiente, Infraestrutura e Economia, com competência para definir, em caráter excepcional e temporário, limites de uso, armazenamento e vazão das usinas hidrelétricas, além de homologar deliberações do CMSE com força obrigatória para toda a administração pública federal, o ONS, a CCEE e os concessionários do setor (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2021; MME, 2021a).

A CREG foi o principal instrumento que 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 necessário para a preservação energética e a sustentabilidade hidráulica da cascata. A ANA, por sua vez, editou a Resolução nº 84/2021, de 21 de junho, autorizando a operação excepcional do reservatório de Ilha Solteira com nível mínimo de 325 metros entre julho e agosto, como medida temporária anterior à plena atuação da CREG, e coordenou reuniões mensais com concessionárias, ONS, representantes do setor hidroviário e órgãos estaduais para monitorar o cumprimento das condições estabelecidas (ANA, 2021b). O IBAMA também integrou a articulação, concedendo os Planos de Ação necessários para autorizar as flexibilizações ambientais das defluências, condição indispensável para que a Portaria MME nº 524/2021 pudesse ser efetivada sem expor as concessionárias a sanções por infração ambiental.

Os principais instrumentos normativos que estruturaram a resposta à crise foram editados em rápida sequência ao longo do primeiro semestre de 2021, refletindo a urgência da situação: a Resolução ANA nº 77/2021 declarou a escassez e criou o grupo de assessoramento; a Portaria MME nº 524/2021 determinou a redução das defluências de Jupiá e Porto Primavera; a Medida Provisória nº 1.055/2021 criou a CREG e dotou suas deliberações de obrigatoriedade jurídica; e a Resolução ANA nº 84/2021 autorizou a operação excepcional de Ilha Solteira (ABRACEEL, 2021; ANA, 2021b; CNN BRASIL, 2021).

Em outubro de 2021, enquanto o período chuvoso se aproximava, a ANA aprovou o Plano de Contingência para a Recuperação de Reservatórios do SIN — com vigência de 1º de dezembro de 2021 a 30 de abril de 2022 —, que definiu as vazões defluentes máximas a serem praticadas durante o período úmido por nove reservatórios estratégicos, incluindo explicitamente Jupiá e Porto Primavera, cujos volumes liberados deveriam ser limitados para diminuir a demanda por escoamento dos reservatórios de regularização a montante, nas bacias do Grande e do Paranaíba (ANA, 2021c). O plano de contingência se revelou bem-sucedido: encerrado em abril de 2022, havia possibilitado

que os reservatórios monitorados atingissem armazenamentos entre 64% e 99% do volume útil — um ganho de 41 a 66 pontos percentuais em relação às condições do início do período chuvoso, na melhor condição registrada na última década (ANA, 2022). A flexibilização das restrições hidráulicas em Jupiá, Porto Primavera, Ilha Solteira e Três Irmãos, combinada com medidas nas usinas do São Francisco (importante no contexto do SIN), viabilizou a preservação de cerca de 4,1% da energia armazenada do subsistema Sudeste/Centro-Oeste, gerando economia estimada em R$ 15,8 bilhões somente na componente hidráulica, e de R$ 26,9 bilhões quando somada à flexibilização dos limites de transmissão — segundo cálculo do ONS pelo método do Valor Agregado (ONS, 2022).

Os aprendizados institucionais deixados pela crise de 2021 são múltiplos e de elevada relevância para a Ação CP-11 do PRR. O primeiro e mais estrutural diz respeito à inadequação das restrições hidráulicas permanentes de Jupiá e Porto Primavera: com defluências mínimas normais de 4.000 m³/s e 4.600 m³/s respectivamente — superiores às vazões naturais do rio Paraná em expressiva parcela dos anos hidrológicos —, esses empreendimentos funcionavam, na prática, como uma "torneira sempre aberta" que drenava continuamente os reservatórios de regularização a montante, independentemente das condições hidrológicas vigentes (CNPE/MME, 2023). Tal constatação aponta para a relevância do estabelecimento, principalmente, pela ANA, por meio de resolução específica, de condições formais e permanentes de operação para esses reservatórios — incluindo defluências mínimas diferenciadas por período hidrológico, cotas operativas de referência e mecanismos de revisão automática em situações de escassez —, em lugar de depender de portarias ministeriais de emergência e instrumentos excepcionais a cada crise (CNPE/MME, 2023).

Um segundo aprendizado central refere-se à necessidade de aprimorar a representação individualizada das restrições hidráulicas operativas nos modelos matemáticos de médio e longo prazo utilizados pelo ONS e pela EPE no planejamento da expansão e da operação do SIN: ao longo da crise, constatou-se que as restrições vigentes de Jupiá e Porto Primavera não estavam plenamente incorporadas nas simulações prospectivas dos modelos NEWAVE e DECOMP, o que limitava a capacidade de antecipação dos riscos de perda de controle hidráulico da bacia (ABRH, 2023; CNPE/MME, 2023).

Um terceiro aprendizado diz respeito à necessidade de fortalecer os mecanismos de governança multisetorial permanentes — e não apenas emergenciais — para situações de escassez hídrica, com impactos sobre o uso múltiplo das águas: a criação da CREG, via medida provisória de caráter temporário, revelou que o arranjo institucional do SINGREH carecia de instâncias permanentes capazes de atuar de forma preventiva e com poder decisório suficiente para compatibilizar, com agilidade e transparência, os interesses do setor elétrico, da navegação, da

irrigação, do abastecimento e do meio ambiente (IPH/UFRGS, 2021). Por fim, a crise evidenciou que a piracema do rio Paraná — período de migração reprodutiva dos peixes, para o qual são estabelecidas restrições de operação — não estava incorporada de forma adequada nas condições de outorga de Porto Primavera, levando a conflitos entre o imperativo de redução das defluências para fins energéticos e a necessidade de proteção da ictiofauna, o que resultou na manutenção de um piso operativo mais elevado do que o inicialmente planejado pelo MME e pelo ONS.

4.3.1.2. Reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos e a Hidrovia Tietê-Paraná

A usina hidroelétrica de Ilha Solteira, localizada no rio Paraná e integrante da cascata Tietê–Paraná, vide Figura 3, é uma das mais relevantes do Sistema Interligado Nacional (SIN). Sua geração de energia elétrica exerce influência direta sobre a flexibilidade operativa da região Sudeste/Centro-Oeste, sendo essencial para amortecer variações de demanda de energia do principal centro de carga do país.

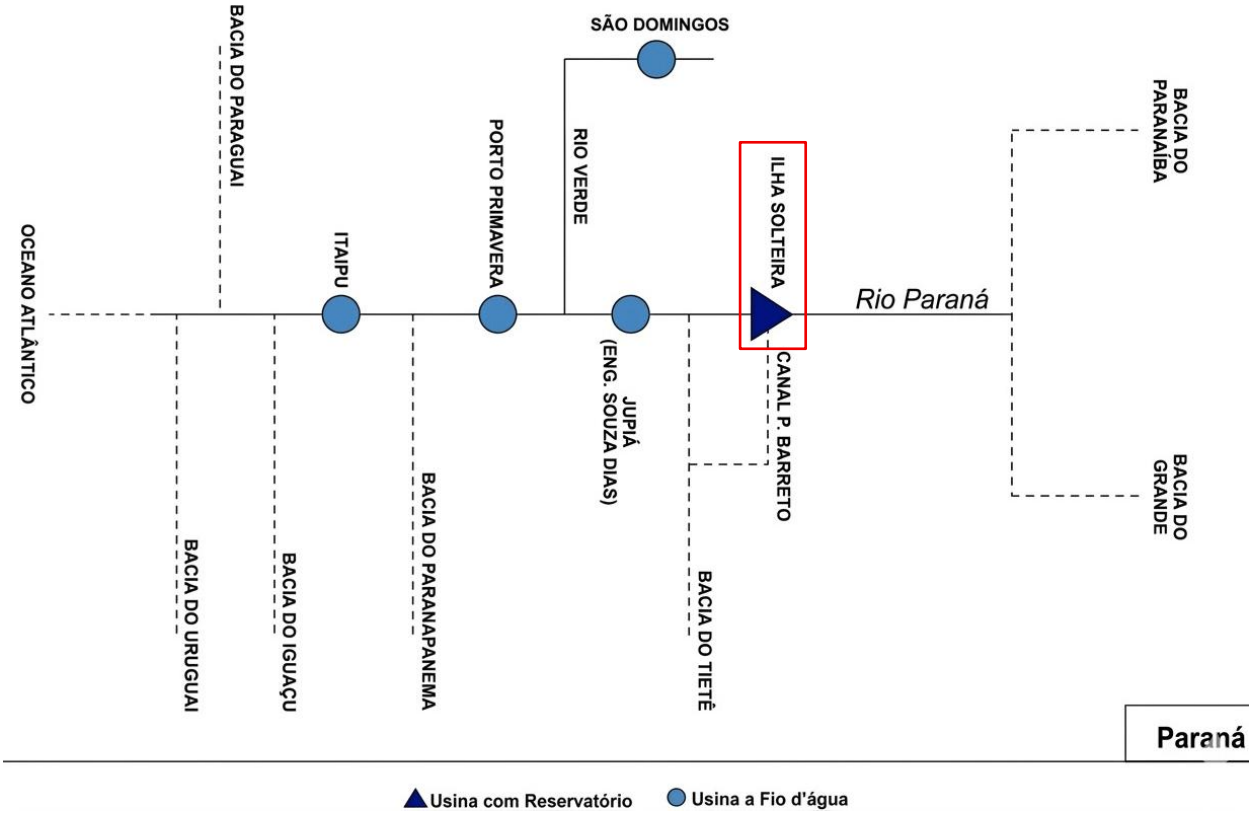


Figura 3 – Diagrama unifilar da bacia do rio Paraná.
Fonte: Adaptado de ANA, 2026.

O reservatório de Ilha Solteira é operado de forma integrada com o reservatório de Três Irmãos devido à presença do canal artificial Deoclécio Bispo dos Santos (popularizado como Canal de Pereira Barreto), uma importante infraestrutura hidráulica que conecta o rio Tietê ao rio Paraná e compõe a hidrovia Tietê-Paraná, essencial no transporte de cargas na região. Esse canal permite o intercâmbio de vazões entre os dois grandes sistemas fluviais, de modo que alterações no nível ou nas defluências de um reservatório afetam diretamente o comportamento do outro. Por essa razão, as duas usinas formam um conjunto operativo indissociável, exigindo coordenação hidráulica permanente e decisões articuladas entre ANA, ONS, concessionárias e demais instituições envolvidas. Cabe destacar que, com a implantação do canal Pereira Barreto, o reservatório de Ilha Solteira teve o seu nível mínimo operativo alterado de 314,00m para 323,00m, o que acarretou uma perda de 7.312 hm³ em seu volume útil operativo original.

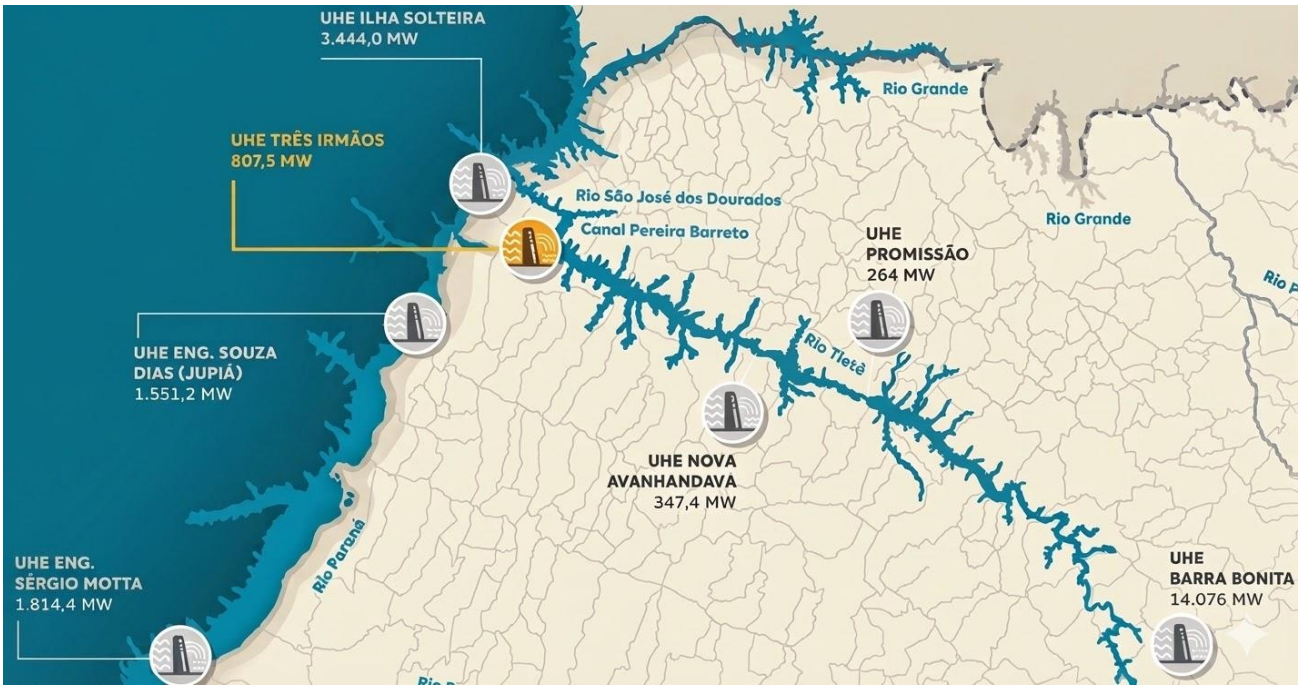


Figura 4 – Mapa esquemático do canal Pereira Barreto, ligando os reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos.
Fonte: Tijoá, 2026.

As crises hidroenergéticas de 2014 e 2021 evidenciaram fragilidades e virtudes do modelo de governança aplicado ao reservatório, tornando Ilha Solteira um caso estratégico para entender como o SIN responde a eventos extremos e como diferentes instrumentos são acionados para garantir segurança hídrica e energética. Em ambas as crises, houve a necessidade de se utilizar os recursos armazenados nos reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos abaixo da cota mínima de operação da Hidrovia Tietê-Paraná para geração de energia elétrica, nessas situações, ocorreu a paralização das atividades da hidrovia.

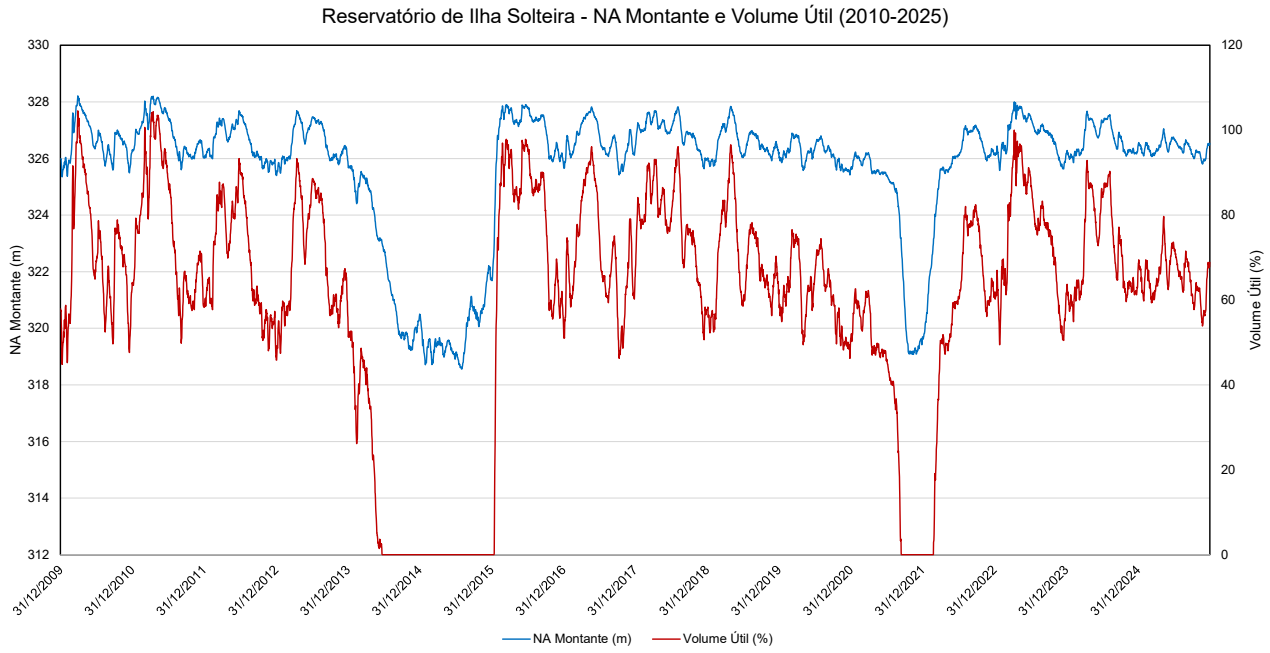


Figura 5 - Níveis do Reservatório de Ilha Solteira no período entre 2010 e 2025.
Fonte: Elaborado pelo consórcio com base nos dados do ONS, 2026.

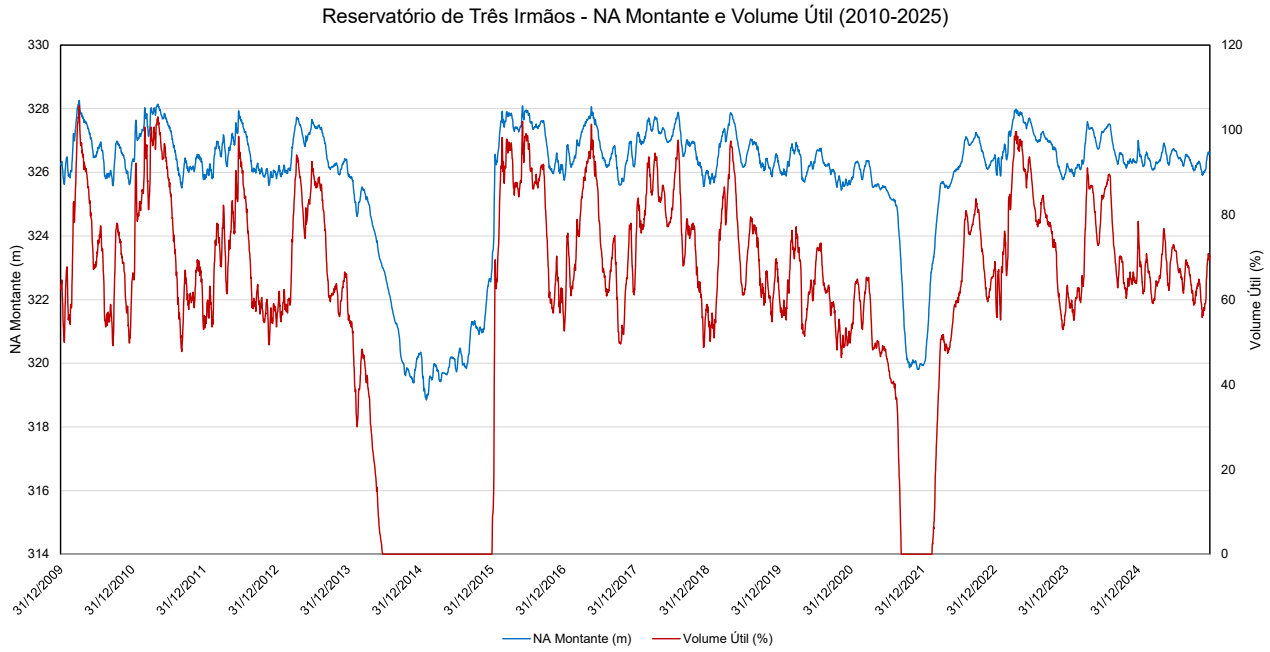


Figura 6 - Níveis do Reservatório de Três Irmãos no período entre 2010 e 2025.
Fonte: Elaborado pelo consórcio com base nos dados do ONS, 2026.

A crise de 2014 ocorreu em um contexto marcado por uma combinação de baixa pluviosidade, forte variabilidade climática e aumento significativo da demanda energética. Segundo registros do ONS (2015) e análises da ANA (2015), a bacia do rio Paraná enfrentou um dos piores

regimes de afluências desde a década de 1950. Ilha Solteira, que historicamente opera com relativa estabilidade de armazenamento, viu seu volume útil cair para patamares que limitaram a flexibilidade operativa do sistema. CARDOSO (2021) destaca que 2014 foi um ponto de inflexão na compreensão dos limites das hidrelétricas como amortecedoras das crises energéticas, especialmente em reservatórios de grande porte, mas de dinâmica complexa como Ilha Solteira.

A navegação na Hidrovia Tietê-Paraná no trecho entre o km 99,5 do reservatório de Três Irmãos e a eclusa inferior de Nova Avanhandava ficou interrompida para a passagem de embarcações desde maio de 2014, em decorrência do baixo nível dos reservatórios de Três Irmãos e Ilha Solteira. O calado chegou a ficar com 1 metro, sendo que o nível recomendável para navegação, segundo o Departamento Hidroviário do Governo de São Paulo, é de 2,2 metros. A suspensão das atividades de transporte no rio atingiu as cargas de longo percurso vindas de São Simão (GO) e Três Lagoas (MS), como soja, milho, celulose e madeira. Seis milhões de toneladas por ano de produtos deixaram de ser escoadas pelo modal, o que fez aumentar o número de caminhões pelas rodovias do Centro-Sul do País.

A paralisação se estendeu por 20 meses, com reabertura apenas em 27 de janeiro de 2016. Entre 2014 e 2016, a paralisação da Hidrovia Tietê-Paraná causou prejuízo estimado de R$ 1 bilhão às empresas de navegação. Cerca de 1.600 pessoas perderam o emprego. A retomada das atividades foi possível somente após a coordenação entre o Governo do Estado de São Paulo — por meio das Secretarias de Energia e de Logística e Transportes — e o ONS para gerenciar a transferência de água dos reservatórios localizados nos rios Tietê, Grande e Paranaíba para os reservatórios de Três Irmãos e Ilha Solteira, restabelecendo o nível mínimo de armazenamento necessário. A navegação no trecho foi reativada com o calado de 2,80 metros, a partir da manutenção da cota dos reservatórios em 325,94 metros, definida pelo ONS.

Nesse período, o enfrentamento da crise baseou-se principalmente em instrumentos já previstos no marco regulatório, mas que precisaram ser acionados com maior frequência e intensidade. A ANA reforçou os limites da outorga de uso de recursos hídricos e monitorou diariamente os níveis de armazenamento, alertando para a necessidade de redução de defluências em momentos críticos. O ONS revisou parâmetros dos modelos NEWAVE e DECOMP para reduzir a dependência de energia hidráulica e aumentar a participação de fontes térmicas, uma estratégia necessária para preservar armazenamentos estratégicos (EPE, 2015). Também ocorreram reuniões extraordinárias no âmbito do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), que passou a avaliar semanalmente as condições dos reservatórios.

A previsibilidade da crise de 2014, no entanto, foi limitada. Os mecanismos de previsão hidrometeorológica eram menos sofisticados, com menor integração entre projeções climáticas sazonais e os modelos energéticos. Como apontam TUCCI (2017) e Porto (2020), sistemas fluviais altamente regularizados podem apresentar respostas hidrológicas não lineares em períodos de déficit prolongado de precipitação, dificultando sua antecipação. Assim, embora houvesse sinais prévios de estiagem desde o fim de 2013, a intensidade do evento só foi plenamente reconhecida já no curso da crise.

A articulação institucional em 2014 foi significativa, mas ainda marcada por um caráter predominantemente setorial. As decisões eram majoritariamente conduzidas pela ANA, ONS e MME, com participação pontual de órgãos ambientais e governos estaduais. Embora tenha havido diálogo com usuários de irrigação e navegação, o processo não possuía mecanismos formais de inclusão multissetorial, o que reforçou posteriormente a necessidade de aprimoramento do modelo de governança.

A crise hídrica de 2021 configurou a pior estiagem em 91 anos no subsistema Sudeste/Centro-Oeste, com impactos particularmente severos sobre os reservatórios do sistema Ilha Solteira/Três Irmãos. O arcabouço institucional de resposta, contudo, foi substancialmente mais maduro do que o disponível em 2014 — reflexo direto dos aprendizados da crise anterior.

Estudos da EPE (2022) e do MME (2022) registram que o ano de 2021 configurou a pior estiagem em 91 anos no subsistema Sudeste/Centro-Oeste, com impactos significativos em cascatas estratégicas do rio Paraná. Nesse contexto, a integração operacional entre Ilha Solteira e Três Irmãos tornou-se ainda mais evidente, pois as defluências de Três Irmãos influenciam diretamente o nível de montante de Ilha Solteira, enquanto o volume deste último condiciona a capacidade de transferência de vazões pelo canal. Qualquer alteração em um reservatório exigia análises sobre repercussões no outro além da necessidade de disponibilização de recursos de água armazenada nos outros reservatórios a montante desses, tornando a governança ainda mais dependente de coordenação fina.

Conforme exposto no item 4.3.1.1, em 1º de junho de 2021, a ANA publicou a Resolução ANA nº 77/2021, declarando Situação Crítica de Escassez Quantitativa de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraná. Esse instrumento foi utilizado pela primeira vez em 2021, na Região Hidrográfica do Paraná, representando inovação regulatória significativa que conferiu à ANA poderes ampliados para estabelecer condições transitórias de operação dos reservatórios. A mesma resolução instituiu o GTA-RH Paraná, com participação dos órgãos gestores de recursos hídricos

dos estados abrangidos (ANA, 2021a). Em junho de 2021, o Governo Federal editou a Medida Provisória nº 1.055/2021, instituindo a CREG, de forma a fortalecer a governança para o enfrentamento da crise hídrica vivenciada no País em 2021, estabelecendo a articulação necessária entre os órgãos e entidades responsáveis pelas atividades dependentes dos recursos hídricos.

A CREG aprovou as cotas mínimas a serem adotadas para os reservatórios das UHE Ilha Solteira e Três Irmãos para o final do mês de agosto e para o mês de setembro de 2021, além de autorizar a redução da cota mínima do reservatório de Ilha Solteira, que é parte da hidrovia, para 324,80 metros. Em setembro, a cota seria reduzida a 323 metros. Em novembro de 2021, o nível d'água do reservatório da UHE Ilha Solteira chegou a 319 m, impossibilitando a utilização normal das águas na região, como no caso da Hidrovia Tietê-Paraná.

A paralisação da navegação no trecho do pedral de Nova Avanhandava se estendeu de agosto de 2021 a março de 2022. Após sete meses paralisada, a operação da hidrovia foi retomada de forma gradual, com ondas de vazão — fluxo de água das turbinas de usinas hidroelétricas no momento da geração de energia para facilitar o deslocamento dos comboios — e calado de 2,40 m. Em 1º de abril, as ondas de vazão não foram mais necessárias. Com a volta da operação normal no Sistema Ilha Solteira/Três Irmãos, a Hidrovia Tietê-Paraná passou a funcionar normalmente sem a necessidade de ondas liberadas pela hidrelétrica Nova Avanhandava (SP), no rio Tietê. Além disso, o calado pleno de 2,70 m voltou a estar disponível para navegação na região. Os impactos econômicos da paralisação de 2021 foram ainda maiores do que os de 2014, com prejuízos calculados pelo setor em R$ 3 bilhões e demissão de 80% dos trabalhadores do porto de Pederneiras (SP) (CNT, 2021).

Um avanço relevante observado em 2021, com relação a 2014, foi o compromisso formal de comunicação com o setor hidroviário. Especialmente diante dos níveis de operação previstos para as usinas hidrelétricas Ilha Solteira e Três Irmãos, que têm relevância para a navegação na Hidrovia Tietê-Paraná, foi registrado o compromisso de divulgação, pelo ONS, das perspectivas de faixas de operação de modo a prover previsibilidade aos transportadores, com no mínimo 15 dias de antecedência. Esse compromisso, formalizado em ata do CMSE e homologado pela CREG, representa o primeiro mecanismo explícito de comunicação antecipada entre o setor elétrico e os usuários da navegação, embora seu caráter ainda seja declaratório e não vinculante de forma permanente.

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 de 325,4 m em Ilha Solteira, acompanhado por meio de reuniões mensais com os operadores das hidrelétricas, representantes do setor hidroviário e órgãos estaduais de gestão de recursos hídricos

A previsibilidade da crise de 2021 foi superior à de 2014, graças à evolução das ferramentas de monitoramento hidrológico e à utilização mais intensiva de projeções climáticas sazonais. A partir de março daquele ano, relatórios da ANA e do ONS já indicavam risco aumentado de armazenamento crítico. Entretanto, a severidade real da estiagem se revelou maior do que as projeções iniciais, exigindo constante reavaliação dos cenários. Como argumenta CARDOSO (2021), ainda que a previsibilidade tenha aumentado, a incerteza inerente à hidrologia permanece um desafio para a governança de reservatórios no contexto das mudanças climáticas.

A comparação entre os dois eventos evidencia avanços institucionais relevantes, embora ainda insuficientes para prevenir as paralisações. Em 2014, a resposta foi reativa, setorial e de caráter ad hoc, sem instrumentos normativos específicos e sem canais formais de comunicação com os usuários da navegação. A retomada da hidrovia dependeu de negociações bilaterais entre o Governo de São Paulo e o ONS, sem base em protocolo ou instrumento regulatório pré-estabelecido.

Em 2021, o arcabouço institucional de resposta foi significativamente mais robusto: a Declaração de Situação de Escassez Hídrica (Resolução ANA nº 77/2021) conferiu base legal para medidas preventivas; o GTA-RH Paraná incluiu os estados da bacia no processo decisório; a CREG estabeleceu um fórum multiministerial com poderes vinculantes para a tomada de decisões; e o Protocolo de Compromisso nº 01/2021 formalizou, pela primeira vez, um acordo de recuperação gradual das cotas com cronograma pactuado e monitoramento regular com o setor hidroviário. O compromisso de notificação com 15 dias de antecedência, registrado em ata do CMSE, representou o primeiro reconhecimento formal de que a transparência operativa com o setor de navegação é um dever do setor elétrico.

Contudo, a reiteração da paralisação em 2021 — com impactos econômicos ainda maiores do que os de 2014 — demonstra que os avanços institucionais, embora relevantes, não foram suficientes para evitar a repetição do fenômeno. A principal diferença entre os dois ciclos foi a qualidade da resposta durante a crise; a prevenção da crise — por meio de instrumentos permanentes, protocolos de alerta antecipado e obras estruturantes concluídas — permanece como desafio não resolvido.

4.3.2. Cascata Sobradinho e Xingó – Eventos de escassez hídrica de 2020–2021

A cascata Sobradinho–Xingó, localizada no rio São Francisco, ocupa uma posição singular no SIN: ela apoia, de maneira direta, a segurança energética do Nordeste e a segurança hídrica de milhões de pessoas distribuídas ao longo da bacia. Sobradinho, com seu expressivo volume útil, funciona como o principal regulador do São Francisco, controlando praticamente toda a vazão que alimenta o trecho médio e inferior do rio. Xingó, uma usina a fio d'água, opera com baixíssima capacidade de regularização e depende integralmente da água liberada por Sobradinho. Essa complementaridade natural faz com que as duas usinas formem um sistema operativo indissociável, cuja gestão excede a esfera exclusivamente energética e alcança dimensões ambientais, sociais e econômicas.

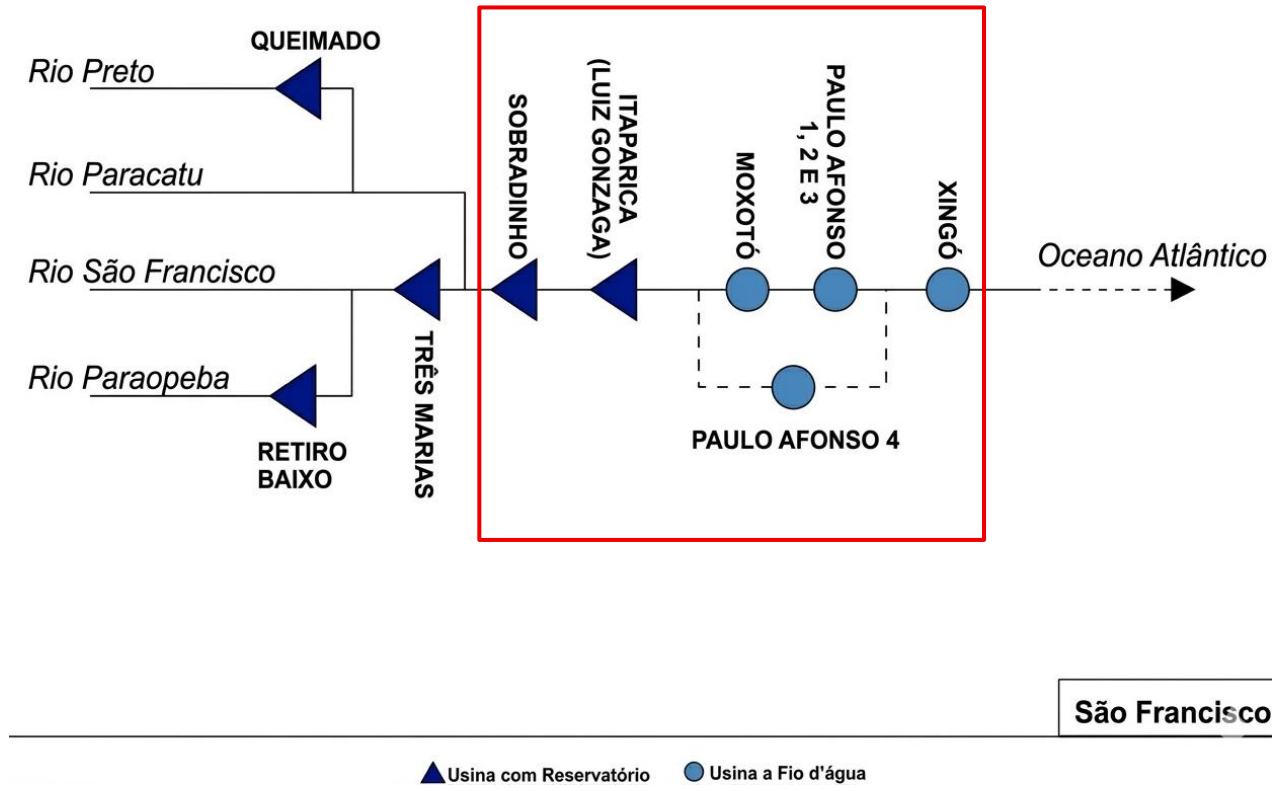


Figura 7 – Diagrama unifilar da bacia do rio São Francisco.
Fonte: Adaptado de ANA, 2026.

Nos anos de 2020 e 2021, essa cascata enfrentou uma combinação de fatores críticos que realçou sua relevância para o país. A estiagem registrada nesses dois anos, embora menor que a ocorrida entre 2015 e 2017, apresentou características que exigiram uma resposta coordenada e um uso intensivo de instrumentos de gestão e governança. Esses eventos representaram um teste à capacidade das instituições brasileiras de lidar com variabilidade hidrológica crescente, fenômeno

amplamente discutido por autores como TUCCI (2017) e Porto (2020), que apontam a crescente dificuldade de prever a dinâmica hidrológica em bacias de grande porte sob os efeitos de mudanças climáticas e transformações no uso do solo.

Sobradinho havia iniciado 2020 com cerca de 30% do seu volume útil ao fim do dia 1º de janeiro, indicando que sinais de alerta surgiram ainda no primeiro semestre. A combinação de precipitação mal distribuída na bacia de contribuição e vazões naturais inferiores ao esperado para o período comprometeram a recomposição do armazenamento. Já em meados de 2020, relatórios da ANA e do ONS indicavam que seria necessário acompanhar com cautela a evolução do regime hidrológico, sobretudo porque a recuperação das vazões no alto São Francisco mostrou-se mais lenta do que o previsto. A incerteza sobre o comportamento das chuvas nos meses seguintes reforçou a necessidade de atenção, dado o papel estratégico da cascata para garantir a manutenção das vazões mínimas no baixo São Francisco, para atendimento a diversos usos da água, notadamente abastecimento humano e irrigação.

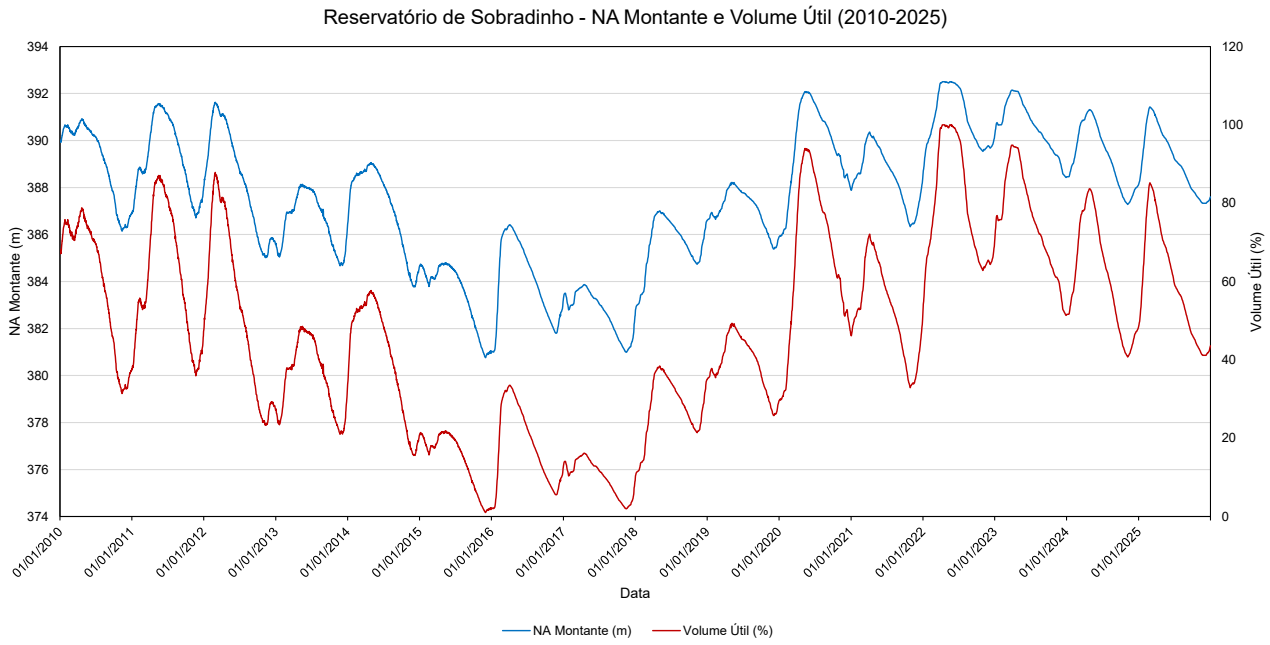


Figura 8 - Níveis do Reservatório de Sobradinho no período entre 2010 e 2025.
Fonte: Elaborado pelo consórcio com base nos dados do ONS, 2026.

Esse período mobilizou um conjunto importante de instrumentos de enfrentamento. As resoluções da ANA tiveram papel essencial ao estabelecer limites mínimos e máximos de defluência compatíveis com as condições verificadas. As condições de operação já haviam sido definidas pela Resolução ANA nº 2.081, de 4 de dezembro de 2017. Porém, a Resolução nº 81, de junho de 2021, definiu condições excepcionais de operação, e a Resolução nº 111, de novembro de 2021,

estabeleceu defluências máximas visando a recuperação de diversos reservatórios do SIN. A possibilidade de reduzir temporariamente as vazões liberadas por Sobradinho — sempre acompanhada de revisões técnicas periódicas — foi fundamental para preservar armazenamentos e evitar que o reservatório entrasse em trajetória similar àquela observada em 2015, quando chegou a operar com menos de 5% do volume útil. Contudo, da mesma forma como feito na bacia do Paraná, de junho a dezembro de 2021, passarão a viger as determinações da CREG, que sobrepuseram as regras definidas pela ANA.

A partir de 2020, o trabalho das Salas de Crise coordenadas pela ANA ganhou destaque. Esses fóruns reuniram representantes dos governos estaduais, irrigantes, pescadores, hidrelétricas, órgãos ambientais e operadores do setor elétrico. O objetivo era monitorar continuamente a situação, compartilhar informações e pactuar medidas extraordinárias. Essa forma de governança participativa mostrou-se fundamental para assegurar que diferentes interesses fossem contemplados, sobretudo em momentos em que reduzir a defluência de Xingó implicava impactos diretos para navegação, pesca, abastecimento e ecossistemas a jusante. Porém, durante a vigência da CREG, essa não foi a forma empregada para definição de condições operativas.

Ao mesmo tempo, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) precisou acompanhar de perto a evolução da situação. Em um contexto de estiagem severa também no Sudeste/Centro-Oeste — a pior dos últimos 91 anos, segundo o MME (2022) —, o SIN passou a depender de estratégias que aliviassem a pressão sobre reservatórios estratégicos. O despacho termelétrico, portanto, foi intensificado, permitindo que Sobradinho reduzisse suas defluências sem comprometer o atendimento energético.

Durante todo esse processo, a previsibilidade climática desempenhou papel relevante, ainda que limitado. Os relatórios da EPE (2022) mostram que as previsões sazonais indicavam tendência de precipitação abaixo da média em parte do período, mas a amplitude dessa redução só se tornou clara com o avanço da estação seca. Nessa conjuntura, o caráter adaptativo da governança mostrou-se decisivo: decisões eram reavaliadas semanalmente, sempre à luz de novos dados e projeções.

O ano de 2021 aprofundou essa dinâmica. O início do período úmido trouxe expectativas de recomposição, mas rapidamente ficou evidente que as precipitações seriam insuficientes para recuperar significativamente o volume de Sobradinho. Nesse período, a ANA publicou, conforme já mencionado acima, resoluções temporárias que permitiram manter defluências mais baixas, garantindo proteção aos usos múltiplos da água e à própria operação hidrelétrica. O IBAMA e os

órgãos ambientais estaduais reforçaram o monitoramento das condições do baixo São Francisco, atentos a impactos como salinização na foz e prejuízos à fauna aquática. E de junho a dezembro de 2021, passaram a vigorar as determinações da CREG, sobrepondo as regras definidas pela ANA.

O ONS continuou atuando de forma integrada ao processo, ajustando diariamente a operação de Xingó e de Sobradinho com base em simulações contínuas das condições hidrológicas, da carga elétrica e dos limites ambientais. A previsibilidade, ainda que maior que em crises passadas, continuava marcada por incertezas, exigindo governança flexível e articulação contínua.

Esse período trouxe importantes lições. Uma delas diz respeito à relevância de instrumentos formais que orientem as transições entre regimes operativos — de normalidade para excepcionalidade e vice-versa. A série de resoluções da ANA e a formalização, na Resolução nº 2081, de 2017, de instrumentos como faixas sazonais e gatilhos de transição demonstram como medidas regulatórias podem aumentar a previsibilidade e reduzir conflitos entre setores usuários. Outra lição refere-se à importância da articulação intersetorial: energia, meio ambiente, irrigação, abastecimento e navegação passaram a compor um mosaico decisório mais plural, que ampliou a legitimidade das decisões e favoreceu sua implementação, exceto durante a vigência da CREG, em que essa articulação ocorreu de forma muito limitada.

Com relação ao sistema de gestão de recursos hídricos, importante destacar a atuação efetiva do Comitê da Bacia do rio São Francisco, criado em 2001 e sempre presente nas reuniões das Salas de Crise. O primeiro plano de recursos hídricos da bacia abrangeu o período de 2004 a 2013 e estabeleceu limites de consumo de água na bacia, como intuito de compatibilizar os usos múltiplos, incluindo a disponibilidade hídrica para geração de energia elétrica. Já o segundo plano de recursos hídricos, abrangendo o período de 2016 a 2025, atualizou esses limites de usos consuntivos e estabeleceu diretrizes gerais para as condições de operação dos reservatórios (RP5 do plano), dentre elas o reconhecimento de que os reservatórios devem atender aos usos múltiplos (e não apenas às geração de energia), a necessidade de definição de estados hídricos e condições diferenciadas para os períodos seco e úmido, necessidade de considerar um hidrograma ambiental, dentre outras. Tais diretrizes, ainda que gerais, representaram um avanço em relação ao panorama institucional anterior, e culminaram na publicação da Resolução ANA nº 2081, de 2017, que estabelece as condições de operação para os reservatórios da bacia.

Por fim, as crises de 2020 e 2021 reafirmaram o papel estratégico da cadeia Sobradinho–Xingó para o SIN. Elas mostram por que esse sistema é frequentemente citado em diagnósticos de governança como um caso paradigmático: trata-se de um reservatório de grande porte, com

múltiplas funções, operado em contexto hidrológico desafiador e sujeito a pressões simultâneas de naturezas distintas. A capacidade de atravessar dois anos críticos com arranjos institucionais fortalecidos demonstra avanços importantes no modelo brasileiro de gestão integrada.

4.3.3. Sistema Paraíba do Sul – Evento de escassez hídrica de 2014-2016

Apesar de não dispor de empreendimentos hidrelétricos com grandes capacidades de geração, como outras bacias já citadas, por estar localizada em uma região que contempla os maiores polos industriais do país e que é densamente povoada, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul tem uma relevância socioeconômica ímpar no contexto nacional. Além disso, se destaca também pelos acentuados conflitos de usos múltiplos da água e pelo peculiar desvio das águas para a bacia hidrográfica do rio Guandu, com a finalidade de gerar energia e abastecer a população da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Forma-se, assim, o Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul - um complexo conjunto de estruturas hidráulicas existentes nas bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, que interliga as duas bacias.

Os reservatórios de Santa Branca, Paraibuna, Jaguari e Funil são operados de forma articulada e submetidos a regras específicas de alocação hídrica. Na Figura 9, demonstra-se o posicionamento, em diagrama unifilar, dos empreendimentos hidrelétricos na bacia do rio Paraíba do Sul.

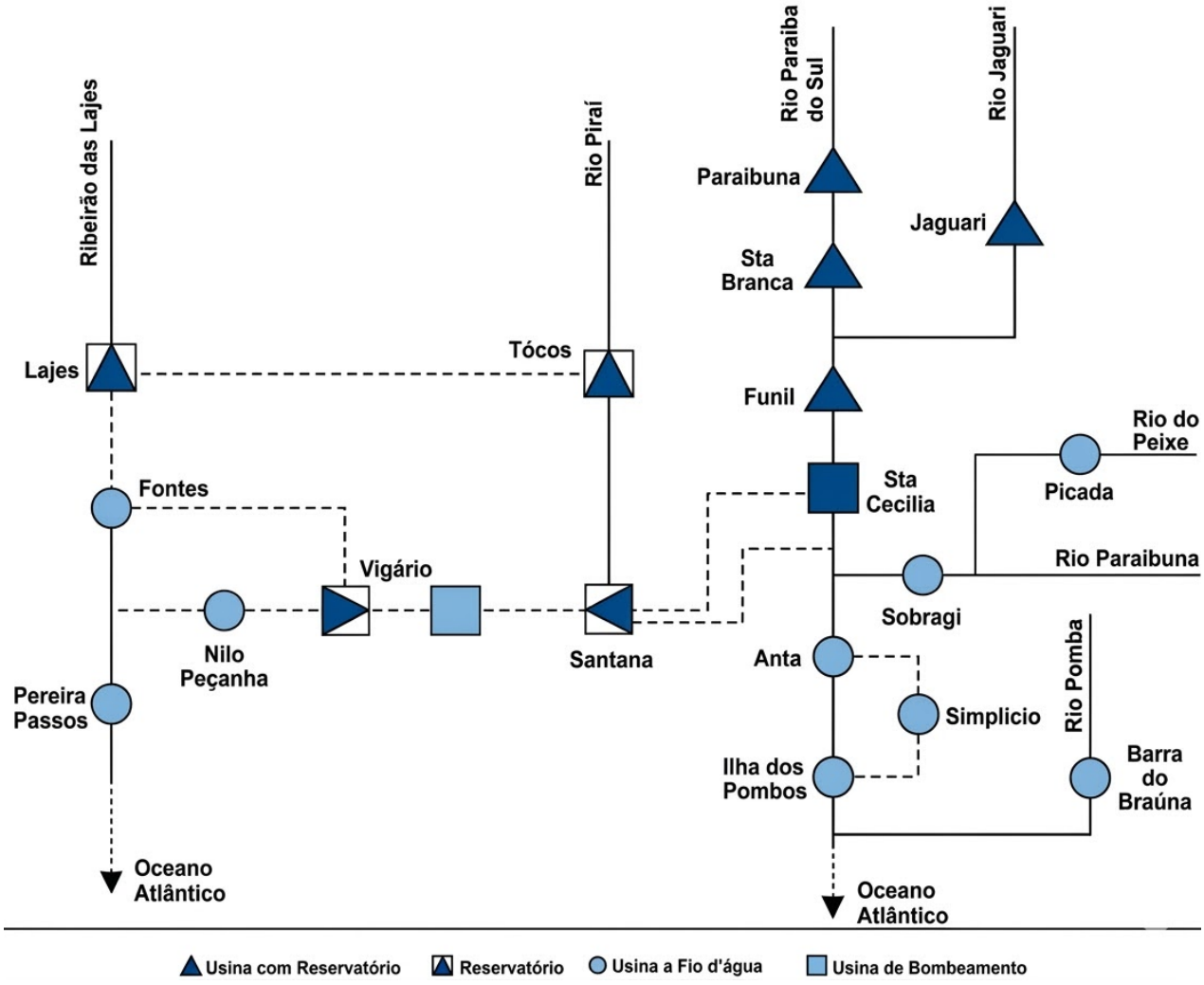


Figura 9 – Diagrama unifilar da bacia do rio Paraíba do Sul.
Fonte: Adaptado de ANA, 2026.

Entre 2014 e 2016, a bacia do Paraíba do Sul enfrentou um quadro de escassez hidrometeorológica persistente que tensionou, de forma inédita, a governança de um sistema já marcado por usos múltiplos e interdependências territoriais. A própria arquitetura do sistema hidráulico Paraíba do Sul–Guandu, que conecta reservatórios e estruturas de transposição para viabilizar geração hidrelétrica e, sobretudo, o abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, faz com que decisões operativas em um ponto (como Santa Cecília e os reservatórios regularizadores) repercutam imediatamente em segurança hídrica, qualidade da água e produção de energia. No auge do evento, o reservatório equivalente do sistema atingiu 0,33% de volume útil em 1º de fevereiro de 2015, vide Figura 10, o menor valor do histórico, com reservatórios como Paraibuna e Santa Branca chegando a operar abaixo de níveis mínimos (volume morto), o que

explicitou a crise não apenas como fenômeno natural, mas como desafio de coordenação e priorização de usos.

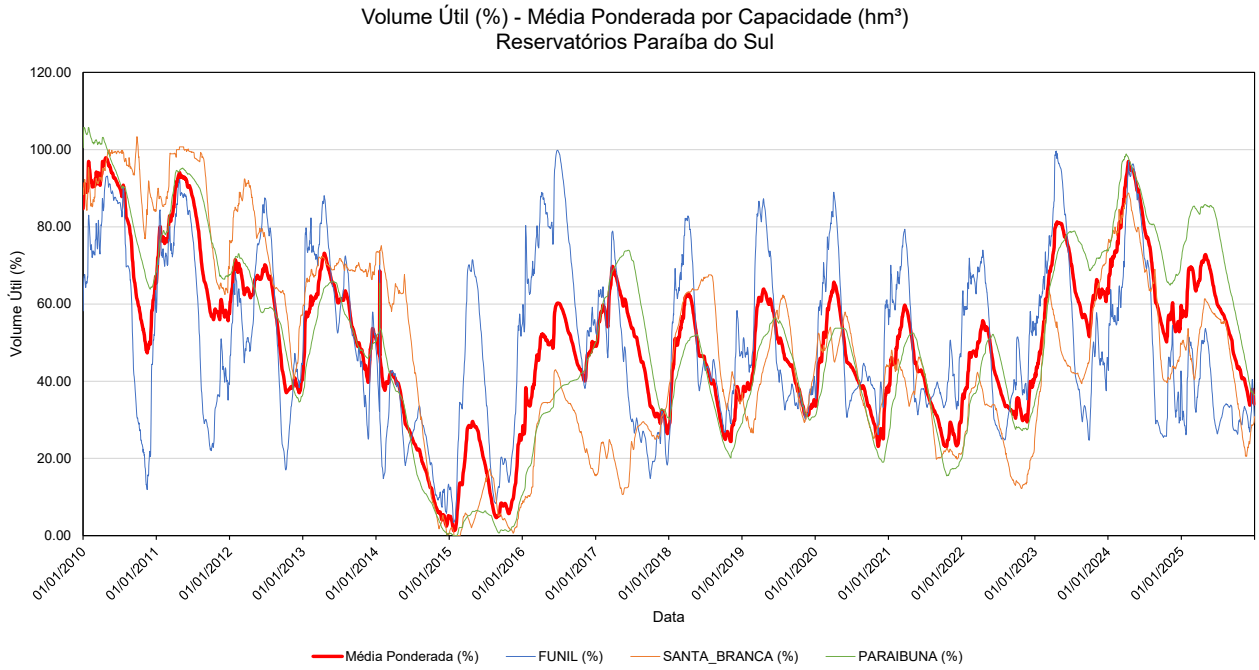


Figura 10 – Evolução do percentual do Volume Útil Armazenado nos Reservatórios de Funil, Santa Branca e Paraibuna, no rio Paraíba do Sul.
Fonte: Elaborado pelo consórcio com base nos dados do ONS, 2026.

A resposta institucional no biênio 2014–2015 combinou instrumentos normativos e ambientes de pactuação para reduzir incertezas e distribuir custos entre setores e territórios. Nesse contexto, um conjunto de resoluções da ANA compõe um encadeamento de atos que buscaram preservar estoques por meio de reduções temporárias de vazões mínimas e regramentos de operação, continuamente ajustados a partir do monitoramento (Resoluções nº 700, nº 898, nº 1038, nº 1309 e nº 2051). A governança prática se materializou na intensificação de instâncias de articulação: o CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul) reativou e mobilizou o GTAOH (Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica) como espaço técnico-político para avaliação da gravidade e construção de soluções, enquanto a ANA, como autoridade federal responsável por referendar regras de operação do sistema, formalizava encaminhamentos em resoluções temporárias. Registros do próprio arranjo mostram o GTAOH deliberando sobre redução de vazão objetivo em Santa Cecília e a rotina de encaminhamento de decisões para consolidação e publicidade, além de planos de ações complementares que explicitavam o caráter preventivo e incremental das medidas adotadas.

É justamente na interface ANA–ONS que o aprendizado institucional mais sensível aparece, porque a crise exigiu subordinar a otimização eletroenergética de curto prazo a restrições hidráulicas voltadas à garantia de usos prioritários e à estabilidade do sistema Paraíba do Sul–Guandu. Após a crise, a Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015 (posterior, mas estruturante) explicitou essa lógica ao estabelecer condições de operação a serem observadas pelo ONS, incluindo limites mínimos de vazão a jusante de aproveitamentos e diretrizes associadas às estruturas de transposição. Segundo a ANA, esses novos limites foram implementados apenas no início de dezembro de 2016, quando se aguardava alguma recuperação de armazenamento.

Do ponto de vista do ONS, a incorporação de condicionantes operativos e de armazenamento em bacias críticas — incluindo o Paraíba do Sul — permeia o planejamento via PMO e suas revisões, o que, durante 2014–2016, significou traduzir decisões regulatórias e pactuações interfederativas em restrições operativas efetivas, com impactos diretos na flexibilidade de geração e na gestão de estoques.

Quanto ao sistema de gestão, o Comitê da bacia do rio Paraíba do Sul encontra-se em atividade desde 1996 e participa ativamente das discussões sobre a operação do sistema de reservatórios, por meio de grupos técnicos específicos. Já foram aprovados três planos de recursos hídricos, o primeiro em 2002, focado na implementação de instrumentos de gestão como outorga e cobrança pelo uso da água, o segundo abrangendo o período de 2014 a 2033, e o terceiro abrangendo o período de 2021 a 2035. Os dois últimos planos indicam diretrizes gerais para operação de reservatórios, como a necessidade de preservação de armazenamentos para atendimento a usos múltiplos e a priorização do abastecimento humano.

No fechamento do ciclo 2014–2016, a crise deixou como legado uma institucionalização maior da coordenação, sinalizando a transição de arranjos transitórios para rotinas mais permanentes de assessoramento e transparência. A criação do GAOPS (Grupo de Assessoramento à Operação do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul), com participação de ANA, órgãos gestores estaduais e ONS, além do CEIVAP, consolidou um fórum técnico de acompanhamento contínuo e proposição de soluções para situações não previstas, reduzindo o risco de decisões fragmentadas em momentos críticos. Ao mesmo tempo, a literatura acadêmica sobre o episódio aponta que, embora o esforço coletivo e as ações emergenciais tenham mitigado impactos, persistiu a necessidade de evoluir da gestão reativa da crise para uma lógica proativa de gestão do risco de secas — isto é, fortalecer gatilhos, regras de alocação, instrumentos de comunicação e capacidades institucionais antes do colapso dos estoques.

O caso Paraíba do Sul evidencia a relevância de mecanismos formais de coordenação federativa, a efetividade das Salas de Crise e de Acompanhamento como instâncias legitimadoras de decisões multissetoriais e, sobretudo, a necessidade de instrumentos permanentes de governança que definam critérios de transição entre regimes ordinários e críticos de operação. Trata-se de um exemplo paradigmático da importância de padronizar fluxos decisórios, integrar informações hidrológicas e energéticas e estabelecer regras de operação adaptativas diante de eventos extremos.

4.3.4. Belo Monte – Eventos de escassez hídrica de 2019-2021

A UHE Belo Monte opera sob um dos conjuntos de condicionantes ambientais mais complexos do Brasil, definidos pelo IBAMA e pela ANA, especialmente no trecho da Volta Grande do Xingu – o Trecho de Vazão Reduzida (TVR). O chamado Hidrograma de Consenso impõe limites estritos de vazão para assegurar a integridade ecológica, restringindo sensivelmente a geração hidrelétrica. Na Figura 11, apresenta-se o mapa esquemático de Belo Monte.

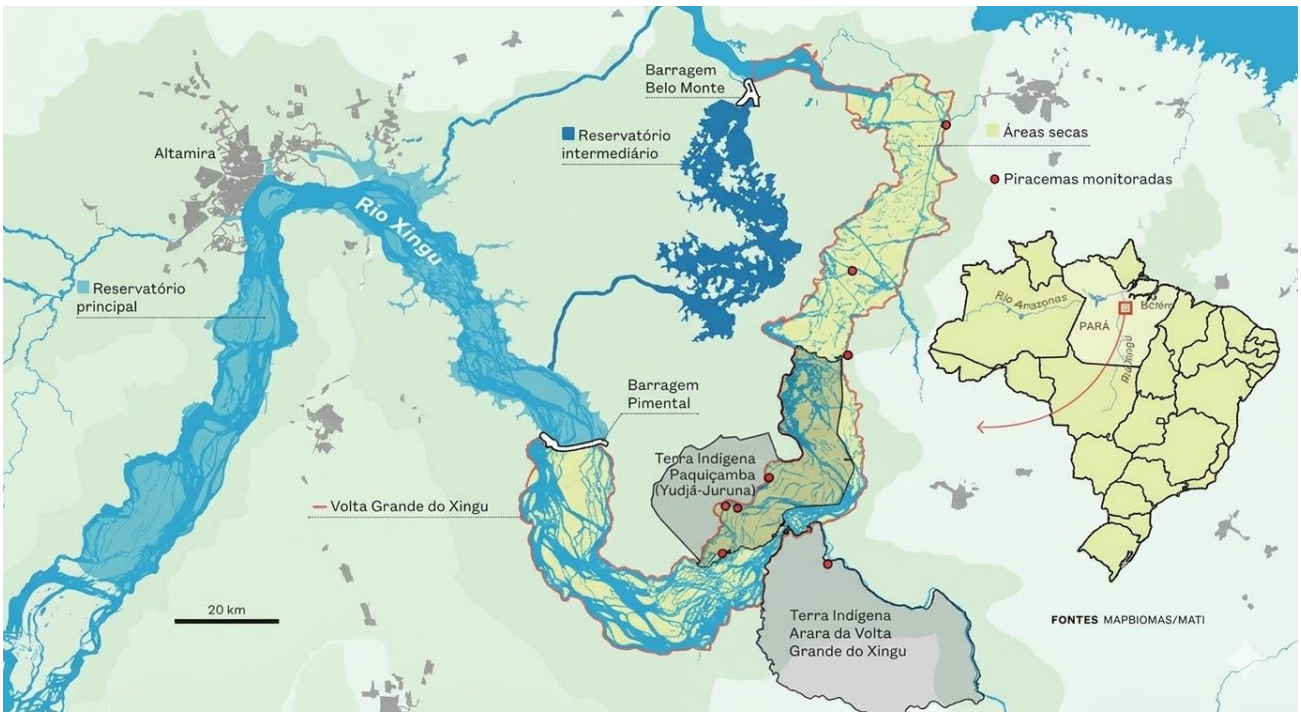


Figura 11 – Mapa Esquemático de Belo Monte.
Fonte: Revista FAPESP, 2024.

Durante anos de menor afluência, como 2019 e 2021, emergiram conflitos entre a necessidade de cumprimento de condicionantes ambientais e a manutenção da segurança eletroenergética regional e nacional. A crise hídrica vivenciada pelo empreendimento no período

pode ser compreendida, sob a ótica da governança, como um período em que a regra de operação do complexo passou a depender mais de arranjos interinstitucionais capazes de conciliar camadas normativas e decisórias: as condicionantes ambientais do licenciamento (IBAMA), a regulação do uso da água (ANA, no contexto da outorga e seus desdobramentos) e a programação eletroenergética do SIN (ONS). Nesse contexto, a governança deixa de apenas definir vazões e passa a envolver rotinas de monitoramento e mecanismos de incorporação de restrições ambientais aos modelos operativos, com responsabilidades formalmente distintas, mas operacionalmente interdependentes.

Em 2019, com a consolidação da operação em plena carga, o próprio desenho institucional previsto para Belo Monte ganhou centralidade: o Hidrograma de Consenso e sua lógica de testes plurianuais, ancorada em monitoramentos e em avaliação adaptativa, passou a orientar tanto a gestão ambiental da Volta Grande do Xingu, quanto o modo como a restrição deveria ser representada na operação. A primeira retificação da Licença de Operação explicita essa arquitetura ao determinar testes mínimos de seis anos associados ao Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande e ao objetivo de mitigar impactos sobre qualidade da água, ictiofauna, pesca, navegação e modos de vida locais. Em paralelo, relatórios independentes de monitoramento (no âmbito do acompanhamento do BNDES) registram a necessidade de continuidade do monitoramento e a vinculação temporal do ciclo de avaliação do hidrograma ao início da plena capacidade.

Em 2020, a crise se expressou menos como um único evento e mais como um episódio de gestão de controvérsias e de ajuste regulatório, em que o órgão ambiental licenciador adotou medidas para suspender o hidrograma de consenso e aplicar, de forma circunstanciada, um hidrograma alternativo/provisório, com justificativas associadas ao acompanhamento técnico de impactos e à necessidade de intervenções mitigadoras. Nessa mesma janela, a ANA publicou esclarecimento formal indicando que não lhe cabia emitir juízo de valor sobre a adequação ambiental do hidrograma constante da Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) e da outorga de direito de uso da água, atribuindo essa avaliação ao IBAMA. Essa delimitação de competência é relevante para a governança porque evidencia a necessidade de coordenação: ainda que ANA e IBAMA tenham papéis distintos, as decisões ambientais repercutem diretamente na disponibilidade hídrica operacionalizada e, portanto, no despacho hidroenergético que o ONS precisa programar.

Em 2021, o tema se conecta mais explicitamente à articulação ANA–ONS no nível procedimental: o ONS e a CCEE comunicaram que passariam a adotar representações distintas entre o cálculo do PLD e a programação da operação, em razão de uma nova defluência mínima

para a UHE Pimental informada via FSAR-H (restrição hidráulica declarada e informada pelo próprio operador da usina ao ONS) e referenciada a ofício do IBAMA, destacando tanto a previsibilidade regulatória (CNPE) quanto o dever do ONS de inserir restrições declaradas conforme os Procedimentos de Rede. No plano da governança setorial, as atas do CMSE registram a importância energética de Belo Monte e recomendam articulação para estudos e plano de monitoramento/mitigação visando alternativas operativas (como a adoção do chamado “Hidrograma A” em horizonte prospectivo), reforçando como a coordenação interinstitucional se torna o mecanismo prático de gestão da crise.

Este caso da UHE Belo Monte explicita a necessidade de um instrumento normativo conjunto entre ANA, ONS, IBAMA e MME para gerir conflitos entre condicionantes ambientais e necessidades operativas. Mostra também a carência de diretrizes formais de priorização e ritos claros de revisão de condicionantes em cenários críticos. Nesse ponto, importante destacar que não existe Comitê de Bacia do rio Xingú (em razão de dificuldades de sustentabilidade financeira) e, portanto, não há plano de recursos hídricos com diretrizes gerais para operação de reservatórios. Entretanto, para apoiar e subsidiar decisões sobre gestão de recursos hídricos na região, a ANA elaborou, em 2012, o Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas (PERH-MDA). Esse plano abrange as bacias dos rios Madeira, Tapajós, Xingu e Tocantins, e foi aprovado pela Resolução nº 128**,** de 29 de junho de 2011, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Contudo, o foco do PERH-MDA é na compatibilização dos projetos de novas usinas hidrelétricas com a implantação de eclusas e a viabilização de hidrovias, não havendo diretrizes específicas sobre operação de reservatórios.

4.3.5. Rio Grande do Sul – Eventos de cheias extremas de 2023–2024

O Rio Grande do Sul abriga dois importantes sistemas de cascatas hidrelétricas do subsistema Sul do Sistema Interligado Nacional (SIN): a cascata do rio Jacuí e a cascata do rio das Antas.

O rio Jacuí — o maior rio inteiramente gaúcho – é aproveitado em sequência pelos aproveitamentos hidrelétricos Ernestina (5 MW, no município de Ernestina), Passo Real (158 MW, em Salto do Jacuí), Jacuí (180 MW, também em Salto do Jacuí), Itaúba (500 MW, em Pinhal Grande) e Dona Francisca (125 MW, em Dona Francisca), todas, com exceção da última – operada pela Dona Francisca Energética S.A. (DFESA) –, operadas pela Companhia Estadual de Energia Elétrica Geração (CEEE-G), atualmente subsidiária da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), e integradas sob a denominação Sistema Jacuí.

O reservatório de Passo Real é o maior lago artificial do Rio Grande do Sul e funciona como o principal reservatório de regularização da cascata, recebendo as afluências da cabeceira do Jacuí e regularizando as defluências para os aproveitamentos a jusante.

O rio das Antas, afluente do rio Taquari, é aproveitado pelo Complexo Energético Rio das Antas (CERAN), formado pelas UHEs Monte Claro (130 MW), Castro Alves (130 MW) e 14 de Julho (100 MW), operadas pela Companhia Energética Rio das Antas. Os três empreendimentos da CERAN agregam 360 MW ao SIN, o que é equivalente ao consumo de mais de dez municípios da região nordeste gaúcha.

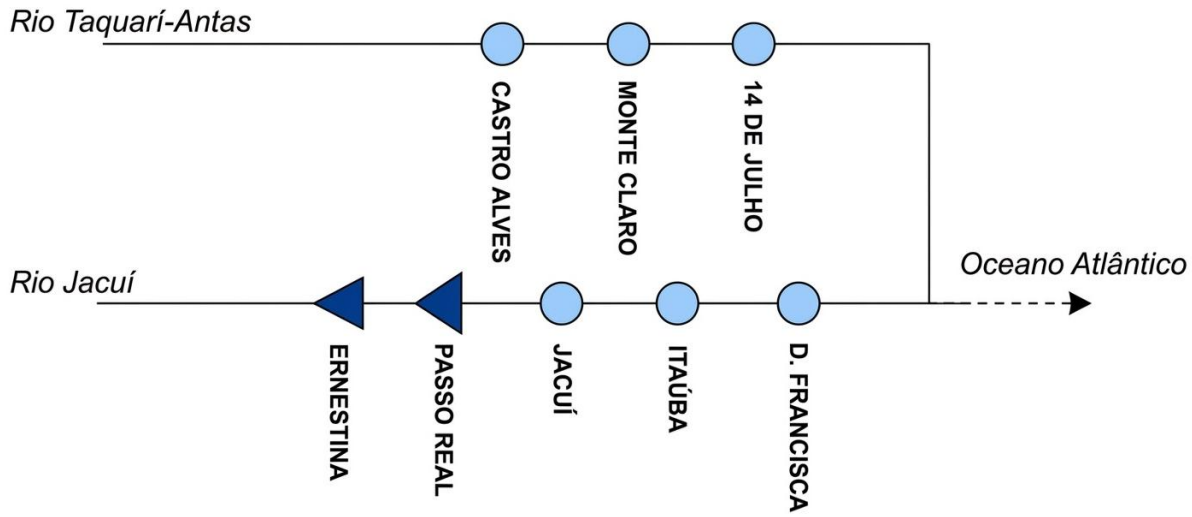


Figura 12 - Diagrama unifilar da bacia do rio Jacuí.
Fonte: Adaptado de ANA, 2026.

Além da geração hidroenergética, os reservatórios dessas cascatas exercem funções múltiplas de elevada importância regional. O lago de Passo Real abastece diretamente comunidades rurais e pequenos municípios do noroeste gaúcho, sustenta a pesca artesanal e o turismo náutico, e representa um recurso hídrico estratégico para a irrigação de lavouras de arroz na região central do estado — o maior produtor orizícola do Brasil. Os reservatórios do Complexo CERAN, por sua vez, sustentam a piscicultura, o lazer e o abastecimento local de municípios como Veranópolis, Bento Gonçalves e Cotiporã, situados no coração da Serra Gaúcha.

A bacia do Jacuí, que drena cerca de 57% do território gaúcho, conecta-se hidraulicamente com o lago Guaíba e, por consequência, com o sistema portuário de Porto Alegre — o que confere às cheias do Jacuí e de seus tributários um caráter de ameaça sistêmica à capital e à região metropolitana.

A mudança climática, associada ao fenômeno El Niño extremo de 2023-2024 criou as condições atmosféricas para o desastre. Em apenas oito dias antes do pico, a bacia do Guaíba acumulou 444 mm — superando em quase 50% o recorde anterior de 297 mm, registrado em 1941.

O evento extremo de precipitação que desencadeou a crise de 2024 foi, segundo o estudo técnico-científico produzido pelo Grupo Técnico de Assessoramento do Rio Grande do Sul (GTA RS), coordenado pela ANA e publicado em abril de 2025, o maior desastre hidrológico da história do Rio Grande do Sul e um dos maiores do Brasil.

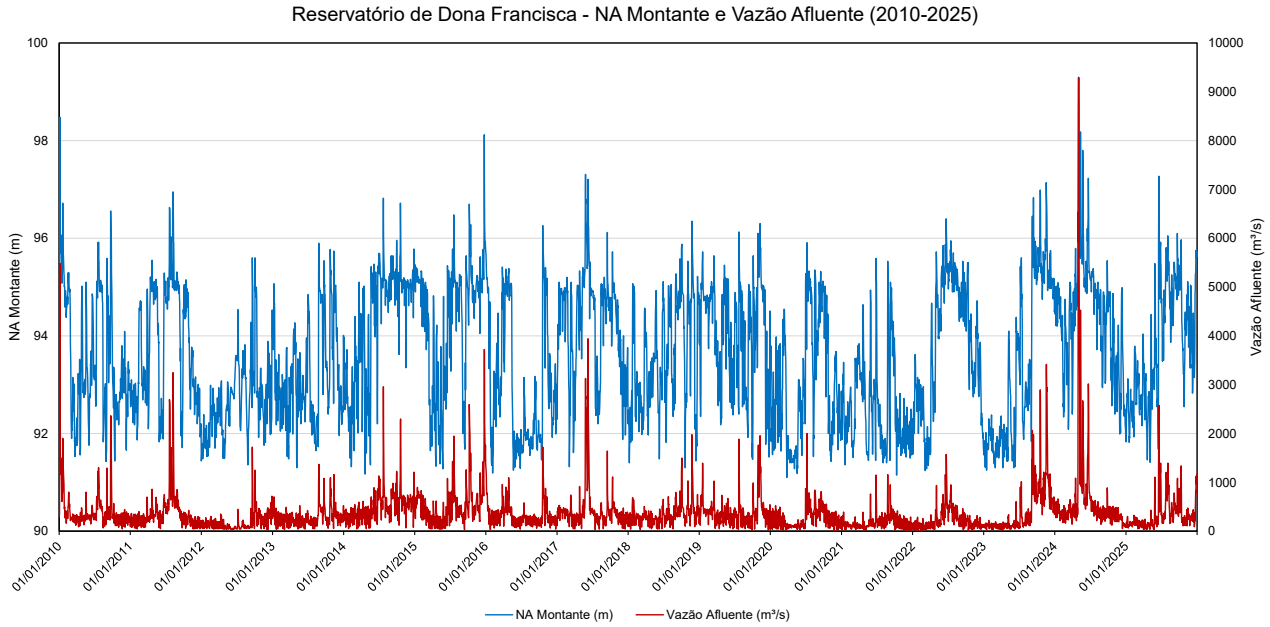
Na bacia do Jacuí, as precipitações foram extraordinárias: em Passo Fundo, município de forte influência sobre as cabeceiras do Jacuí, caíram 298,5 mm entre o final de abril e o início de maio; em Soledade, mais ao sul e também na área de influência das nascentes do Jacuí, registraram-se 610,2 mm no mesmo intervalo. Em Santa Maria, no centro do estado, choveu 530,3 mm no período — dos quais 470,7 mm em apenas três dias. As estimativas de pesquisadores da UFRGS indicam que as chuvas de maio levaram mais de 14 trilhões de litros de água para o lago Guaíba, volume equivalente a quase metade do reservatório de Itaipu. As vazões estimadas alcançaram 62% dos máximos globais para a área de drenagem do Jacuí, 89% para o Guaíba e 93% para o Taquari-Antas — valores que evidenciam a escala sem precedente do evento.

No rio das Antas, a situação foi ainda mais crítica: em setembro de 2023, apenas oito meses antes, o Taquari-Antas havia já atingido recorde de vazão, superando a vazão milenar estimada para o dimensionamento da barragem de Castro Alves. O novo evento de 2024, sobreposto a um solo já saturado e a uma rede hídrica ainda fragilizada, impôs volumes de água muito além da capacidade de controle das estruturas existentes. O acúmulo de chuva na bacia do Taquari-Antas foi tão intenso que, segundo comunicado da CERAN, deslizamentos generalizados nas estradas impediram o acesso terrestre às usinas de Monte Claro, Castro Alves e 14 de Julho já antes do colapso da barragem dessa última, deixando-as isoladas e dependentes de operação exclusivamente local.

O ponto mais crítico da crise hidrológica ocorreu em 2 de maio de 2024, quando a CERAN detectou o rompimento parcial da barragem da UHE 14 de Julho, atribuído ao contínuo aumento da vazão do rio das Antas e ao volume acumulado de precipitação nos dias anteriores. A CERAN havia acionado seu Plano de Ação de Emergência (PAE) no dia anterior em coordenação com as Defesas Civis municipais da região, com acionamento de sirenes de evacuação nas áreas de risco a jusante da barragem. Com o rompimento parcial da estrutura, o governo do estado alertou que municípios como Santa Tereza, Muçum, Roca Sales, Arroio do Meio, Encantado, Colinas e Lajeado deveriam

realizar evacuação imediata, estimando uma elevação adicional de 2 a 4 metros no nível do rio Taquari nos trechos a jusante. A CERAN informou, em nota posterior, que o rompimento não trouxe aumento significativo imediato nas vazões já existentes na bacia, observando elevação de nível de 35 cm em Santa Tereza e 25 cm em Muçum. As barragens de Monte Claro e Castro Alves permaneceram em estado de atenção e foram monitoradas continuamente.

Na cascata do Jacuí, o ONS coordenou a operação controlada do reservatório de Passo Real — medida de segurança estrutural imposta pela afluência excepcional proveniente das cabeceiras da bacia. A liberação do volume armazenado foi realizada em coordenação com as demais hidrelétricas do rio Jacuí, respeitando o protocolo de controle de cheias em cascata; como resultado do aumento progressivo das defluências de Passo Real, foi necessário realizar a paralisação das unidades geradoras da UHE Jacuí. A usina permaneceu inoperante mesmo após o recuo das cheias: com a inundação total da subestação e da casa de força, a CEEE-G comunicou a indisponibilidade de suas seis unidades geradoras (total de 180 MW), e a ANEEL registrou que a usina não retomou operação comercial nos meses seguintes, abrindo processo administrativo sobre o caso. A barragem de Passo Real, no entanto, manteve sua integridade estrutural ao longo de todo o evento, à medida que o volume de afluência se estabilizou. Os demais aproveitamentos da cascata, como Dona Francisca, embora tenham sofrido com vazões próximas à sua vazão de projeto e entrado em cenário de acionamento do PAE, não sofreram danos estruturais relevantes às barragens, demonstrando resiliência das estruturas e efetividade da operação controlada da cascata.



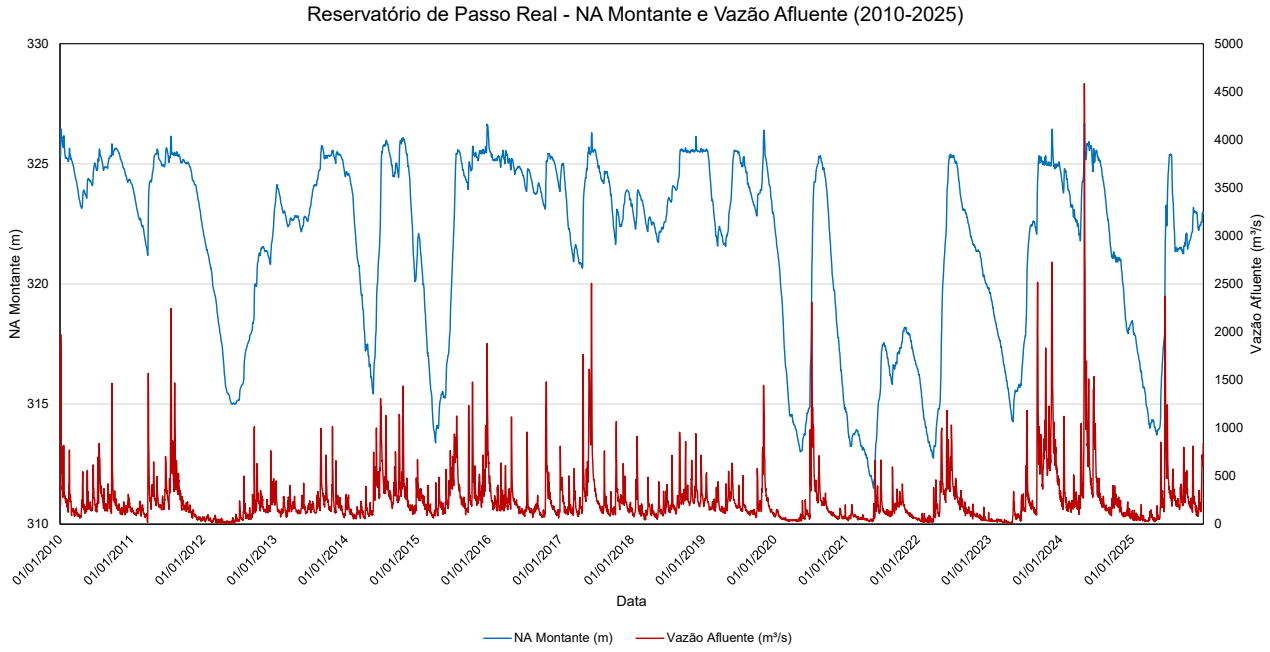


Figura 13 - Níveis e Vazões Afluentes dos Reservatórios de Dona Francisca e Passo Real no período entre 2010 e 2025.
Fonte: Elaborado pelo consórcio com base nos dados do ONS, 2026.

Os setores afetados pelas cheias de 2024 no Rio Grande do Sul foram praticamente todos os que compõem a estrutura socioeconômica do estado. No campo da infraestrutura hídrica e energética, destacam-se a indisponibilidade da UHE Jacuí (180 MW), a paralisação temporária da UHE 14 de Julho (100 MW) — que só retomou a operação em junho de 2024, em modo especial, com queda mínima operativa reduzida de 28 m para 19 m, o que limitou a geração máxima por

unidade de 51,8 MW para 17 MW —, além de afetações de algum nível em 44 empreendimentos hidrelétricos monitorados pela ANEEL, sendo 12 UHEs, 24 PCHs e 8 CGHs. No setor de abastecimento humano, a Companhia Riograndense de Saneamento (Corsan), responsável pelo fornecimento de água para 317 municípios e cerca de 6,5 milhões de pessoas, registrou, no auge da crise, mais de 1 milhão de residências sem acesso à água potável em 64 municípios, com pelo menos oito cidades completamente sem abastecimento. A agropecuária sofreu impactos devastadores: na orizicultura, os silos atingidos na Região Central e na Planície Costeira Interna acumularam danos a 43.106 toneladas de arroz, com queda estimada de 22,88% na produção de duas safras subsequentes, segundo levantamento do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA).

O relatório do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e do Grupo Banco Mundial estimou em R$ 88,9 bilhões o impacto econômico total das enchentes no estado. A saúde pública foi gravemente comprometida: os primeiros dois meses após o evento registraram 546 casos de leptospirose com 25 mortes confirmadas, além do isolamento de SARS-CoV-2, vírus da hepatite A e E nas amostras de água coletadas. Mais de 298 hospitais em 87 municípios tiveram instalações afetadas e mais de 400 mil alunos de escolas estaduais foram impactados. O sistema de proteção de cheias de Porto Alegre — projetado entre as décadas de 1960 e 1980 — falhou em múltiplos pontos, incluindo a ruptura de comportas e refluxo em galerias, expondo 35% a 40% da população da Região Metropolitana que habitava áreas teoricamente protegidas por estruturas inoperantes. No balanço final, o desastre afetou cerca de 2,4 milhões de pessoas em 478 dos 497 municípios gaúchos, causou 184 mortes confirmadas, deixou 25 desaparecidos e forçou mais de 200 mil pessoas a deixarem suas residências.

A resposta institucional ao evento de 2024 envolveu um conjunto amplo e articulado de atores, estruturado com maior celeridade e formalismo do que em catástrofes anteriores, embora ainda com fragilidades operacionais relevantes.

No plano federal, o Governo do Estado decretou estado de calamidade pública por meio do Decreto Estadual nº 57.596, abrangendo os eventos climáticos do período. O Governo Federal reconheceu o estado de calamidade pública, por meio da Portaria SEDEC nº 1.354/2024, abrindo o acesso imediato a recursos de defesa civil e a mecanismos extraordinários de financiamento; as Portarias SEDEC nº 1.377/2024 e nº 1.379/2024 ampliaram o reconhecimento para 336 municípios gaúchos.

A Câmara dos Deputados aprovou o Decreto Legislativo n.º 36/2024, que reconheceu a calamidade para fins da Lei de Responsabilidade Fiscal, suspendendo limites e prazos e facilitando o repasse de recursos federais.

Uma Sala de Situação foi instalada sob coordenação do ministro-chefe da Casa Civil e passou a realizar reuniões diárias com os ministérios envolvidos, a Defesa Civil, o ONS e representantes estaduais.

No plano regulatório do setor hidrelétrico, o governo do estado monitorou a situação das barragens por meio da Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA-RS), da ANEEL e do ONS, que acompanhou 426 empreendimentos de geração e identificou 44 que demandavam fiscalização mais detalhada. A CCEE, por sua vez, instituiu Comitê de Acompanhamento (CAC) e obteve da ANEEL, por meio do Despacho n.º 1.530/2024, delegação de competência para decidir sobre a suspensão de processos de desligamento e a recontabilização de agentes impactados pela calamidade no Rio Grande do Sul.

A ANA criou, por meio da Portaria ANA n.º 489/2024, publicada em 29 de maio de 2024, o Grupo de Trabalho Estudos de Cheias no Rio Grande do Sul (GT Cheias RS), com quatro eixos temáticos de atuação — estudos hidrológicos do evento, segurança das infraestruturas, sistemas de proteção e contingência urbana, e cartografia de risco. O trabalho do GT Cheias RS contou com a participação de universidades, órgãos públicos, associações profissionais e outras entidades, resultando na publicação do estudo técnico-científico 'As Enchentes no Rio Grande do Sul — Lições, Desafios e Caminhos para um Futuro Resiliente'.

Também foram mobilizadas forças militares em escala sem precedente: mais de 30 mil homens e mulheres das Forças Armadas estavam diretamente envolvidos nas operações de resgate, além do envio do porta-helicópteros NAM Atlântico (A-140) — o maior navio de guerra da América Latina — ao município de Rio Grande para apoio logístico.

Os principais instrumentos jurídicos e regulatórios que nortearam a gestão da crise hidrológica de 2024 no Rio Grande do Sul podem ser agrupados em três dimensões: a da resposta emergencial, a da gestão do setor elétrico e a da recuperação.

Na dimensão emergencial, destacam-se o Decreto Estadual n.º 57.596/2024, a Portaria SEDEC n.º 1.354/2024 e o Decreto Legislativo n.º 36/2024, que conferiram o arcabouço legal para mobilização de recursos excepcionais, suspensão de obrigações fiscais e ampliação do acesso ao

crédito público. A Medida Provisória n.º 1.218/2024, abriu crédito extraordinário em favor de múltiplos órgãos federais para o enfrentamento da calamidade. Na dimensão do setor elétrico, o Despacho ANEEL n.º 1.530/2024 e as deliberações da CCEE estruturaram um regime excepcional para agentes econômicos afetados, incluindo a suspensão de desligamentos e a flexibilização de obrigações de adimplência. A retomada da UHE 14 de Julho foi autorizada em caráter especial pelo ONS, com nova regra operativa que reduziu a queda mínima de projeto de 28 para 19 metros — medida que reflete a condição estrutural parcialmente comprometida da barragem e limita a geração à metade de sua capacidade por unidade.

Na dimensão da recuperação e prevenção estrutural, o Governo Federal lançou o Programa Rio Grande, que canalizou até meados de 2025 cerca de R$ 6,9 bilhões em diferentes frentes de atuação, incluindo o Fundo de Apoio à Infraestrutura para Recuperação e Adaptação a Eventos Climáticos Extremos (FIRECE), com R$ 6,5 bilhões destinados à ampliação e modernização do sistema de proteção contra cheias na Região Metropolitana de Porto Alegre e nos vales dos rios Sinos, Caí e Gravataí. Estão previstos projetos de sistemas de proteção para seis bacias hidrográficas gaúchas: do Jacuí (em Eldorado do Sul), do Gravataí, do Taquari-Antas, do Caí, do Sinos e do Arroio Feijó.

O estado de calamidade pública foi prorrogado diversas vezes pelo governo do Rio Grande do Sul, sendo que o Decreto n.º 58.052/2025 reconhecendo que os efeitos econômicos e sociais do desastre persistiam quase um ano após o evento.

O desastre de 2024 no Rio Grande do Sul, e em particular a crise das cascatas do Jacuí e do Taquari-Antas, produziu um conjunto robusto de aprendizados institucionais que já se refletem em ações em curso e que deverão nortear a política hídrica e energética do país nos próximos anos. O estudo da ANA/GTA RS, lançado em 30 de abril de 2025, sistematizou as principais lições: a chuva extrema de 2024 deve ser incorporada como cenário possível para o planejamento hidráulico e energético não apenas no Rio Grande do Sul, mas em todo o Brasil, demandando a revisão dos critérios de dimensionamento de obras de infraestrutura para incorporar um acréscimo de 15% a 20% nas vazões e precipitações máximas; as técnicas tradicionais de análise de frequência, baseadas na estacionariedade da série histórica, tornaram-se obsoletas diante da mudança climática, exigindo a adoção de abordagens de gestão de risco adaptativa. Do ponto de vista da operação em cascata, o evento expôs a necessidade de aprimorar os Planos de Ação de Emergência (PAEs) das usinas, garantindo comunicação e coordenação efetivas entre operadores, ONS, Defesa Civil e municípios a jusante mesmo em cenários de isolamento das estruturas — como

ocorreu com as usinas da CERAN, que ficaram sem acesso terrestre. A comunicação de risco foi identificada como uma das principais fragilidades do episódio: alertas foram divulgados tardiamente ou de forma imprecisa, circulação de desinformação reduziu a capacidade de resposta da população, e 40% dos moradores atingidos em Porto Alegre desconheciam que habitavam áreas de risco.

A manutenção preventiva das infraestruturas de proteção — comportas, diques e casas de bombas —, cuja falha foi determinante para a inundação de áreas teoricamente protegidas na capital gaúcha, emerge como prioridade de curto prazo, enquanto o reassentamento de populações em áreas de alto risco, o mapeamento sistemático de zonas inundáveis e a integração entre planos de bacia, planos diretores municipais e planos de saneamento figuram como medidas estruturantes de médio e longo prazo.

O estudo da ANA aponta que a Região Sul é a que concentra a maior projeção de aumento de cheias no país, com eventos extremos podendo ser até cinco vezes mais frequentes e as vazões máximas dos rios podendo aumentar em 20% nos próximos ciclos climáticos, o que torna imperativa a aceleração dos investimentos em infraestrutura resiliente e em sistemas de monitoramento e alerta em tempo real. A colaboração institucional entre universidades, agências reguladoras, operadores e defesa civil, que foi crucial na resposta ao desastre de 2024, deve ser formalizada e permanente — e não apenas reativa em momentos de crise —, constituindo a base para a construção de uma cultura de prevenção e de governança efetiva dos recursos hídricos em bacias sujeitas a eventos extremos crescentes.

5. METODOLOGIA

A contextualização apresentada na seção anterior — incluindo a síntese do diagnóstico da Meta 2, a dinâmica da operação dos reservatórios e os estudos de caso — subsidiou diretamente a estratégia adotada para a avaliação da governança específica, descrita a seguir.

Nesta seção, define-se a estratégia utilizada para alcançar os resultados objetivados, detalhando as atividades e métodos adotados, subdivididas, na sequência, conforme cada tema.

5.1. PESQUISA DOCUMENTAL

Com o objetivo de obter os materiais necessários para delimitação do escopo da pesquisa documental, foi discutido junto aos membros do Grupo de Trabalho (GT) o rol de documentos que contemplam conteúdo relevante às discussões desenvolvidas no âmbito da articulação entre atores relevantes no contexto aqui avaliado e que estão indicados ao longo do texto como referências consultadas.

Como ferramenta de auxílio, ainda, foi utilizada inteligência artificial para buscas direcionadas, seguida por etapa de validação e complementação humana da pesquisa.

O processo de avaliação dos documentos levantados pelo Consórcio e outros eventualmente apontados pelo GT foi conduzido de forma sistemática, com o objetivo de garantir a relevância, atualidade e confiabilidade das informações coletadas, além de focar na exploração textual de temas de interesse do presente documento.

5.2. ANÁLISE CRÍTICA SOBRE OS PONTOS FORTES E DE MELHORIA NA ARTICULAÇÃO ENTRE ANA, ONS E OUTROS ATORES

A partir das reuniões de trabalho e pesquisa documental (com levantamento, principalmente, de documentos de operação e registros de tratativas), foi possível elaborar uma análise para identificar os pontos fortes e de melhoria na articulação entre ANA e ONS.

A avaliação considerou, para tanto, a pesquisa documental, as discussões e apresentações abrangidas no Workshop da Meta 3 e as tratativas conduzidas no GT.

5.3. WORKSHOP

Como forma de obter participação pública, ampliar o espaço de debate e contribuição, foi realizado um workshop presencial, na sede do Ministério de Minas e Energia, em Brasília – DF. Para tal evento, foi validada junto ao GT uma programação subdividida em painéis temáticos (conforme apresentado no Anexo I), envolvendo painelistas de diversas áreas de atuação no âmbito da

governança e gestão de reservatórios, desde órgãos fiscalizadores e reguladores, até setores usuários e membros do SINGREH.

Para compilação das contribuições apresentadas pelos painelistas e participantes, o evento, além de transmitido ao vivo no canal oficial do MME na plataforma Youtube (acessível através do link: <https://www.youtube.com/watch?v=tsNQVtCUwiA>), foi gravado e, posteriormente, transcrito e sintetizado pela equipe do consórcio para compor o presente relatório.

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, contradições 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. RESULTADOS E ANÁLISE

Nesta seção, a partir da documentação de referência, da contextualização e pela aplicação da metodologia, são apresentados os resultados acerca do tema deste documento.

A divisão dos resultados deu-se por objetivos a serem alcançados para atingimento da Meta 3, bem como pelo agrupamento de itens referentes a entrevistas e workshops, de modo a permitir a rastreabilidade da origem das informações aqui apresentadas. Posteriormente, são apresentados os resultados e análises sobre as informações coletadas via entrevistas e workshop e por pesquisa documental.

6.1. AVALIAÇÃO DO WORKSHOP DA META 3 – GOVERNANÇA ESPECÍFICA DA GESTÃO DE RESERVATÓRIOS DO SIN

6.1.1. OBJETIVO E CONTEXTO

O workshop da Meta 3, realizado em 24 de setembro de 2025, foi concebido como um dos pilares para a consolidação da avaliação da governança específica da gestão de reservatórios do SIN. A proposta metodológica do evento foi estabelecida com uma subdivisão em: painel de abertura institucional com MME, ANA, ONS, ANEEL e EPE e três painéis temáticos – i) Governança em

situações críticas, ii) Instrumentos de operação e condicionantes operativos, e iii) Articulação entre setores usuários da água.

Os principais objetivos foram: a validação e complementação dos achados da Meta 2 (diagnóstico da governança dos reservatórios do SIN); o recolhimento de percepções institucionais sobre fragilidades e oportunidades de aprimoramento e o levantamento de contribuições para as recomendações que serão aprofundadas nas Metas seguintes.

As atividades se apoiaram em roteiro e perguntas previamente estruturadas e validadas junto ao GT da CP11, com falas circulares e foco no debate técnico-institucional. A partir da transcrição integral do evento, disponibilizada pelo Ministério de Minas e Energia na plataforma Youtube, foi realizada uma análise do conteúdo, articulando as falas com os pontos críticos identificados nos diagnósticos e endereçamento às demandas seguintes.

6.1.2. PAINEL TÉCNICO 1: GOVERNANÇA DE RESERVATÓRIOS PARA ENFRENTAMENTO DE SITUAÇÕES CRÍTICAS

O Painel Técnico 1 do workshop da Meta 3 configurou-se como o primeiro momento em que os órgãos responsáveis pela gestão de recursos hídricos, planejamento e operação do SIN, regulação e representação dos geradores, e licenciamento ambiental puderam discutir de forma pública e direcionada sobre a governança para situações críticas de operação de reservatórios.

As falas de MME, EPE, IBAMA, ONS, ANA e APINE convergiram no reconhecimento de que os eventos hidrológicos recentes – em especial a crise de 2020–2021, mas também cheias e estiagens posteriores – colocaram em evidência tanto o potencial de articulação institucional existente quanto as fragilidades estruturais do arranjo atual. De modo geral, o painel reforçou a percepção de que o país dispõe hoje de um conjunto mais robusto de instrumentos e instâncias de coordenação do que no passado (CMSE fortalecido, integração ANA-ONS, Salas de Crise, regras operativas em bacias estratégicas), mas que esses mecanismos ainda se organizam de forma predominantemente reativa, dependem de acordos para essa exclusiva finalidade e não se apoiam em um arcabouço normativo específico para a gestão de crises. Nesse sentido, a discussão deslocou o foco da mera descrição de eventos passados para a necessidade de desenhar uma governança capaz de antecipar cenários críticos, acionar respostas em tempo adequado e compatibilizar, de forma transparente, segurança hídrica, energética e ambiental.

No conjunto, o painel evidenciou forte convergência quanto à necessidade de criar instrumentos normativos específicos para situações críticas, capazes de definir gatilhos objetivos para transição entre regimes ordinários e extraordinários, fluxos decisórios claros, responsabilidades

de cada órgão, requisitos mínimos de informação e formas de vincular as deliberações de fóruns como CMSE, Salas de Crise e comitês de bacia às decisões operativas e regulatórias subsequentes.

Sob a ótica do Consórcio, o Painel 1 desenvolveu uma discussão robusta, com densidade técnica e franqueza nas falas, traçando um retrato da situação atual do contexto regulatório e operacional dos reservatórios do SIN. As falas concentraram-se na descrição de desafios e na identificação de princípios desejáveis como a antecipação, previsibilidade, integração, segurança jurídica. Praticamente todas as instituições convergiram em um diagnóstico que ratifica e aprofunda a Meta 2: o arcabouço vigente funciona razoavelmente bem em crises de escassez prolongada, mas carece de protocolos formais para cheias — lacuna já identificada na Meta 2 como crítica —, de gatilhos objetivos para acionar regimes excepcionais e de fluxos decisórios juridicamente respaldados. A "Regulação 2.0" proposta pela ANA — capaz de dialogar com variações horárias de vazão — antecipa a magnitude do desafio.

Todavia, não se observou um avanço significativo na exploração de uma possível arquitetura institucional e normativa necessária e suficiente para materializar essa governança de crise. Também não foram exploradas em profundidade as tensões e assimetrias informacionais com atores estaduais, comitês de bacia ou usuários locais, embora se reconheça que decisões emergenciais em reservatórios têm impactos diretos sobre os diversos usos da água, desde agricultura, abastecimento urbano, comunidades ribeirinhas até ecossistemas, o que pode afetar a legitimidade das medidas adotadas. Ainda assim, o painel cumpriu papel decisivo ao explicitar que a governança vigente não está plenamente preparada para o padrão de crises que se antevê em um cenário de variabilidade climática crescente e transição energética acelerada. Ao articular diagnósticos operativos, regulatórios, ambientais e empresariais, o Painel Técnico 1 reforça o endereçamento, para a Meta 3, da proposição de um arcabouço específico de governança para situações críticas, que seja simultaneamente ágil, transparente, multissetorial e juridicamente sólido.

6.1.3. PAINEL TÉCNICO 2: CONDICIONANTES OPERATIVOS HIDRÁULICOS, CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO PARA RESERVATÓRIOS DO SIN E DADOS CADASTRAIS

O Painel Técnico 2 do Workshop da Meta 3 concentrou-se especificamente nos COPHIs, nas condições de operação de reservatórios do SIN e nos dados cadastrais associados, constituindo o espaço mais diretamente voltado ao escopo técnico do objeto da CP11. As pontuações de ONS, ANA, ANEEL, MME, CCEE e ABRAGE permitiram visualizar, em cadeia, as origens dos condicionantes operativos hidráulicos (na regulação de recursos hídricos e ambiental, por exemplo),

como são cadastrados e operacionalizados (pelo ONS e pelos agentes de geração hidráulico), como são fiscalizados e convertidos em sinais econômicos (ANEEL e CCEE) e, por fim, como impactam o negócio dos geradores e a atratividade de investimentos (ABRAGE). Em linha com os demais painéis, houve reconhecimento de avanços importantes: como a criação do FSARH, a evolução para o conceito de COPHIs, a declaração de regras operativas da ANA pelo cadastro de diretrizes operativas (que é um tipo de COPHI) e o aprofundamento da modelagem de curto prazo. Também ficou claro que o sistema de cadastro das informações sobre os COPHIs ainda possui limitações tecnológicas, documentação heterogênea, critérios cujas padronizações precisam ser aprimoradas e impactos operativos e econômicos que carecem de método de realização de suas estimativas.

No conjunto, em avaliação do Consórcio, o Painel Técnico 2 cumpriu papel fundamental ao aproximar a discussão conceitual sobre condicionantes operativos hidráulicos da realidade concreta de cadastros, sistemas, modelos, decisões colegiadas e impactos econômicos. As falas evidenciaram que o país avançou substancialmente na organização das informações (FSARH, inventários, tipologia de COPHIs), na formalização de regras operativas e na internalização do tema em instâncias como PRR, CMSE e PPA; entretanto, também deixaram claro que ainda há grandes assimetrias na qualidade e justificativa dos condicionantes cadastrados pelos agentes, lacunas na padronização de critérios, dificuldades tecnológicas na gestão de dados – já em discussão e encaminhamento para soluções no âmbito do PRR – e uma distância significativa entre a velocidade com que condicionantes se acumulam e a capacidade institucional de revisá-los, racionalizá-los e refletí-los de forma estável na operação e na formação de preços. O painel reforça, assim, a necessidade – central para a Meta 3 – de desenvolver instrumentos de governança que tratem os COPHIs não apenas como um problema de cadastro, mas como um pilar da coordenação entre ANA, ONS, ANEEL, MME, CCEE e agentes setoriais, articulando segurança hídrica, energética, ambiental e jurídica em um contexto de crescente complexidade operacional e de transição energética.

6.1.4. PAINEL TÉCNICO 3: ARTICULAÇÃO ENTRE SETORES E ATORES USUÁRIOS DE ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS DO SETOR ELÉTRICO

O Painel Técnico 3 reforçou, de forma bastante concreta, que a governança dos reservatórios do SIN só é viável se a articulação entre setores e atores usuários de água deixar de ser episódica e passar a ser parte estrutural do arranjo institucional. As colocações de ANA, ONS, CNRH, CBDB e FMASE convergiram em reconhecer que os reservatórios hidrelétricos são, simultaneamente, infraestrutura energética, hídrica, ambiental e de desenvolvimento regional, e que os conflitos atuais decorrem menos da falta de água e mais da ausência de clareza operativa, valoração econômica

dos usos e de espaços permanentes de coordenação multissetorial. Ao mesmo tempo, apareceram diferenças de ênfase importantes: entre a defesa de novos grandes reservatórios, a preocupação com a atual rigidez normativa, a crítica à atuação nem sempre efetiva dos comitês de bacia e a percepção de que o setor elétrico ainda participa, de forma relativamente insuficiente, da governança local.

Em síntese, o Consórcio avalia que o Painel Técnico 3 aprofunda e concretiza vários achados da Meta 3: (i) reconhece que a ANA dispõe hoje de instrumentos relativamente robustos (outorga, regras operativas, Salas de Crise, declaração de escassez), mas que ainda faltam mecanismos econômicos, critérios de compensação e protocolos antecipados, e maior envolvimento de entes do SINGREH; (ii) mostra que o ONS está operando num sistema mais estressado, com condicionantes operativos hidráulicos crescentes e, ao mesmo tempo, sobreoferta sazonal de renováveis variáveis, o que torna indispensável revisar esses condicionantes; (iii) evidencia a necessidade de atualizar a regulação de recursos hídricos (resoluções de outorga, prioridades, planos de bacia) para o novo contexto de eventos extremos e variabilidade climática; (iv) recoloca o debate sobre o papel de novos reservatórios e de atributos sistêmicos das hidrelétricas na segurança do SIN; e (v) explicita que a governança dos reservatórios não pode ser apenas ANA–ONS–MME/ANEEL: comitês de bacia, órgãos estaduais, usuários setoriais e fóruns como o CNRH e a FMASE precisam ser parte orgânica do arranjo. Para o relatório da Meta 3, esse painel oferece um conjunto rico de evidências e argumentos para reforçar recomendações sobre: criação de estruturas permanentes de governança em bacias críticas, valoração econômica dos usos, definição de protocolos para situações de excesso e escassez do recurso hídrico, revisão periódica de COPHIs e inserção sistemática dos colegiados de recursos hídricos na governança dos reservatórios do SIN.

6.2. ANÁLISE DA ATUAL ESTRUTURA DE ARTICULAÇÃO ENTRE ANA E ONS

A análise conduzida no âmbito da Meta 3 confirma que a articulação entre a ANA e ONS constitui um arranjo institucional relativamente consolidado: apoiados em base legal clara, instrumentos procedimentais específicos, fluxos operativos cotidianos e instâncias de coordenação que, em condições ordinárias e em boa parte das situações críticas recentes, se mostram funcionais. As crises de 2013–2014 e, sobretudo, de 2020–2021 impulsionaram um processo de amadurecimento dessa relação, com maior frequência de interações, aperfeiçoamento de regras operativas em bacias estratégicas, uso intensivo de Salas de Acompanhamento e, sempre que necessário, de Salas de Crise, além do fortalecimento do CMSE como fórum de articulação entre diagnósticos hidrológicos e decisões operativas. Ainda assim, persistem assimetrias informacionais, lacunas regulatórias e forte dependência de arranjos conforme demanda e mecanismos informais

de comunicação, o que reduz a previsibilidade das decisões e expõe a governança dos reservatórios a vulnerabilidades em eventos de rápida evolução, como cheias extremas, ou em situações de estiagens severas de caráter plurianual.

No contexto da governança dos reservatórios do SIN, a articulação entre ANA e ONS configura um fator estruturante e pode ser compreendida pela base legal e institucional, que define competências complementares; os fluxos formais de articulação, expressos em normas, procedimentos e protocolos; e os mecanismos operacionais, que englobam rotinas de coordenação, comitês, salas de acompanhamento e crise, canais de transmissão e validação de dados.

Do ponto de vista institucional, a articulação decorre de competências complementares definidas em lei. A ANA exerce suas funções com fundamento na Lei nº 9.984/2000 e na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), cabendo-lhe outorgar o direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, definir e fiscalizar condições de operação de reservatórios e, tais como cotas máximas e mínimas, faixas de operação, vazões mínimas obrigatórias, defluências máximas, e outras restrições associadas à segurança hídrica, e de usos múltiplos. A Agência também coordena Salas de Crise e de Acompanhamento em bacias prioritárias, elabora regras operativas em articulação com o ONS, edita resoluções emergenciais em contextos excepcionais e demanda informações operativas e hidrológicas dos agentes e do ONS, contribuindo para a padronização e a transparência da base de dados utilizada nas decisões.

O ONS, criado pela Lei nº 9.648/1998 e com atuação regida pelos Procedimentos de Rede aprovados pela ANEEL, é responsável pela coordenação e controle da operação eletroenergética do SIN, devendo incorporar às suas modelagens e rotinas de programação e despacho os condicionantes hidráulicos definidos pela ANA, condicionantes hidráulicos cadastrados pelos agentes, por licenças ambientais e por atos regulatórios do setor elétrico. Entre as atribuições centrais do Operador na articulação com a ANA, destacam-se a articulação entre as instituições no estabelecimento de regras operativas para reservatórios que integram o SIN; a atuação do Operador nas Salas de Acompanhamento e de Crise em bacias nas quais há aproveitamentos hidroelétricos do SIN; a consideração por parte do Operador em seus processos dos COPHIs oriundos de regulamentações estabelecidas pela ANA (tanto dos que são declarados pelos agentes de geração hidráulica, quanto dos que são declarados pelo ONS); disponibilizar as informações sobre condicionantes operativos hidráulicos através de sistema específico; e fornecer informações em tempo quase real sobre dados operativos das usinas hidroelétricas (níveis, defluências etc.). Essa complementaridade de papéis, a ANA definindo limites operativos em suas outorgas e regras operativas em suas resoluções; e o ONS operando o sistema considerando esses regramentos,

constitui o alicerce jurídico e procedimental da governança dos reservatórios compartilhada entre estes entes.

No plano dos fluxos formais de articulação, a relação é estruturada por um conjunto de instrumentos que operacionalizam essa complementaridade e definem como ANA e ONS se comunicam e deliberam sobre a gestão dos reservatórios. Os Procedimentos de Rede do ONS configuram hoje o principal arcabouço formal que organiza, do ponto de vista eletroenergético, o tratamento dos COPHIs que condicionam a operação do SIN. Em particular, o Submódulo 4.7 e a Rotina Operacional 4.1.13, voltada à Gestão de Condicionantes Operativos Hidráulicos, estabelecem etapas, responsabilidades internas, prazos e critérios para registro, atualização e classificação desses condicionantes no sistema de cadastro (FSARH). Nesse desenho, a ANA provê a base legal e técnica das restrições hidráulicas referentes às condições de operação por ela definidas, enquanto o ONS assegura sua incorporação consistente à operação eletroenergética, à programação da geração e aos estudos de segurança do sistema.

Esse conjunto de regras representou avanço importante em termos de padronização, rastreabilidade e transparência, especialmente à luz das crises hídricas de 2014 e 2020–2021, que evidenciaram a necessidade de tornar explícitos os caminhos formais pelos quais condicionantes operativos hidráulicos são incorporados à operação do SIN. As entrevistas da Meta 3 e o Workshop apontam que a consolidação do FSARH, a adoção do conceito de COPHIs e a evolução do Submódulo 4.7 contribuíram para organizar uma base de dados mais estruturada das limitações em variáveis hidráulicas de aproveitamentos hidroelétricos do SIN, reduzindo a opacidade antes existente. Contudo, persistem limitações relevantes: grande parte dos cadastros tem origem declaratória dos agentes, com documentação por vezes incompleta; há divergências entre parâmetros registrados em diferentes bases (hidráulicas, regulatórias, ambientais e operativas); e ainda não existe um procedimento interinstitucional que estabeleça critérios de priorização, revisão e eventual flexibilização desses condicionantes com impacto sistêmico. Em outras palavras, os Procedimentos de Rede estruturam de forma robusta a governança interna ao ONS, mas não configuram, em sentido estrito, um instrumento bilateral e vinculante de tomada de decisão conjunta entre ANA e Operador, nem entre estes e outros órgãos como MME, ANEEL e IBAMA, e órgãos ambientais estaduais, responsáveis pelo licenciamento e algumas restrições de natureza ambiental de algumas usinas do SIN.

As entrevistas com ANA e ONS detalharam um ponto crítico adicional: a efetividade dos Procedimentos de Rede e do FSARH ainda depende fortemente da capacidade técnica e da articulação pessoal entre equipes das duas instituições. Em algumas bacias, avanços observados

decorrem de relações profissionais históricas e não de protocolos institucionalizados, o que fragiliza a governança. Além disso, o ONS reconheceu que o FSARH e o cadastro de COPHIs podem ainda ser aprimorados, haja vista que há registros desatualizados, divergências entre outorgas e cadastros, falta de documentação comprobatória e ausência de um procedimento regular de compatibilização de todas as informações existentes para os aproveitamentos. Esse conjunto de fatores reforça a necessidade de institucionalização de um processo formal e periódico de revisão dos condicionantes operativos hidráulicos. Todavia, houve sinalização de que há aprimoramentos mapeados e em desenvolvimento em relação ao sistema atual.

No âmbito de cooperação técnica, destaca-se o Acordo de Cooperação Técnica (ACT) firmado entre ANA e ONS (ACT nº 06/2022/ANA), posteriormente atualizado por planos de trabalho, que estabelece a promoção e execução de ações conjuntas relacionadas a informações, estudos hidrológicos, condições de operação dos reservatórios do SIN e trabalhos técnicos correlatos. Esse acordo explicita objetivos associados à melhoria da base de informações utilizada por ambas as instituições: intercâmbio e atualização sistemática de dados hidrológicos e hidráulicos; integração de procedimentos e sistemas de dados; realização de estudos sobre disponibilidade hídrica, usos consuntivos, controle de cheias e avaliação de restrições operativas; além de promover reuniões técnicas e capacitações conjuntas. O plano de trabalho vinculado ao ACT detalha produtos esperados, mecanismos de acesso a sistemas, formas de atualização de inventários e responsabilidades por insumos específicos, contribuindo para reduzir assimetrias informacionais e reforçar a confiabilidade da base técnico-científica que fundamenta as decisões.

Do ponto de vista da governança decisória, todavia, o ACT não se configura como protocolo normativo de deliberação conjunta. Trata-se de um instrumento de cooperação e de integração de bases de dados que qualifica o insumo técnico da articulação entre ANA e ONS, mas não estabelece fluxos vinculantes para proposição, revisão ou revogação de condicionantes operativos hidráulicos, tampouco define prazos formais de resposta a solicitações operativas, critérios compartilhados de priorização de casos ou procedimentos específicos para atuação coordenada em situações críticas. Em síntese, o acordo fortalece a infraestrutura informacional e a capacidade analítica, mas não preenche a lacuna de um instrumento normativo conjunto, de caráter interinstitucional, que organize de forma clara e previsível os ritos, responsabilidades e critérios que regulam as decisões sobre reservatórios em regimes ordinários e extraordinários.

Na dimensão dos mecanismos operacionais de articulação, situa-se a concretude da governança ANA–ONS, especialmente relevante em períodos de estresse hidrológico. No intercâmbio de dados, o fluxo diário entre as instituições está relativamente estabilizado: a ANA

disponibiliza séries hidrológicas, estatísticas de cheias e estiagens, informações de monitoramento fluviométrico e de reservatórios por meio de sistemas como SNIRH, HIDROWEB e SAR; o ONS disponibiliza informações operativas via Portal de Dados Abertos, SINTEGRE, PMO, e dados de COPHIs através do sistema FSARH. Apesar disso, as entrevistas revelam problemas persistentes de interoperabilidade, redundâncias e inconsistências entre bases, exigindo checagens manuais frequentes e reuniões bilaterais para dirimir dúvidas técnicas. Essa situação evidencia a necessidade apontada por ANA e ONS, de consolidar uma governança mais clara para definição e manutenção de um regime de dados oficiais harmonizado por usina e reservatório, com atualização simultânea em todas as bases correlacionadas.

Neste contexto, as Salas de Acompanhamento instituídas pela ANA em bacias com regras operativas específicas aparecem como ponte entre a governança ordinária de bacia e a governança operativa de reservatórios estratégicos. Essas instâncias, de caráter multissetorial, permitem que órgãos da União e dos Estados, ONS, agentes e demais usuários acompanhem conjuntamente a evolução de níveis, vazões, cenários de previsão e cumprimento de condicionantes, identificando tensões emergentes e permitindo ajustes graduais antes que a situação degenere em crise. O Manual de Salas de Crise e de Acompanhamento prevê, inclusive, gatilhos para transição de Sala de Acompanhamento para Sala de Crise, quando determinados limiares hidrológicos e de risco são atingidos. Na prática, esse arranjo tem se mostrado um mecanismo importante para aproximar a linguagem da gestão de bacias da linguagem da operação do SIN, ainda que sua institucionalidade permaneça mais procedimental e normativa no nível infralegal, do que como processo decisório legalmente previsto.

No que se refere à gestão de condicionantes operativos hidráulicos, as análises da Meta 3 e o Workshop são convergentes ao identificar este como o ponto mais sensível da articulação ANA–ONS. Do lado do ONS, os Procedimentos de Rede organizam o fluxo interno de registro, análise e operacionalização de condicionantes operativos hidráulicos, com base no sistema FSARH e, mais recentemente, utilizando o conceito de COPHIs. O levantamento demonstrado pelo ONS aponta mais de 5.300 COPHIs cadastrados até dezembro de 2023, dos quais cerca de 600 vigentes, abrangendo restrições, Informações Operativas Relevantes (IORs), diretrizes operativas e intervenções. Esses condicionantes têm origem heterogênea (licenças ambientais, outorgas e atos de ANEEL, condicionantes delcarados pelos agentes e resoluções da ANA, recomendações de Salas de Acompanhamento, realização de manutenções etc.) e são em grande medida cadastrados de forma declaratória pelos agentes de geração hidráulica, o que gera riscos de inconsistências,

omissões, divergências entre o que está no sistema e o que efetivamente se aplica na operação, além de assimetrias de informação entre reguladores e operadores.

Nesse contexto, o arcabouço vigente cumpre papel relevante ao padronizar etapas, definir prazos para emissão de pareceres técnicos e disponibilizar em um sistema centralizado as informações sobre condicionantes operativos hidráulicos. Sua principal potencialidade está em conferir rastreabilidade às limitações em variáveis hidráulicas de usinas hidroelétricas que condicionam a operação do SIN e em permitir que o ONS identifique, aquelas que estão efetivamente vigentes e aplicáveis.

A questão da governança em situações críticas é um dos pontos percebidos como mais robustos da articulação, ainda que com limitações importantes. As Salas de Crise coordenadas pela ANA, criadas a partir da experiência da bacia do São Francisco, em 2013, consolidaram-se como fóruns multissetoriais para pactuação de medidas emergenciais em contextos de escassez hídrica ou de cheias com potencial de afetar a segurança hídrica e usos múltiplos. Elas reúnem representantes da ANA, órgãos estaduais, usuários de água, ONS e outros setores, proporcionando transparência, participação e circulação rápida de informações, e foram destacadas como instrumentos centrais para a conciliação de interesses e conservação de estoques em crises recentes. Em 2021, os Grupos de Trabalho (GTs) complementaram esse arranjo com natureza regulatória emergencial, permitindo propor medidas que extrapolam o regramento vigente, incluindo ajustes em outorgas, que podem refletir em condicionantes operativos hidráulicos.

Apesar da avaliação positiva, ainda há também lacunas específicas na resposta a eventos de cheia principalmente: o ONS relatou dificuldades para flexibilizar rapidamente vazões máximas em reservatórios com capacidade de amortecimento por ausência de protocolos legais claros, exceto para algumas bacias, onde há instrumento regulatório específico para cheias, como no caso do Paraíba do Sul, vide Resolução ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2105. Anualmente é consolidado pelo ONS o Plano Anual de Prevenção de Cheias – PAPC – em que são estabelecidos critérios de operação e de segurança optados pelos agentes com regras e definições estabelecidas antes de situações de cheia. Normalmente, as condições operativas ordinárias estabelecidas pela ANA são suspensas durante situações cheia declaradas pelos agentes, ficando o agente e o ONS responsáveis pelas decisões operativas.

A atuação dos órgãos federais envolvidos na gestão de riscos de desastres em situações que envolvem inundações graduais apoia-se em um protocolo entre CENAD, CEMADEN, SGB e ANA estabelecido em 2013. Nesse contexto, cabe à ANA prover continuamente as informações

hidrológicas necessárias, visando prevenir ou minimizar os efeitos dos desastres em apoio ao Sistema Nacional de Defesa Civil

O CMSE complementa esse arranjo como instância estratégica para o setor elétrico, acompanhando permanentemente as condições de suprimento e coordenando a resposta em crises como a de 2013–2014 e a de 2020–2021. Na prática, o CMSE constitui o principal fórum formal de articulação entre as avaliações hidrológicas e as estratégias operativas, sobretudo no que tange ao despacho termelétrico, à preservação de estoques e à avaliação de medidas excepcionais. As análises conduzidas na Meta 3 apontam para a potencial consolidação do CMSE como principal espaço formal para deliberação e revisão de COPHIs, havendo recomendações para inclusão mais sistemática de órgãos ligados à gestão hídrica, meio ambiente e defesa civil, bem como para que as lições aprendidas em cada crise se convertam em ajustes normativos e protocolos permanentes.

Uma dimensão transversal às questões de governança e articulação entre ANA e ONS diz respeito aos ritmos institucionais e às transições entre regimes ordinários e extraordinários. As entrevistas evidenciam que, enquanto a operação do SIN exige decisões rápidas, sensíveis à variação diária e horária das condições hidroenergéticas, a governança de recursos hídricos e de bacias opera com prazos mais longos e maior necessidade de deliberação colegiada. A institucionalização das Salas de Crise e de Acompanhamento, articuladas a processos de CMSE e ONS, tem mitigado essa assimetria temporal ao encurtar ciclos decisórios e criar espaços de convergência entre diagnósticos técnicos e pactuação social. As condições de operação estabelecidas em resoluções da ANA definem faixas de operação que deixam claro gatilhos de entrada e saída de diferentes condições hidrológicas, incluindo as mais críticas observadas no histórico. As resoluções preveem ainda situações de operação excepcional decorrentes de riscos de suprimento energético, cheias e outros cenários extraordinários.

As entrevistas realizadas no âmbito da Meta 3 revelam, ainda, dimensões estruturais que não estavam plenamente explicitadas em análises documentais. Em segundo lugar, identificou-se forte assimetria entre os instrumentos disponíveis para estiagens, relativamente consolidados, e aqueles aplicáveis a eventos de cheia, que permanecem fragmentados e carecem de protocolos normativos específicos. Por fim, agentes e órgãos destacaram o risco de judicialização quando COPHIs são alterados em regime crítico, o que torna as decisões mais conservadoras e reforça a necessidade de um arcabouço formal mais robusto e estável.

Em síntese, a atual estrutura de articulação entre ANA e ONS apresenta avanços expressivos e se mostrou capaz de sustentar, com razoável robustez, a governança dos reservatórios em

regimes ordinários e em parte das situações críticas recentes. Todavia, permanece ancorada em um mosaico de normas setoriais, acordos de cooperação, rotinas internas e arranjos temporários e exclusivos, sem um instrumento normativo conjunto que consolide, em linguagem única, os papéis, responsabilidades, critérios de priorização, fluxos decisórios e gatilhos de transição aplicáveis à gestão integrada de reservatórios e condicionantes operativos. Entre as fragilidades identificadas destacam-se:

(i) A inexistência de um catálogo nacional único e auditável de COPHIs por reservatório, que integre resoluções da ANA, condicionantes originárias de órgãos ambientais, regras operativas do ONS, demandas dos agentes de geração hidráulica etc.;

(ii) A falta de um instrumento normativo conjunto que estabeleça procedimentos padronizados para elaboração, revisão e flexibilização de COPHIs, prazos e requisitos documentais claros, critérios objetivos para distinguir condicionantes locais e com relevância sistêmica, e regras para transição entre regimes hidrológicos ordinários e críticos.

Dentre os principais pontos identificados, destaca-se a importância de aprimorar a articulação com órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos estaduais, responsáveis, autonomamente, pela definição de restrições operativas em diversos reservatórios do SIN (quando se trata de rios de domínio estadual e quando o licenciamento ambiental é estadual). Da mesma forma, é importante fortalecer, envolver e aprimorar a atuação dos Comitês de Bacia, que são os entes legalmente responsáveis pelas definições estratégicas que afetam a operação de reservatórios (Lei 9433/1997), como promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos (incluindo a gestão de reservatórios) e articular a atuação das entidades intervenientes (incluindo os entes do setor elétrico e demais setores usuários), arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia (que estabelecem prioridades de uso da água e diretrizes gerais para operação de reservatórios).

Os pontos evidenciados neste tópico funcionam como elo direto com as agendas das Metas 4 e 5. Ao evidenciar a necessidade de um instrumento normativo conjunto e de procedimentos de articulação permanente para reservatórios estratégicos, delimita-se preliminarmente o contorno das responsabilidades jurídicas, operacionais e financeiras que serão aprofundadas na Meta 4, em especial no que diz respeito à definição de condicionantes operativos de interesse sistêmico, à alocação de custos e aos mecanismos de compensação entre agentes, consumidores e poder público. De modo análogo, as recomendações referentes à padronização de regras operativas, à construção de critérios objetivos de transição entre regimes ordinários e críticos e à consolidação de

um inventário nacional de condicionantes dialogam diretamente com a Meta 5, orientada a estruturar o regramento de operação à luz do PRR e de uma governança mais previsível e transparente.

6.2.1. ANÁLISE SWOT OU FOFA – STRENGTHS (FORÇAS), WEAKNESSES (FRAQUEZAS), OPPORTUNITIES (OPORTUNIDADES) E THREATS (AMEAÇAS)

A partir dos dados e resultados apresentados, procedeu-se, por fim, para a aplicação de uma análise SWOT para avaliar de forma objetiva a estrutura de articulação entre os dois principais atores, do ponto de vista operacional, dos reservatórios de regularização do setor elétrico: ANA e ONS. Destaca-se, incialmente, que a avaliação parte de uma pré-avaliação de que a articulação ANA–ONS é consideravelmente consolidada, com base legal clara, rotinas formais, fluxos operativos cotidianos e instâncias de coordenação que funcionam em condições ordinárias e em parte relevante das situações críticas recentes. Ao mesmo tempo, considera-se ainda a existência de algumas assimetrias informacionais, definição de condições operativas por diferentes órgãos federais e estaduais podendo gerar restrições operativas conflitantes, lacunas regulatórias e dependência de arranjos sob demanda, com comunicação muitas vezes sustentada por mecanismos informais, o que reduz previsibilidade e expõe vulnerabilidades em eventos de rápida evolução, como cheias extremas ou estiagens severas com caráter plurianual. Deste modo, na sequência, elencam-se as características levantadas de modo a compor a análise SWOT. Segue:

i. ***Forças:*** o Brasil já dispõe de instrumentos legais, regulatórios e operacionais robustos para a governança de reservatórios, distribuídos conforme competências de instituições como ANA, ONS, ANEEL, órgãos ambientais e CMSE, para citar alguns exemplos, o que indica capacidade institucional já instalada para coordenar usos múltiplos e segurança energética quando há rito bem definido (BRASIL, 1997; BRASIL, 2000; MME, s.d.). Também se verifica, pela experiência recente, que fóruns como o CMSE e práticas como Salas de Crise ampliaram a frequência e a qualidade das interações, induzindo amadurecimento da coordenação em bacias estratégicas (MME, s.d.).

ii. Fraquezas: as transições entre regimes ordinários e regimes extraordinários nem sempre seguem rito uniforme, não previstos em normativos e não observados no histórico nem sempre seguem rito uniforme, afetando a celeridade decisória, justamente quando a coordenação precisa ser mais rápida. Com esse pano de fundo, ganha maior relevância a recomendação de um instrumento que consolide, em um único ambiente, as condicionantes aplicáveis a cada reservatório, com transparência e rastreabilidade, para reduzir assimetria de informação e aumentar previsibilidade.

iii. Oportunidades: aproveitando um movimento já existente, com foco em dar mais tempestividade às decisões e preservar usos múltiplos (MME, 2022), já está em uso mecanismos de institucionalização gradual dessa lógica, como a construção conjunta, por meio de consultas públicas, por exemplo, de regras operativas, a exemplo das Resoluções ANA nº 193 e nº 194, direcionadas a reduzir risco de deplecionamento excessivo e conferir maior segurança hídrica para usos múltiplos em bacias do Paraná (ANA, 2024; MME, 2024).

iv. Ameaças: a principal decorre da combinação entre intensificação de extremos hidrológicos e aumento da complexidade operacional do SIN, em contexto de transição energética, o que tende a ampliar o custo de respostas tardias e a judicialização de decisões em ambiente de múltiplos usos. Ainda, a recorrência de soluções excepcionais e temporárias pode gerar eficácia no curto prazo, mas com risco de desconexão do planejamento de longo prazo, reforçando a necessidade de instrumentos permanentes e transparentes. À luz de boas práticas de governança, uma resposta propositiva é alinhar os instrumentos brasileiros a princípios de clareza de papéis, coordenação intersetorial e compartilhamento de dados, que são pilares em referenciais internacionais como os Princípios de Governança da Água da OCDE (OCDE, 2015), adaptando-os ao marco brasileiro definido pela Política Nacional de Recursos Hídricos e pelas competências de ANA e ONS (BRASIL, 1997; BRASIL, 2021).

De modo sintético, exibe-se, na Figura 14, a Matriz SWOT com os pontos levantados.

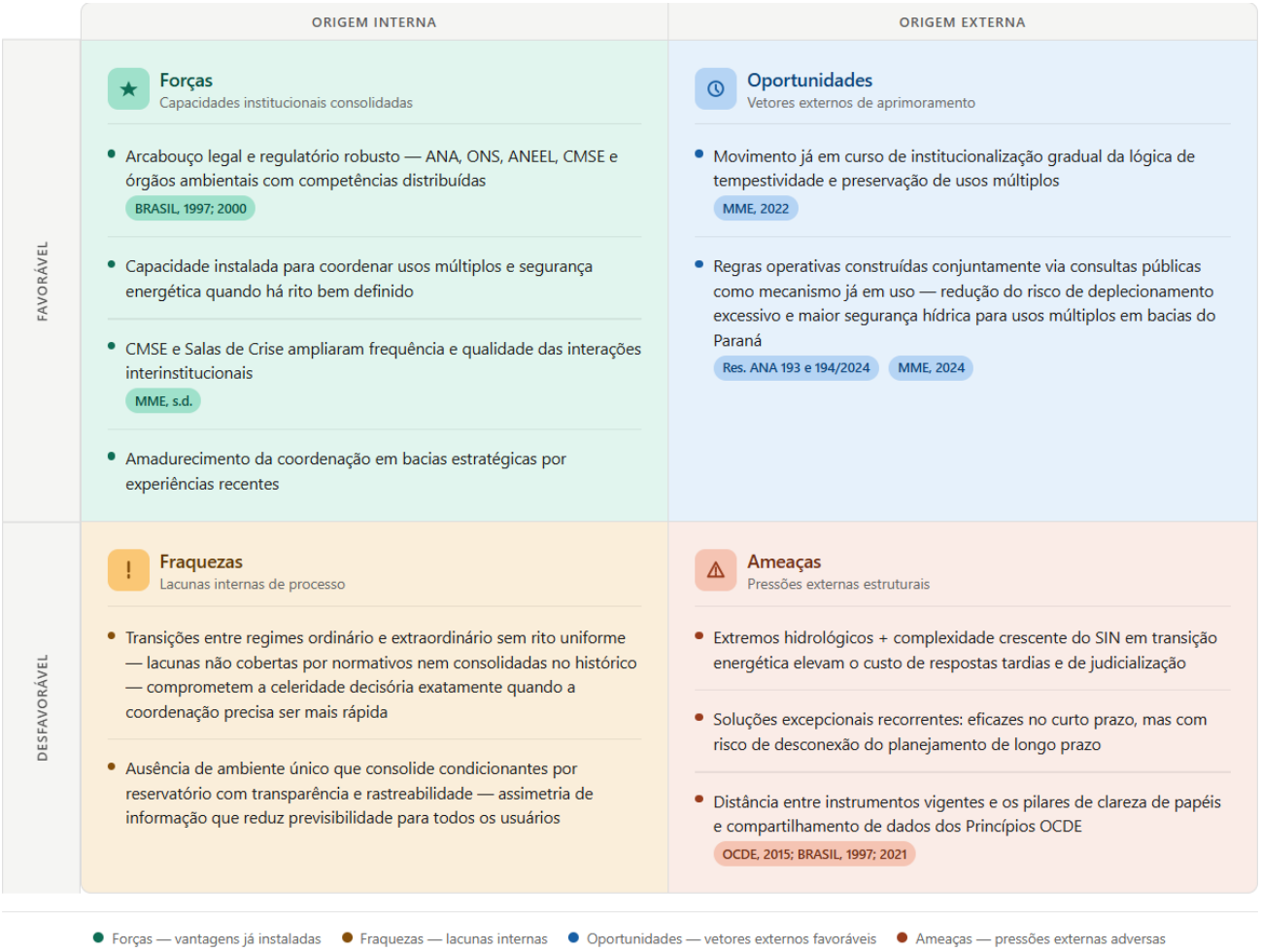


Figura 14 – Matriz SWOT da articulação entre ANA, ONS e as situações impostas pelo SIN no contexto da governança de reservatórios.
Fonte: Elaborado pelos autores.

6.3. ANÁLISE DA ESTRUTURA DE ARTICULAÇÃO ENTRE ANA-ONS E OUTRAS INSTITUIÇÕES

A articulação entre ANA e ONS não se dá em um plano isolado, mas inserida em uma teia institucional mais ampla, que envolve órgãos de planejamento e regulação do setor elétrico (MME, ANEEL, EPE, CCEE), órgãos ambientais (IBAMA e congêneres estaduais), instâncias colegiadas de recursos hídricos (CNRH, comitês de bacia e conselhos estaduais), além de estruturas de coordenação intersetorial como o CMSE e as Salas de Crise e de Acompanhamento coordenadas pela ANA, conforme exposto no Quadro 1.

Quadro 1. Painel de Gestão – Divisão atual de papéis na gestão de reservatórios de regularização do SIN.

Camada	Política e coordenação setorial (energia)	Gestão de recursos hídricos (SINGREH)	Unidade territorial de gestão (bacia hidrográfica)	Regulação setorial (energia)	Meio ambiente e licenciamento	Operação e dados do SIN	Coordenação em situações críticas (escassez e cheias)	Monitoramento hidrometeorológico e suporte técnico	Enfrentamento de situações críticas
Papel normativo e deliberativo	**CNPE** e instâncias de coordenação do setor elétrico, com destaque para o **CMSE**	**CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH)**	**Comitês de Bacia Hidrográfica**	—	**CONAMA** (diretrizes gerais, quando aplicável)	—	—	—	—
Papel operacional e regulatório	**MME** (diretrizes e coordenação setorial), **EPE** (planejamento), **ONS** (programação e operação), **CCEE** (ambiente de comercialização)	**ANA** (regulação, outorga federal e definição de condições de operação, em articulação com o ONS, quando aplicável) **e Órgãos gestores estaduais de recursos hídricos**	**Agências de Água / Agências de Bacia** (quando existentes)	**ANEEL**	**IBAMA** e **órgãos ambientais estaduais**	**ONS** (regras operativas internas e processos), **agentes de geração/concessionários**	**Salas de Acompanhamento e Salas de Crise** (coordenação pela ANA, com participação de União, estados, ONS, agentes e usuários)	**SGB/CPRM**, **INMET**, **INPE**, **Cemaden** (e estruturas correlatas), além de áreas técnicas de ANA e ONS	**Sistema de Proteção e Defesa Civil** (federal, estadual e municipal)
Papel prático	Consolidar diretrizes e encaminhamentos para manter a segurança do suprimento e reduzir riscos operativos em cenários hidrológicos normais e adversos, articulando avaliações e decisões do setor elétrico.	Primordialmente: implementar as Políticas (nacional e estaduais) de Recursos Hídricos. Além disso, definir diretrizes e instrumentos da gestão das águas e, no caso de reservatórios hidrelétricos, estrutura e condições de operação para compatibilizar usos múltiplos, com necessidade explícita de articulação com o operador do sistema elétrico.	Espaço regular de pactuação de prioridades, regras de alocação e acompanhamento de conflitos na bacia. As agências de água, quando instituídas, dão suporte técnico e administrativo às decisões do comitê e à implementação de instrumentos como a cobrança e planos de bacia.	Regular o setor e ser a ponte entre decisões operativas e o regime de concessões, com capacidade de exigir conformidade e aplicar consequências regulatórias quando houver descumprimento de obrigações e condicionantes relevantes à operação.	Estruturar condicionantes ambientais e acompanhar conformidade, com impacto direto em limites e restrições de operação, sobretudo em vazões remanescentes, fauna, cheias, obras e intervenções no reservatório e no rio.	O operador coordena a programação e a operação do SIN e organiza o tratamento de restrições e condicionantes que limitam a operação. Os concessionários executam a operação local dos aproveitamentos e mantêm estruturas e medições necessárias ao acompanhamento.	Ferramenta de gestão descentralizada que funciona como ponte entre a governança de bacia e a governança operativa de reservatórios estratégicos, permitindo acompanhamento conjunto de níveis, vazões, previsões e cumprimento de condicionantes, com transição para modo de crise quando limiares são atingidos.	Fornecer informação e análises para previsão, alertas e avaliação de risco, essenciais para decisões rápidas em eventos de evolução acelerada, como cheias extremas.	Atuar na preparação e resposta quando eventos hidrológicos geram risco à população e à infraestrutura, integrando-se às instâncias de crise e aos fluxos de alerta e comunicação.

Fonte: elaborado pelo Consórcio.

Essa arquitetura, embora tenha se adensado e sofisticado após as crises hidroclimáticas e energéticas da última década, ainda se caracteriza por forte fragmentação normativa e por arranjos de coordenação que, em grande medida, permanecem reativos e dependentes de lideranças institucionais específicas, em vez de estarem inteiramente ancorados em protocolos permanentes e estáveis.

Sob o aspecto energético, a principal interface de ANA e ONS com outras instituições se dá com o MME, a ANEEL e a EPE. O MME exerce papel central na compatibilização entre políticas de suprimento energético e segurança hídrica, seja por meio da coordenação do CMSE, seja pela condução do Plano de Recuperação dos Reservatórios (PRR) e de diretrizes estratégicas que influenciam diretamente a operação dos reservatórios. A ANEEL é o vínculo entre a governança de reservatórios e o regime concessório: a agência regula contratos, define obrigações de desempenho e aplica sanções a agentes em caso de descumprimento de condicionantes, operando como ponte entre decisões operativas (ONS/ANA) e consequências econômicas e regulatórias para os geradores.

Do ponto de vista formal, o CMSE desponta como o principal foro de articulação entre essas instituições. Nele, os cenários energéticos e de risco elaborados por ONS e EPE e as diretrizes de política setorial do MME são debatidos e consolidados em estratégias operativas e sinalizações regulatórias. As crises de 2013–2014 e 2020–2021 reforçaram essa centralidade: reuniões extraordinárias, relatórios especiais e encaminhamentos específicos evidenciaram que o CMSE se tornou o canal privilegiado para internalizar, no setor elétrico, a leitura de risco hidrológico. Contudo, a Meta 3 identifica que essa articulação ainda é marcadamente setorial: o CMSE é um comitê essencialmente energético, no qual a agenda da água e do meio ambiente entra como insumo, mas sem que os mecanismos e princípios do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) estejam plenamente refletidos em sua lógica de funcionamento. Em outras palavras, não se trata ainda de um colegiado de governança integrada de reservatórios, mas sim de um fórum do setor elétrico que dialoga com outras agendas, especialmente com a de gestão de recursos hídricos.

Em síntese, a análise da estrutura de articulação entre ANA–ONS e outras instituições reforça o diagnóstico de que o país já dispõe de peças institucionais importantes, como as Salas de Acompanhamento, mas ainda pode evoluir com um sistema operativo claramente desenhado para a governança integrada de reservatórios do SIN. O relacionamento entre água, energia e meio ambiente é hoje viabilizado por uma combinação de foros setoriais (CMSE, conselhos de recursos hídricos, órgãos de licenciamento), arranjos emergenciais (Salas de Crise, GTs) e iniciativas de

planejamento (PRR, planos de bacia, PDE), mas não por uma arquitetura unificada com papéis, fluxos e gatilhos explicitamente pactuados. Essa constatação aponta diretamente para a agenda das Metas 4 e 5, nas quais se discutirá, de forma mais detalhada, a redistribuição de responsabilidades jurídicas, financeiras e civis e a eventual criação de instrumentos normativos conjuntos que possam conferir maior previsibilidade, segurança jurídica e eficiência à governança dos reservatórios estratégicos do SIN.

6.4. AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE GOVERNANÇA ESPECÍFICA PARA ENFRENTAR SITUAÇÕES CRÍTICAS

Reforça-se, como já abordado em momentos anteriores deste documento, que a análise das crises hidrológicas recentes demonstra que a governança vigente para operação dos reservatórios do SIN, embora adequada em condições ordinárias, apresenta, em alguns sistemas hídricos, limitações importantes de entre o planejamento da operação dos reservatórios e as perspectivas hidrometeorológicas de médio/longo prazo. A operação de reservatórios em tais circunstâncias exige processos decisórios mais ágeis fundamentados em instrumentos regulatórios flexíveis e mecanismos de articulação capazes de integrar eficientemente, as dimensões hídrica, energética e ambiental. Uma das principais fragilidades da governança atual reside na ausência de uma distinção normativa clara entre o que se entende por regime ordinário e regime crítico de operação, bem como na falta de gatilhos explícitos para transição entre esses estados, incluindo o tratamento que é dado ao longo do período de transição até que seja retornado o regime ordinário. Hoje, a passagem de um regime a outro ocorre, em grande medida, por combinação de julgamentos técnicos (hidrológicos, energéticos, ambientais) e negociações interinstitucionais em fóruns como Salas de Crise e CMSE, o que tende a gerar assimetrias de tratamento entre bacias, incerteza para usuários e risco de judicialização das decisões mais sensíveis. Uma governança crítica mais robusta requer, portanto, a definição de faixas de operação e níveis de alerta associados a indicadores objetivos (percentis de armazenamento, projeções de risco de déficit, limiares de vazão para proteção de usos prioritários e indicadores de risco de desastre) articulados a procedimentos previamente acordados para entrada/manutenção em regime excepcional e retorno ao regime ordinário.

As entrevistas realizadas no âmbito deste material reforçam que, além das estiagens e cheias, o SIN enfrenta agora desafios críticos associados à sobreoferta de energia, especialmente momentos do dia em que há elevada geração eólica e fotovoltaica. O ONS relatou episódios recentes (2024–2025) em que a operação precisou reduzir drasticamente a geração hidráulica e térmica para evitar vertimentos não planejados ou risco à estabilidade do sistema, situação que, sem

protocolos claros, pressiona condicionantes operativos hidráulicos e aumenta a necessidade de decisões rápidas e coordenadas com ANA, ANEEL e órgãos ambientais.

O arcabouço atual dispõe de estruturas que cumprem papel relevante, como as Salas de Crise e de Acompanhamento coordenadas pela ANA, o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) e articulações extraordinárias envolvendo ANA, ONS, MME, ANEEL, IBAMA e usuários da água. Essas instâncias têm sido eficazes na apresentação de informações, na mediação de conflitos, no alinhamento de medidas emergenciais e na legitimação de decisões tomadas sob alta pressão operacional. Contudo, com exceção das Salas de Acompanhamento, atuação de alguns órgãos e elos importantes do atual arcabouço, como a articulação com órgãos ambientais, órgãos gestores estaduais e setores usuários, permanece majoritariamente reativa e circunscrita aos períodos críticos, não compondo uma arquitetura permanente de governança. A natureza sob demanda dessas articulações, dependente da conjuntura hidrológica e das relações informais entre instituições, resulta em variabilidade na capacidade de resposta ao longo do tempo.

Outro aspecto revelado nas entrevistas refere-se ao risco de judicialização quando condicionantes são flexibilizadas ou ajustadas em regime crítico. A ausência de critérios normativos claros para entrada e saída de regimes excepcionais (novamente, no caso de cenários hidrológicos mais críticos do que os já observados no histórico e, portanto, não contemplados nos regramentos vigentes) expõe as decisões a questionamentos jurídicos e cria incentivos para posturas excessivamente conservadoras por parte dos gestores, reduzindo a eficiência da resposta em momentos que exigem rapidez. A formalização de gatilhos e protocolos objetivos, com o devido respaldo jurídico e legal necessário à tomada de decisão, alinhados a indicadores hidrológicos, energéticos e ambientais, foi apontada como condição para reduzir a litigiosidade e aumentar a previsibilidade.

Nesse contexto, destacam-se as Salas de Acompanhamento instituídas pela ANA como instâncias permanentes de monitoramento e de gestão de sistemas regulados por resoluções específicas. De acordo com o Manual das Salas de Crise e de Acompanhamento (ANA, 2025), essas estruturas funcionam como espaços de governança contínua, reunindo órgãos federais, estados, usuários e, quando pertinente, o ONS. Sua missão é acompanhar a evolução das condições hidrológicas e operativas, identificar tendências de risco, promover alinhamento técnico prévio e evitar que eventuais tensões se transformem em crises agudas. Por sua natureza preventiva, configuram o elo institucional entre os regimes ordinário e crítico, podendo ser convertidas em Salas de Crise.

A governança para gestão de situações críticas também é influenciada por desafios estruturais nos ritmos institucionais dos setores elétrico e hídrico. A tomada de decisão no SIN é orientada pela necessidade de garantir a continuidade do suprimento elétrico, demandando análises diárias e/ou horárias e respostas rápidas, o que nem sempre ocorre em razão dos tempos necessários para deliberações em fóruns como o CMSE e CNPE, cumprimento de requisitos legais e articulação com os demais órgãos e setores envolvidos. Assim como a governança dos recursos hídricos, algumas decisões operam sob lógica colegiada, como as decisões que demandam deliberação do CMSE e CNPE, ou até mesmo a instituição de câmaras especiais, como foi o caso da CREG. A governança da gestão dos recursos hídricos exige, também, análises diárias e respostas rápidas, e ainda a participação de múltiplos usuários e processos deliberativos colegiados e articulados com órgãos estaduais. Adicionalmente, há ritos legais a serem seguidos no processo decisório de agências reguladoras (tanto no setor elétrico como no setor hídrico), como análise de impacto regulatório e consultas públicas, com previsão da Lei nº 13848, de 2013 (Lei da Agência), que aperfeiçoaram o processo regulatório (exigindo que a tomada de decisão seja baseada em evidências e em processos participativos), mas alongaram os tempos necessários para cumprimento de todos os passos necessários para deliberações. Em eventos extremos, esses requisitos decisórios podem criar tensões operativas e atrasos, como observado em momentos decisivos dos sistemas de Furnas e Sobradinho. Reservatórios estratégicos podem sofrer degradação acelerada dos volumes armazenados, caso a política operativa não seja alterada tempestivamente pelo setor elétrico, comprometendo simultaneamente abastecimento de água, irrigação, navegação e segurança energética.

As entrevistas junto ao MME, ANA e ONS também destacaram uma tensão estrutural entre planejamento e operação em situações de crise. Planos como PRR, PDE e PEN definem diretrizes para expansão da capacidade de armazenamento e regularização no longo prazo (horizonte de 10 anos ou mais), enquanto o planejamento da operação define diretrizes operativas no médio prazo (horizonte de 1 a 4 anos). Mas, na prática, muitos episódios críticos não são adequadamente tratados no planejamento da operação e acabam requerendo ferramentas extraordinárias, como a CREG, GTAs emergenciais e resoluções *ad hoc*. Essa ‘governança paralela’ tende a produzir soluções eficazes no curto prazo, mas desconectadas do planejamento de médio e longo prazo, o que reforça a necessidade de uma governança crítica permanente e instituída.

A análise documental também aponta que a ANA possui competência para editar resoluções emergenciais, sendo as Salas de Crise os mecanismos formais para articulação com os demais órgãos e setores usuários envolvidos em situações de crises hidrológicas com impacto energético.

Embora as Salas de Crise exerçam parte desse papel, a ANA e os Comitês de Bacia são as instâncias permanentes com atribuições legais para definição de condições de operação de reservatórios, inclusive em situações de crise.

Outro aspecto relevante refere-se à integração de dados. Durante situações críticas, a troca rápida e precisa de informações entre ANA, ONS, SGB, órgãos ambientais e estados é ainda mais essencial. Apesar disso, a interoperabilidade entre alguns sistemas permanece limitada. Grande parte das informações é compartilhada entre ANA e ONS de forma automática a partir de plataformas integradas. Dados de estações operadas pelo SGB são disponibilizadas na base de dados da ANA, que por sua vez os torna públicos e os compartilha de forma automática com o banco de dados do ONS. Portanto, é verificada a necessidade de aperfeiçoamento da base de dados com informações que não são compartilhadas.

6.5. AVALIAÇÃO DA NECESSIDADE DE ARTICULAÇÃO DOS DIVERSOS SETORES E ATORES ENVOLVIDOS

Em avaliação de todo o exposto até então, expõe-se o caráter multifuncional dos reservatórios e, consequentemente, a necessidade de governança multissetorial estruturada. Assim, a governança ótima dos reservatórios do SIN depende, de forma intrínseca, da participação coordenada de um conjunto amplo e heterogêneo de atores públicos, privados e da sociedade civil, cujas competências legais, atribuições operativas e demandas sociais incidem diretamente sobre as decisões relativas aos usos da água. A complexidade dessa articulação decorre da natureza multifuncional dos reservatórios: além de sustentarem a geração hidrelétrica, integram sistemas de abastecimento urbano, irrigação, navegação, controle de cheias, manutenção ecológica e diversas atividades econômicas regionais. Cada um desses usos possui requisitos técnicos próprios, prioridades distintas e impactos diretos sobre o regime hidrológico, reforçando a necessidade de uma governança multissetorial sólida, orientada por critérios transparentes e capaz de harmonizar interesses sem comprometer a segurança hídrica e energética. As entrevistas revelaram que, embora os instrumentos de participação multissetorial (Salas de Acompanhamento e de Crise) tenham evoluído significativamente após 2014 e 2021, a articulação entre setores ainda se caracteriza por forte heterogeneidade. Em algumas bacias, há participação qualificada de estados, comitês e usuários; em outras, a representação é mais fragmentada ou assimétrica, o que pode afetar a legitimidade das decisões e a capacidade de antecipação de conflitos.

Os estudos de caso analisados evidenciam de forma clara que decisões operativas tomadas sob a ótica exclusiva de um único setor tendem a produzir conflitos, assimetrias e perda de eficiência

sistêmica. No caso de Ilha Solteira/Três Irmãos, a presença de infraestruturas interbacias, como o Canal de Pereira Barreto, ampliou a interdependência entre bacias e estados, tornando a tomada de decisão mais sensível ao equilíbrio entre demandas territoriais distintas. Já em Sobradinho–Xingó, observou-se de forma particularmente robusta a interconexão entre energia, meio ambiente, abastecimento humano e pesca, demonstrando que a segurança energética do Nordeste depende de coordenação contínua com políticas ambientais e gestão socioeconômica regional.

Essas evidências indicam que a articulação multissetorial existente apresenta fragilidades que dificultam a coerência decisória e a conciliação entre setores. Em muitos casos, a interação entre atores ocorre de maneira fragmentada ou predominantemente reativa, especialmente durante situações críticas. Os Comitês de Bacia Hidrográfica exercem papel relevante para a participação social e para a gestão descentralizada, mas sua dinâmica deliberativa nem sempre acompanha a rapidez exigida pela operação eletroenergética do SIN, particularmente em cenários de alta variabilidade hidrológica. Além disso, por vezes os comitês esbarram em limitações internas (relacionadas majoritariamente à capacidade técnica) e/ou externas (ligadas a dificuldade de acesso a dados confiáveis) para acompanhamento da operação e das decisões operativas. As Salas de Crise e de Acompanhamento coordenadas pela ANA, então, têm se mostrado instrumentos valiosos de articulação, assegurando diálogo direto e frequente entre ANA, ONS, estados, órgãos ambientais e usuários.

Durante as entrevistas realizadas no âmbito da Meta 3, a ANA destacou que comitês de bacia possuem diferentes níveis de maturidade institucional e, em muitos casos, não dispõem de recursos técnicos suficientes para avaliar adequadamente o impacto sistêmico de condicionantes operativos hidráulicos locais sobre a operação do SIN. ONS e EPE corroboraram essa percepção ao relatar que alguns comitês de bacia têm dificuldades em promover a alteração de decisões de órgãos ambientais historicamente sedimentadas (por exemplo, defluências mínimas elevadas ou limites rígidos de operação) sem que haja atualização técnica compatível com as condições hidrológicas atuais. Isso reforça a necessidade de aprimorar o diálogo técnico com comitês e fortalecer a capacidade analítica desses espaços.

Ainda foi destacado o descompasso estrutural entre os ritmos institucionais do planejamento da operação e dos setores de água e energia. Representantes do ONS e da ANA enfatizam a necessidade de rapidez decisória, previsibilidade operativa e atualização contínua de dados para garantir a segurança eletroenergética, o que nem sempre ocorre nas entidades decisórias colegiadas como CMSE e CNPE. Adicionalmente, os representantes dos setores de recursos hídricos e ambientais destacam, também, a importância de processos participativos, de

transparência e do atendimento dos usos múltiplos da água, conforme previsão legal. Esses ritmos distintos (ciclos decisórios diários e decisões tempestivas versus restrições legais e normativas e processos colegiados mais longos, tanto no setor elétrico como no setor de recursos hídricos) contribuem para divergências institucionais, sobretudo na iminência de crises hídricas. Assim, emerge a necessidade de mecanismos intermediários, permanentes e estruturantes, capazes de promover previsibilidade para o setor energético sem sacrificar a participação social e a gestão integrada da água.

Outro elemento central identificado é a insuficiência de instrumentos permanentes de articulação territorial, especialmente em regiões mais sensíveis. Alguns estados e comitês de bacia mantêm câmaras técnicas e grupos voltados à operação de reservatórios, mas esses mecanismos não apresentam uniformidade nacional e variam significativamente em capacidade técnica, acesso a dados e efetividade. Quando existentes e atuantes, como observado em partes da bacia do São Francisco, essas instâncias auxiliam na redução de conflitos e ampliam a legitimidade social das decisões. Em outras regiões, como segmentos do rio Paraná analisados nesta Meta, a ausência de estruturas regionais formais contribuiu para tensões entre usuários, estados e agentes de geração, evidenciando a necessidade de fortalecer a cooperação federativa e a articulação territorial.

Observa-se também a necessidade de integração mais firme entre setores hídrico, energético e ambiental. Condicionantes operativos hidráulicos que são estabelecidos por órgãos ambientais federais e estaduais influenciam de modo direto a operação dos reservatórios, mas nem sempre são discutidas de maneira coordenada e compatibilizadas com as diretrizes operativas aprovadas pela ANA ou com as questões de atendimento eletroenergético avaliadas pelo ONS. A integração entre licenciamento ambiental, outorga de uso da água e operação eletroenergética ainda apresenta níveis desiguais de coordenação, dando origem a lacunas normativas que repercutem em conflitos, atrasos decisórios e divergências de interpretação sobre responsabilidades institucionais.

A participação social, ainda que prevista no arcabouço da Política Nacional de Recursos Hídricos, encontra-se em um momento de transição obrigatória para um novo patamar de governança. Desde 2021 em estrita observância à **Lei nº 13.848/2019 (Lei Geral das Agências Reguladoras)** e ao **Decreto nº 10.411/2020**, as resoluções da **ANA** que estabelecem novas regras de operação de sistemas hídricos passaram a ser obrigatoriamente precedidas de **Avaliação de Impacto Regulatório (AIR)**. Este avanço institucional garante que as propostas normativas sejam submetidas a **consulta pública** acompanhadas de todo o material técnico de suporte. Atualmente, o relatório de AIR, os dados operacionais, os estudos hidrológicos e os pareceres técnicos são disponibilizados integralmente no sítio eletrônico da Agência. Essa transparência ativa permite que

o acesso público à informação fundamente o controle social e qualifique o engajamento de agentes locais.

Ao consolidar esse repositório de dados e justificativas técnicas, a Agência não apenas cumpre um rito legal, mas fortalece a legitimidade de suas decisões sobre condições operativas. A publicidade integral dos estudos reduz a percepção de opacidade e atua como uma ferramenta estratégica na mediação e mitigação de conflitos territoriais pelo uso da água. Entretanto, no caso do planejamento da operação e decisões operativas tanto de longo prazo como em tempo real, a transparência ativa, o acesso público a dados operacionais e hidrológicos e a comunicação clara das justificativas técnicas para decisões operativas ainda são incipientes. Novamente faz-se notar a ausência de um repositório consolidado e acessível que reúna dados hidrológicos, condicionantes operativas, resoluções e pareceres técnicos, o que dificulta tanto o monitoramento público quanto o engajamento de agentes locais. Essa lacuna contribui para percepções de opacidade, reduz legitimidade e pode intensificar conflitos territoriais.

Ainda, com base na avaliação da matriz RACI elaborada no escopo da Meta 2 (documento 1269-MME-RT-SIN-0002) e exposta no Quadro 2, numa análise cruzada com os pontos expostos até então, verifica-se que, em termos de governança, a estrutura atualmente vigente de atores envolvidos já é suficientemente abrangente quanto a representatividade e multidisciplinaridade. Porém, desde os apontamentos e discussões conduzidos no GT e aqui reforçadas pelos fatos apresentados e consolidados, verifica-se que, a depender do ângulo pelo qual se observa a matriz, os papéis (responsáveis, aprovadores, consultados e informados) variam. Como desdobramento e melhor detalhamento desta abordagem, portanto, a abertura e estresse desses papeis conforme as responsabilidades serão abrangidos no escopo da Meta 4 da CP11, cujo tema é bastante provocativo e correlato a essa discussão – “Avaliação das Responsabilidades (Jurídica, Financeira, Civil, Ambiental e Outras) Relacionadas aos Condicionantes Operativos Hidráulicos”.

Quadro 2. Matriz RACI – Responsabilidades na gestão de reservatórios.

Matriz RACI — Governança de Reservatórios do SIN											
	R — Responsável pela execução			A — Aprovador			C — Consultado			I — Informado	
Atividade-chave	ANA / Órgão Gestor RH	Órgão Ambiental (IBAMA/Est.)	MME/ CMSE	ANEEL	ONS	EPE	CCEE	Defesa Civil	CEMADEN e SGB	Outorgado/ Concess.	Demais Usuários
Elaboração de políticas públicas para manutenção de níveis de armazenamento nos reservatórios de regularização	C	C	R/A	C	C	C	I	I	I	I	I
Definição das regras para operação de reservatórios do SIN (Resoluções ANA)	A/R	A/R	I	I	R/C	I	I	I	I	C	I
Gestão dos dados cadastrais (Concessões e outorgas)	R/A	I	I	R/A	C°/I	R/A	R	I	I	R	I
Execução da operação conforme regras de operação (Resoluções ANA)	A	C	I	I	R	I	I	I	I	R	I
Flexibilização de regras operativas	A/R	C	A	I	R[7]	I	I	I	I	R/I	I
Definição de condicionantes operativos hidráulicos	A/R	A/R	I	C	R/C	I	I	I	I	R/C	C/I
Gestão dos condicionantes operativos hidráulicos	R/A	R/A	I	I	R	I	I	I	I	I	I
Conformidade regulatória (ANEEL/ANA)	A	A/I	I	A	C	I	I	I	I	R	I
Fornecimento de dados hidrológicos (Resolução Conj. ANA/ANEEL 127/2022)	A/I	I	I	I	I	I	I	I	I	R	I
Fornecimento de dados operativos consolidados e de vazões naturais	A/I	I	I	I	R	I	I	I	I	I	I
Resposta a eventos críticos (cheias/estiagem)	A/R	A/R	A	I	R/C	C	C	A/R	C	C	I
Segurança de barragens de hidrelétricas	I	I	I	A	I	I	I	A/C	I	R	I
Coordenação de cascata em situação de risco (segurança de barragem)	I	I	I	A/I	R	I	I	R/A	R/C	C	I
Monitoramento hidrometeorológico	A	I	I	I	I	I	I	I	R	R/I	I
Alerta hidrometeorológico	I	I	I	I	I	I	I	I	R	R/I	I

Fonte: MME et al. 2025.

7. CONCLUSÕES

Com base conteúdo apresentado até aqui, conclui-se que articulação entre contextualização, estudos de caso em diferentes sistemas e bacias, metodologia de investigação e análise de resultados foi feita com foco em três necessidades principais: aprimorar a articulação entre a ANA e o ONS, estruturar respostas para situações críticas e fortalecer a coordenação entre setores e atores que dependem dos mesmos reservatórios. Os estudos de caso, nesse aspecto, sustentam a compreensão de como regras e instâncias existentes se traduzem em decisões concretas, sobretudo diante de períodos de estiagem e de cheias, e ajudam a orientar caminhos de aperfeiçoamento institucional e procedimental.

No workshop e entrevistas, há convergência quanto à importância de regras mais claras para períodos críticos, com critérios objetivos que indiquem quando sair do regime ordinário e entrar em um regime extraordinário, além de fluxos decisórios compreensíveis, responsabilidades definidas e requisitos mínimos de informação para orientar decisões operativas e regulatórias. Nesse contexto, discutiu-se também a importância de se estabelecer os direcionamentos a serem seguidos durante o período de transição de um período crítico até o ordinário. As Salas de Acompanhamento e de Crise, coordenadas pela ANA, aparecem como instâncias capazes de antecipar tensões e permitir ajustes graduais, inclusive com critérios de transição entre esses modos de atuação. A gestão dos COPHIs é tratada ainda como um ponto sensível da coordenação institucional, tanto pela quantidade de condicionantes operativos hidráulicos existentes quanto pelo risco de inconsistências, omissões e assimetrias de informação entre quem cadastra, quem regula e quem opera.

Como síntese, destaca-se que a operação já dispõe de bases para uma governança integrada, apoiada por fóruns setoriais, arranjos emergenciais e iniciativas de planejamento, mas ainda há espaço para consolidar uma arquitetura mais unificada, com papéis e protocolos bem definidos, especialmente para situações extraordinárias. Nessa direção, a gestão dos COPHIs deve ser tratada como elemento estruturante de coordenação entre órgãos e agentes de geração hidráulica, com maior rastreabilidade e consistência. Em paralelo, a coordenação entre setores usuários da água foi apresentada como condição para viabilizar a governança dos reservatórios no dia a dia, deixando de depender de mobilizações pontuais e passando a integrar, de forma permanente, o arranjo institucional, com maior clareza operativa, melhoria da transparência e ampliação do acesso à informação.

A partir dessas constatações, caminhou-se para a delimitação de proposições de melhoria e sugestões de temas a serem abordados nas Metas subsequentes da CP11.

8. PROPOSIÇÕES

Como produto deste documento, pautadas nas informações levantadas, análises conduzidas e conclusões apresentadas, elencam-se as proposições do Consórcio.

8.1. ARTICULAÇÃO ENTRE ANA E ONS

A análise da Meta 3 evidencia que a articulação entre ANA e ONS dispõe de base legal e operacional consolidada para a governança ordinária dos reservatórios. O relacionamento entre água, energia e meio ambiente é viabilizado por foros setoriais (CMSE, conselhos de recursos híricos, processos de licenciamento), arranjos emergenciais (Salas de Crise, GTs) e iniciativas de planejamento (PRR, planos de bacia, PDE). Contudo, persistem lacunas estruturais que comprometem a eficácia em situações críticas, especialmente a ausência de um instrumento normativo conjunto e vinculante que consolide papéis, fluxos decisórios e gatilhos de transição entre regimes ordinários e extraordinários. Essa agenda será aprofundada nas Metas 4 e 5, que tratarão das responsabilidades jurídicas, financeiras e civis e das propostas de ajustes legais e infralegais necessários.

8.2. GOVERNANÇA PARA SITUAÇÕES CRÍTICAS

A análise dos estudos de caso e do workshop indica que a governança para situações críticas não requer, necessariamente, a criação de estruturas inteiramente novas. O que se demanda é o aprofundamento e a formalização das estruturas existentes, com protocolos mais claros, gatilhos objetivos e atribuições expressamente definidas. Nesse sentido, as principais proposições do Consórcio são:

Portanto, essa estrutura deve ser capaz de superar as limitações atuais e assegurar decisões tempestivas, coordenadas e ancoradas em critérios transparentes. Entre os elementos centrais dessa governança destacam-se:

- Fortalecimento de mecanismos para gestão de crises hídricas e energéticas, com fortalecimento da participação do SINGREH, acrescido de atores do setor hidrelétrico, de meio ambiente, de meteorologia e de defesa civil, como ANEEL, ONS, IBAMA, órgãos estaduais de meio ambiente, INPE, INMET, entes estaduais de proteção e defesa civil e outros que possam ter relevância técnica, a exemplo das Salas de Crise e de Acompanhamento já existentes e conduzidas pela ANA, mas que podem ter regramentos e/ou metodologias, devendo ser avaliada a pertinência de em que casos poderia haver um caráter decisório, mais bem definidos;

- Estabelecimento e concatenação em base única e acessível a todo o público interessado de dados relevantes à tomada de decisão – não somente no contexto do SIN, mas também dos usos múltiplos – com atualização em tempo quase real;
- Elaboração de protocolos com metodologia e critérios objetivos para classificação de reservatórios e bacias quanto ao nível de resposta frente a eventos extremos;
- Robustecimento e integração à cadeia de decisão de informações meteorológicas em horizontes de previsão que permitam o planejamento e preparação para eventos hidroclimáticos ordinários e extraordinários;
- Inclusão de compensação financeira a outros usos da água como ferramenta de equalização dos riscos e atendimento aos usos múltiplos dos reservatórios;
- Estabelecimento de gatilhos para revisitação de resoluções com vistas a estressar os textos frente a situações excepcionais e incorporar lições aprendidas e/ou atualizar condições previamente estabelecidas, tal qual um processo de melhoria contínua.

8.3. ARTICULAÇÃO DOS DIVERSOS SETORES E ATORES ENVOLVIDOS

Os estudos de caso e o workshop reforçam que a governança dos reservatórios do SIN não pode ser restrita à relação ANA–ONS. A participação de setores usuários da água — irrigação, navegação, abastecimento urbano, meio ambiente e pesca — precisa integrar o arranjo de forma permanente, e não apenas em contextos de crise. Para isso, propõe-se:

- Aprimorar a capacitação dos integrantes dos comitês de bacia, visando atenuar as disparidades técnicas e informacionais entre os membros e os órgãos envolvidos em discussões sobre os usos da água, principalmente em cenários de conflitos;
- Harmonizar prazos, ritos e métricas decisórias entre água, energia e meio ambiente, visando compatibilizar a necessidade de resposta frente a situações ordinárias e extraordinárias, com os princípios de gestão participativa.

8.4. ENCAMINHAMENTOS PARA AS PRÓXIMAS METAS DA CP11

Frente aos assuntos abordados ao longo deste documento, citam-se como próximos passos no desenvolvimento dos produtos da CP11, especificamente para a Meta 4 – *“Avaliação das Responsabilidades (Jurídica, Financeira, Civil, Ambiental e Outras) Relacionadas aos Condicionantes Operativos Hidráulicos”* e Meta 5 – *“Proposta de Ajustes Legais e Infralegais”*:

- Meta 4: aprofundamento da discussão sobre responsabilidades no âmbito da matriz RACI e possíveis oportunidades de melhoria/clareza;

- Meta 4: delimitação das responsabilidades, especialmente, jurídicas, operacionais e financeiras sobre impactos a reservatórios estratégicos. no que diz respeito à definição de condicionantes operativos de interesse sistêmico, à alocação de custos e aos mecanismos de compensação entre agentes, consumidores e poder público;
- Meta 5: recomendações referentes à padronização de regras operativas, à construção de critérios objetivos de transição entre regimes ordinários e críticos, aos procedimentos e critérios para atendimento aos usos múltiplos da água, e à consolidação de procedimentos para definição de condicionantes e criação de um inventário nacional de condicionantes;
- Meta 5: discussão aprofundada sobre qual seria o instrumento normativo apropriado (resolução conjunta, portaria interministerial, revisão infralegal ou novo arranjo permanente de coordenação) para suprir a lacuna de governança, principalmente, no que concerne aos conflitos pelos usos da água, protocolos de articulação entre os diversos órgãos e setores usuários para definição de diretrizes operativas e tomada de decisão quanto à operação em situações de crise, e desafios de definição e compatibilização de COPHIs.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACEEL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA. **MP 1055 cria a Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG).** Brasília: ABRACEEL, 14 jul. 2021. Disponível em: https://abraceel.com.br/blog/2021/07/mp-1055-cria-a-camara-de-regras-excepcionais-para-gestao-hidroenergetica-creg/. Acesso em: 19 mar. 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. Produzido pelo Grupo Técnico de Assessoramento para Estudos Hidrológicos e de Segurança de Infraestruturas de Reservação e de Proteção das Cheias no Estado do Rio Grande do Sul (GTA RS). Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-sobre-enchentes-de-2024-no-rio-grande-do-sul-sera-lancado-em-live-no-youtube-em-30-de-abril. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **ANA aprova Plano de Contingência para promover a recuperação de reservatórios.** Brasília: ANA, 18 out. 2021c. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-aprova-plano-de-contingencia-para-promover-a-recuperacao-de-reservatorios. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **ANA cria grupos técnicos para avaliar cheias no RS: Portaria ANA n. 489, de 27 de maio de 2024.** Brasília: ANA, 2024. Disponível em: https://aguaonline.com.br/2024/06/04/ana-cria-grupos-tecnicos-para-avaliar-cheias-no-rs/. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Estudo aponta que enchentes de 2024 foram maior desastre natural da história do RS e sugere caminhos para futuro com eventos extremos mais frequentes.** Brasília: ANA, 30 abr. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-aponta-que-enchentes-de-2024-foram-maior-desastre-natural-da-historia-do-rs-e-sugere-caminhos-para-futuro-com-eventos-extremos-mais-frequentes. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Hidrelétrica Ilha Solteira (MS/SP) volta a operar no nível normal e permite retorno das atividades da Hidrovia Tietê-Paraná sem restrições.** Brasília: ANA, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/hidreletrica-ilha-solteira-ms-sp-volta-a-operar-no-nivel-normal-e-permite-retorno-das-atividades-da-hidrovia-tiete-parana-sem-restricoes. Acesso em: 19 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Manual de estudos de disponibilidade hídrica para aproveitamentos hidrelétricos.** Brasília: ANA, 2009. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2009/ManualdeEstudosdeDisponibilidadeHidrica.pdf. Acesso em: 19 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Relatórios técnicos sobre a estiagem no rio São Francisco (2020–2021).** Brasília: ANA, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Relatórios técnicos sobre as estiagens de 2014 e 2021.** Brasília: ANA, 2014–2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Relatórios técnicos sobre estiagens e operação no rio Paraná.** Brasília: ANA, 2014–2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Resoluções regulatórias e outorgas: 2021–2024.** Brasília: ANA, 2021–2024. Disponível em: https://www.gov.br/ana/. Acesso em: 2 nov. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução nº 77, de 1º de junho de 2021. Declara situação crítica de escassez quantitativa de recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná até 30 de novembro de 2021 e institui o GTA-RH Paraná. **Diário Oficial da União**, edição extra, Brasília, DF, 1 jun. 2021a. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-declara-situacao-de-escassez-quantitativa-dos-recursos-hidricos-da-regiao-hidrografica-do-parana. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução nº 84, de 21 de junho de 2021. Autoriza a operação excepcional do reservatório da usina hidrelétrica Ilha Solteira. Brasília: ANA, 2021b. Disponível em: https://www.canalenergia.com.br/noticias/53177851/ana-autoriza-operacao-excepcional-em-reservatorio-da-uhe-ilha-solteira. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução nº 707, de 21 de dezembro de 2004. Estabelece procedimentos para outorga de recursos hídricos para aproveitamentos hidrelétricos. Brasília: ANA, 2004. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-ANA/2004/Resolucao-ANA-707.pdf. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) – Sistema Interligado Nacional (SIN).** Brasília: ANA, s.d. Disponível em: https://www.ana.gov.br/sar/sin. Acesso em: 2 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3, de 10 de agosto de 2010. Estabelece as condições e os procedimentos para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas associadas a aproveitamentos hidrelétricos. Brasília: ANA/ANEEL, 2010. **[Revogada pela Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 127/2022, com vigência até 31 dez. 2022].** Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/legislacao/resolucoes/resolucoes-regulatorias/2010/3. Acesso em: 18 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). 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. Brasília: ANA/ANEEL, 2015. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306937. Acesso em: 23 mar. 2026.

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 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. Brasília: ANA/ANEEL, 2022. Vigente desde 1 jan. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/monitoramento-hidrologico/monitoramento-hidrologico-do-setor-eletrico/resolucao-conjunta-ana-aneel-127-2022. Acesso em: 23 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA); BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO (BID). **Estudos de segurança hídrica.** Brasília: ANA/BID, 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Hidrelétrica Jacuí tem operação suspensa pela ANEEL.** Brasília: ANEEL, 2025. Disponível em: https://megawhat.energy/destaques-do-diario/hidreletrica-jacui-tem-operacao-suspensa-pela-aneel/. Acesso em: 23 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 903, de 8 de dezembro de 2020. Aprova os Procedimentos de Rede do Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br. Acesso em: 23 mar. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Resolução Normativa nº 1.064, de 27 de setembro de 2023. Dispõe sobre a Política de Segurança de Barragens de empreendimentos hidrelétricos regulados pela ANEEL. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2023. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20231064.html. Acesso em: 27 mar. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS (ABRH). Restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos do SIN: estado da arte e perspectivas de aprimoramento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 25., 2023, Belo Horizonte. **Anais** [...]. Porto Alegre: ABRH, 2023. Trabalho XXV-SBRH-0880. ISSN 2318-0358. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/191/XXV-SBRH0880-1-0-20230717-165225.pdf. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 20 jul. 1934, Seção 1, p. 14738. Disponível em: https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-normaatualizada-pe.html. Acesso em: 25 mar. 2026.

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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998. Altera dispositivos das Leis nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e cria o Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9648cons.htm. Acesso em: 30 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas — ANA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 21 set. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1º out. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14066.htm. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre medidas relativas ao setor elétrico, com determinações sobre recuperação de reservatórios. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jul. 2021.

BRASIL. Medida Provisória nº 1.055, de 28 de junho de 2021. Institui a Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG). **Diário Oficial da União**, edição extra A, Brasília, DF, 28 jun. 2021. Disponível em: https://www.congressonacional.leg.br/materias/medidas-provisorias/-/mpv/148920. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Medida Provisória nº 1.218, de 11 de maio de 2024. Abre crédito extraordinário em favor de diversos órgãos do Poder Executivo em razão da calamidade pública ocasionada pelas chuvas no estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 maio 2024. Disponível em: https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/calamidade-no-rio-grande-do-sul/atos-relacionados. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. Decreto Legislativo nº 36, de 2024. Reconhece, para os fins do art. 65 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, a ocorrência do estado de calamidade pública no Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2024. Disponível em:

https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2024-05/camara-aprova-decreto-que-reconhece-calamidade-no-rio-grande-do-sul. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Portaria SEDEC nº 1.354, de 2 de maio de 2024. Reconhece o estado de calamidade pública no Estado do Rio Grande do Sul. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2 maio 2024. Disponível em: https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/calamidade-no-rio-grande-do-sul/atos-relacionados. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 16, de 8 de maio de 2001. Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 maio 2001. Disponível em: https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=97757. Acesso em: 28 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução 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. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2004. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2037.pdf. Acesso em: 16 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 143, de 10 de julho de 2012. Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jul. 2012. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=127856. Acesso em: 18 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 144, de 10 de julho de 2012. Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jul. 2012. Disponível em: https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=RES&numeroAto=00000144&seqAto=000&valorAno=2012&orgao=CNRH/MMA. Acesso em: 23 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 178, de 29 de junho de 2016. Altera a Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&legislacao=127857. Acesso em: 16 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resoluções e diretrizes para gestão de recursos hídricos.** Brasília: CNRH, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 223, de 20 de novembro de 2020. Altera a Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br. Acesso em: 25 mar. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 230, de 22 de março de 2022. Estabelece diretrizes para fiscalização da segurança de barragens de acumulação de água para usos múltiplos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450. Acesso em: 23 mar. 2026.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Boletim regulatório: flexibilização das regras e PdCs em decorrência da situação de Calamidade Pública no RS.** São Paulo: CCEE, maio 2024. Disponível em: https://www.ccee.org.br/documents/80415/27594296/06_Boletim+Regulatorio+CCEEE+-+2024.05.29.pdf. Acesso em: 23 mar. 2026.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). **Conheça as restrições hidráulicas referentes às UHEs Jupiá e Porto Primavera vigentes para a formação de preço a partir do mês operativo de agosto de 2021.** São Paulo: CCEE, ago. 2021. Disponível em: https://www.ccee.org.br/pt/web/guest/-/co-conheca-as-restricoes-hidraulicas-referentes-as-uhes-jupia-e-porto-primavera-vigentes-para-a-formacao-de-preco-a-partir-do-mes-operativo-de-agosto-de-2021. Acesso em: 16 mar. 2026.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Câmara aprova decreto que reconhece calamidade no Rio Grande do Sul.** Brasília: Agência Brasil, 7 maio 2024. Disponível em: https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2024-05/camara-aprova-decreto-que-reconhece-calamidade-no-rio-grande-do-sul. Acesso em: 25 mar. 2026.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Medida provisória institui grupo emergencial para enfrentamento da escassez hídrica.** Brasília: Câmara dos Deputados, 28 jun. 2021. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/778944-mp-institui-grupo-emergencial-para-enfrentamento-da-escassez-hidrica/. Acesso em: 16 mar. 2026.

CARDOSO, L. Gestão de reservatórios em situações críticas: lições do Sistema Interligado Nacional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, 2021.

CEEE GERAÇÃO. **Comunicado da CEEE Geração: barragens no Rio Jacuí.** Porto Alegre: Prefeitura de Salto do Jacuí, maio 2024. Disponível em: https://www.saltodojacui.rs.gov.br/comunicado-da-ceee-geracao-2/. Acesso em: 16 mar. 2026.

CERAN – COMPANHIA ENERGÉTICA RIO DAS ANTAS. **Institucional.** Bento Gonçalves: CERAN, [2025]. Disponível em: https://ceran.com.br/institucional/. Acesso em: 18 mar. 2026.

CERAN – COMPANHIA ENERGÉTICA RIO DAS ANTAS. **Usina 14 de Julho.** Bento Gonçalves: CERAN, [2025]. Disponível em: https://ceran.com.br/usinas/usina-14-de-julho/. Acesso em: 27 mar. 2026.

CNN BRASIL. **Destruição e 184 mortes: enchentes no Rio Grande do Sul completam um ano.** São Paulo: CNN Brasil, 30 abr. 2025. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sul/rs/destruicao-e-184-mortes-enchentes-no-rio-grande-do-sul-completam-um-ano/. Acesso em: 18 mar. 2026.

CNN BRASIL. **Enchentes como as do RS podem ser cinco vezes mais frequentes, diz estudo.** São Paulo: CNN Brasil, 30 abr. 2025. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/sul/rs/enchentes-como-as-do-rs-podem-ser-cinco-vezes-mais-frequentes-diz-estudo/. Acesso em: 18 mar. 2026.

CNN BRASIL. **Rompimento de barragem no RS: veja cidades ameaçadas e com ordem para moradores buscarem abrigos.** São Paulo: CNN Brasil, 2 maio 2024. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rompimento-de-barragem-no-rs-veja-cidades-ameacadas-e-com-ordem-para-moradores-buscarem-abrigos/. Acesso em: 25 mar. 2026.

CMSE – COMITÊ DE MONITORAMENTO DO SETOR ELÉTRICO. **Atas e comunicados técnicos: 2021–2024.** Brasília: MME, 2021–2024.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP). **Porto Primavera.** São Paulo: CESP, 2023. Disponível em: https://www.cesp.com.br/porto-primavera/. Acesso em: 23 mar. 2026.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). **Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização de Usinas Hidrelétricas do País (PRR): Relatório de estruturação de ações e construção de indicadores globais.** Brasília: CNPE/MME, 2023.

CONSELHO NACIONAL DE POLÍTICA ENERGÉTICA (CNPE). Resolução CNPE nº 8, de 11 de julho de 2022. Aprova o Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização de Usinas Hidrelétricas do País (PRR). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2022.

CORREIO BRAZILIENSE. **Como seca histórica no Brasil traz risco de inflação e racionamento de energia.** Brasília, 24 maio 2021. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/brasil/2021/05/4927979-como-seca-historica-no-brasil-traz-risco-de-inflacao-e-racionamento-de-energia.html. Acesso em: 25 mar. 2026.

CPRM/SGB – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Boletins hidrológicos e bases de dados.** Brasília: CPRM, 2023.

CTG BRASIL. **UHE Jupiá.** São Paulo: CTG Brasil, 2025. Disponível em: https://www.ctgbr.com.br/unidade/uhe-jupia/. Acesso em: 19 mar. 2026.

ECOA — ECOLOGIA E AÇÃO. **Hidrovia Tietê-Paraná volta a funcionar após 8 meses parada devido crise hídrica.** [S.l.]: ECOA, 2022. Disponível em: https://ecoa.org.br/hidrovia-tiete-parana-volta-a-funcionar-apos-8-meses-parada-devido-crise-hidrica/. Acesso em: 25 mar. 2026.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022.** Brasília: EPE, 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Energia: 2022–2023.** Brasília: EPE, 2022–2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Plano Decenal de Expansão de Energia 2031.** Brasília: EPE, 2023.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Governo atualiza situação das barragens no RS — 5/5.** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 5 maio 2024. Disponível em: https://www.estado.rs.gov.br/governo-atualiza-situacao-das-barragens-no-rs-5-5. Acesso em: 23 mar. 2026.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Governo prorroga estado de calamidade pública da enchente por mais 90 dias.** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 11 mar. 2025. Disponível em: https://www.estado.rs.gov.br/governo-prorroga-estado-de-calamidade-publica-da-enchente-por-mais-90-dias. Acesso em: 19 mar. 2026.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Logística e Transportes. **Usina da CEEE no Rio Jacuí completa 50 anos de operação.** Porto Alegre, 2017. Disponível em: https://transportes.rs.gov.br/usina-da-ceee-no-rio-jacui-completa-50-anos-de-operacao. Acesso em: 23 mar. 2026.

GOVERNO FEDERAL. Casa Civil. **Novo PAC participa do lançamento do livro 'As Enchentes no Rio Grande do Sul — Lições, Desafios e Caminhos para um Futuro Resiliente'.** Brasília, 5 maio 2025. Disponível em: https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2025/maio/novo-pac-participa-do-lancamento-do-livro-201cas-enchentes-no-rio-grande-do-sul-2013-licoes-desafios-e-caminhos-para-um-futuro-resiliente201d. Acesso em: 18 mar. 2026.

GOVERNO FEDERAL. **Governo Federal reconhece estado de calamidade no RS e instala Sala de Situação.** Brasília: Agência Gov/EBC, 2 maio 2024. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202405/governo-federal-instala-sala-de-situacao-e-preve-retorno-ao-rio-grande-do-sul-na-proxima-semana. Acesso em: 23 mar. 2026.

GRAGNANI, Juliana. **Crise hídrica: o que está por trás da pior seca em quase um século no Brasil**. [S.l.]: BBC News Brasil, 2021. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58441586. Acesso em: 16 mar. 2026.

IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Autorizações e condicionantes ambientais.** Brasília: IBAMA, 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS APLICADAS (IPEA). **Enchentes e inundações no Rio Grande do Sul em 2024: impactos e desafios.** Brasília: IPEA, 2024. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/server/api/core/bitstreams/af4e321f-ad7b-4ec0-9fd9-79b6afb2917b/content. Acesso em: 18 mar. 2026.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS (IPH) — UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Posicionamento IPH: A crise hídrica atual e a Medida Provisória 1055.** Porto Alegre: UFRGS, jul. 2021. Disponível em: https://www.ufrgs.br/iph/posicionamento-iph-a-crise-hidrica-atual-e-a-medida-provisoria-1055/. Acesso em: 18 mar. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Sixth Assessment Report.** Geneva: IPCC, 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 31000:2018: Risk management: Guidelines.** Geneva: ISO, 2018.

JORNAL DO COMÉRCIO. **Chuvas rompem barragem da usina 14 de Julho.** Porto Alegre: Jornal do Comércio, 2 maio 2024. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/economia/2024/05/1152802-chuvas-rompem-barragem-da-usina-14-de-julho.html. Acesso em: 23 mar. 2026.

LABORATÓRIO DE USOS E PERSPECTIVAS DA POLÍTICA AMBIENTAL (LUPPA) — UFRJ. **Crise Hidroenergética 2020-2021.** Rio de Janeiro: UFRJ, nov. 2021. Disponível em: https://luppa.poli.ufrj.br/crise-hidroenergetica-2020-2021/. Acesso em: 16 mar. 2026.

LANNA, A. E. **Gestão de recursos hídricos no Brasil.** Brasília, 2015.

MEGAWHAT. **MME age contra esvaziamento de reservatórios e prepara MP para lidar com crise hídrica.** [S.l.]: MegaWhat, jun. 2021. Disponível em: https://megawhat.energy/news/143059/mme-age-contra-esvaziamento-de-reservatorios-e-prepara-mp-para-lidar-com-crise-hidrica. Acesso em: 16 mar. 2026.

MEGAWHAT. **UHE 14 de Julho volta a operar após chuvas no RS.** [S.l.]: MegaWhat, 25 jun. 2024. Disponível em: https://megawhat.energy/geracao/hidrica/uhe-14-de-julho-volta-a-operar-apos-chuvas-no-rs/. Acesso em: 25 mar. 2026.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG).** Brasília: MME, 2021a. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/creg. Acesso em: 25 mar. 2026.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Plano de Recuperação dos Reservatórios de Regularização de Usinas Hidrelétricas do País (PRR).** Brasília: MME, 2022.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). Portaria nº 524, de 11 de junho de 2021. Determina a redução das defluências mínimas das UHEs Jupiá e Porto Primavera. **Diário Oficial da União**, edição extra, Brasília, DF, 11 jun. 2021b. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-

br/assuntos/noticias/mme-publica-portaria-sobre-reducao-das-vazoes-nas-usinas-hidreletricas-de-jupia-e-porto-primavera. Acesso em: 16 mar. 2026.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Relatório de lições aprendidas no enfrentamento da situação de escassez hídrica excepcional vivenciada no período 2020/2021.** Brasília: MME, 2021c.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Relatório de Monitoramento do PRR – Exercício 2023.** Brasília: MME, 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Vazões de Jupiá e Porto Primavera são reduzidas por decisão do MME.** Brasília: MME, abr. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/vazoes-de-jupia-e-porto-primavera-sao-reduzidas-por-decisao-do-mme. Acesso em: 16 mar. 2026.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) et al. **Meta 2 – Diagnóstico da Governança da Gestão de Recursos Hídricos, no que Tange ao Planejamento, à Operação e à Gestão Ordinária dos Reservatórios que Compõem o SIN.** Brasília: MME, 2025. *(Autoria coletiva: MME, MIDR, ANA, ANEEL, EPE, ONS, Eletrobras, Consórcio Fractal e FSET.)*

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Comunicação ao ONS sobre revisão dos volumes de espera para controle de cheias de reservatórios da bacia do rio Paraná.** Brasília: ANA/ONS, fev. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ons-informa-ana-sobre-revisao-dos-volumes-de-espera-para-controle-de-cheias-de-reservatorios-da-bacia-do-rio-parana. Acesso em: 27 mar. 2026.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Flexibilização das restrições hidráulicas gerou economia de R$ 27 bi durante a crise hídrica 2020/2021.** Rio de Janeiro: ONS, nov. 2022. Disponível em: https://www.ons.org.br/Paginas/Noticias/20221103_Flexibilizacao_das_restricoes_hidraulicas_gerou_economia_de_R_27_bi_durante_a_crise_hidrica_2020_2021.aspx. Acesso em: 27 mar. 2026.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Plano Anual de Prevenção de Cheias — Ciclo 2022/2023.** RT-ONS DOP 0426/2022. Rio de Janeiro: ONS, 2022.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Procedimentos de Rede, relatórios PMO e documentos operativos: 2017–2024.** Rio de Janeiro: ONS, 2017–2024.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Relatórios do PMO e documentos operativos sobre estiagens (2014–2021).** Rio de Janeiro: ONS, 2014–2022.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Relatórios do PMO e notas técnicas sobre a operação da bacia do São Francisco (2020–2021).** Rio de Janeiro: ONS, 2021.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **RT-OR.BR.01 — Conceitos e Metodologias para a Operação Hidráulica dos Reservatórios.** Rev. 07. Rio de Janeiro: ONS, [s.d.]. (Manual de Procedimentos da Operação — Referências Técnicas). Disponível em: https://www.ons.org.br//MPO/Documento%20Normativo/7.%20Refer%C3%AAncias%20T%C3%A9cnicas/7.8.%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20de%20Reservat%C3%B3rios/RT-OR.BR.01_Rev.07.pdf. Acesso em: 27 mar. 2026.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Submódulo 10.8 — Operação hidráulica de reservatórios.** Rio de Janeiro: ONS, 2016. (Procedimentos de Rede). Disponível em: https://www.ons.org.br//ProcedimentosDeRede. Acesso em: 27 mar. 2026.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Principles on Water Governance.** Paris: OECD Publishing, 2015.

PAIVA, R. C. D. et al. **Enchentes no Rio Grande do Sul de maio de 2024: análise preliminar das causas e dos impactos.** Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2024.

PORTO, R. M. **Hidrossistemas: modelagem e operação.** São Paulo: ABRH, 2020.

PORTOS E NAVIOS. **Setor aquaviário prevê perdas de R$ 3 bilhões com paralisação da Hidrovia Tietê-Paraná.** [S.l.]: Portos e Navios, ago. 2021. Disponível em: https://www.portosenavios.com.br/noticias/navegacao-e-marinha/setor-aquaviario-preve-perdas-de-r-3-bilhoes-com-paralisacao-da-hidrovia-tiete-parana. Acesso em: 25 mar. 2026.

RIBEIRO JUNIOR, Leopoldo Uberto; ZUFFO, Antonio Carlos; SILVA, Benedito Claudio da. Elaboração de uma ferramenta para operação de reservatórios hidrelétricos com usos múltiplos considerando efeitos de mudanças climáticas: estudo de caso da UHE de Furnas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, 2016. ISSN 2318-0331. Disponível em: https://abrhidro.org.br/SGCv3/index.php?ID=190&PUB=1. Acesso em: 25 mar. 2026.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto Estadual nº 57.596, de 1.º de maio de 2024. Declara estado de calamidade pública no território do Estado do Rio Grande do Sul afetado pelos eventos climáticos de chuvas intensas, COBRADE 1.3.2.1.4, ocorridos no período de 24 de abril a 1.º de maio de 2024. **Diário Oficial do Estado**, Porto Alegre, 1º maio 2024. Disponível em: https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/calamidade-no-rio-grande-do-sul/atos-relacionados. Acesso em: 23 mar. 2026.

RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. **Transparência: Calamidade Pública 2024.** Porto Alegre, 2024. Disponível em: https://www.transparencia.rs.gov.br/calamidade-publica-2024/. Acesso em: 18 mar. 2026.

RIO GRANDE DO SUL. SISPERDAS. **Relatório de perdas: evento enchentes em maio 2024.** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, jun. 2024. Disponível em:

https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatorio-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024.pdf. Acesso em: 18 mar. 2026.

SENADO FEDERAL — RÁDIO SENADO. **Congresso começa a analisar MP para enfrentar a pior crise hídrica em 90 anos.** Brasília, 30 jun. 2021. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2021/06/30/congresso-comecou-a-analisar-mp-para-enfrentar-a-pior-crise-hidrica-em-90-anos. Acesso em: 18 mar. 2026.

SILVA, A.; PORTO, R. M. A crise hidrológica no São Francisco e seus impactos operativos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2018.

SOUZA, J. et al. **Variabilidade hidrológica e mudanças climáticas no Sudeste.** São Paulo, 2023.

STATKRAFT. **Complexo Hidrelétrico CERAN.** Oslo/São Paulo: Statkraft, [2025]. Disponível em: https://www.statkraft.com.br/onde-operamos/brasil/complexo-hidroeletrico--ceran/. Acesso em: 23 mar. 2026.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de recursos hídricos: princípios e aplicações.** Porto Alegre: ABRH, 2017.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Water and Energy Nexus.** Paris: UNESCO, 2020.

VASCONCELOS, N. A.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; RIBEIRO, N. B. Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e14, 2019. DOI: https://dx.doi.org/10.21168/rega.v16e14.

WORLD BANK. **Brasil: diagnóstico da gestão hidroenergética.** Washington, D.C.: World Bank, 2020.

ZAMBON, Renato Carlos. A operação dos reservatórios e o planejamento da operação hidrotérmica do Sistema Interligado Nacional. **Revista USP**, São Paulo, n. 104, p. 133–144, 2015. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i104p133-144. Disponível em: https://revistas.usp.br/revusp/article/view/106762. Acesso em: 24 mar. 2026.

ZAMBON, R. C. et al. Flood control and energy production on the Brazilian hydrothermal system. **REGA — Revista de Gestão de Águas da América Latina**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 89–96, 2014.

ZAMBON, R. C. et al. Optimization of large-scale hydrothermal system operation. **Journal of Water Resources Planning and Management**, Reston, v. 138, n. 2, p. 135–143, 2012. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000152.

ANEXO I

Programação do Workshop - Meta 3




PROGRAMAÇÃO
O evento, parte do Plano de Recuperação dos Reservatórios de Usinas Hidrelétricas (PRR), reunirá especialistas para discutir melhorias na governança dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN), visando aprimorar atos legais e infralegais, aumentar a eficiência das decisões, promover a sustentabilidade e fortalecer a integração institucional na gestão dos reservatórios.
PERÍODO MATUTINO
8h30 Recepção e Credenciamento dos Participantes
9h às 10h Painel de abertura
PARTICIPANTES:
Ministério de Minas e Energia (MME), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) e Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).
10h às 11h30 Painel Técnico 1: Governança de Gestão de Reservatórios para Enfrentamento de Situações Críticas
OBJETIVOS DO PAINEL:
apresentação dos principais achados e síntese do relatório de diagnóstico. Discussão, pelos participantes e moderador, da necessidade de governança específica para enfrentar situações críticas, limitações físicas à geração no SIN, e impacto de fontes renováveis variáveis.
PARTICIPANTES:
MME, EPE, IBAMA, ONS, ANA e Associação Brasileira dos Produtores Independentes de Energia Elétrica (APINE).
MODERAÇÃO:
Consórcio FSET/FRACTAL
11h30 às 13h30 Intervalo para almoço
PERÍODO VESPERTINO
13h30 às 15h Painel Técnico 2: Condicionantes Operativos Hidráulicos, Condições de Operação de Reservatórios do SIN e Dados Cadastrais
OBJETIVOS DO PAINEL:
Apresentar o conceito de condicionantes operativos hidráulicos, explorar os instrumentos atuais e a necessidade de aperfeiçoamento para robustecer as articulações entre ANA e ONS, de forma a otimizar as condições de operação de reservatórios do SIN e conferir maior segurança e modicidade de custos ao atendimento eletroenergético.
PARTICIPANTES:
ONS, ANA, ANEEL, MME, CCEE e Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica (ABRAGE).
MODERAÇÃO:
Consórcio FSET/FRACTAL
15h às 15h30 Coffee Break
15h30 às 17h Painel Técnico 3: Articulação entre Setores e Atores Usuários de Água dos Reservatórios do Setor Elétrico
OBJETIVOS DO PAINEL:
explorar a necessidade de articulação dos diversos setores e atores envolvidos para consideração e incorporação de outros usos de recursos hídricos.
PARTICIPANTES:
ANA, ONS, representante do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB), Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente (ABEMA) e Fórum de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Setor Elétrico (FMASE).
MODERAÇÃO:
Consórcio FSET/FRACTAL