

AVALIAÇÃO DE RESULTADO REGULATÓRIO

Superintendência de Operações e Eventos Críticos

**AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E
SANEAMENTO BÁSICO - ANA**

IDENTIFICAÇÃO DA ARR

Processo SEI nº: 02501.005041/2022-91

ATOS NORMATIVOS SUBMETIDOS À ARR:

Resolução ANA Nº 140. de 16 de dezembro de 2022;
Resolução ANA Nº 141. de 16 de dezembro de 2022; e
Resolução ANA Nº 142. de 16 de dezembro de 2022

TEMA:

Condições de operação de reservatórios e sistemas hídricos

UORG RESPONSÁVEL:

Superintendência de Operações e Eventos Críticos – SOE

RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO:

Antonio Augusto Borges de Lima – Coordenador de Operação de Reservatórios e Sistemas Hídricos

Diego Liz Pena - Especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico

Luciano Nobrega Rodrigues Xavier - Especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico

Roberto Carneiro de Moraes - Especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico

Sumário

1. Sumário Executivo	4
2. Justificativa para a Realização da ARR	6
3. Descrição da Intervenção Regulatória	8
3.1 - Contextualização	8
3.1.1 Resolução ANA Nº 140, de 16 de dezembro de 2022, que dispõe sobre condições temporárias complementares às outorgas dos reservatórios de Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes, no rio Grande	9
3.1.2 Resolução ANA Nº 141, de 16 de dezembro de 2022, que dispõe sobre condições para operação temporária dos reservatórios de Emborcação e Itumbiara, no rio Paranaíba.	10
3.1.3 Resolução ANA Nº 142, de 16 de dezembro de 2022, que dispõe sobre as recomendações de operação temporárias dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos de Jupiá e Porto Primavera, no rio Paraná.....	10
4. Avaliação da Intervenção Regulatória.....	11
4.1 Avaliação de Impacto	11
4.2 Justificativa para a Não Avaliação da Resolução ANA Nº 142/2022	12
4.3 Seleção dos resultados a serem avaliados para as Resoluções nº 140 e 141/2022	13
4.4 Definição e aplicação do método de avaliação de impacto	13
4.5 Análise dos resultados obtidos	16
4.5.1 Implicações para a segurança hídrica	16
4.5.2 Implicações para os usos múltiplos da água	17
5. Conclusão e recomendações.....	18
6. Referências.....	19

1. Sumário Executivo

Justificativa para Realização da ARR



As Resoluções ANA Nº 140/2022, Nº 141/2022 e Nº 142/2022 foram emitidas com dispensa de Análise de Impacto Regulatório - AIR em razão de urgência de tramitação e, portanto, devem ser objeto de Relatório de Avaliação de Resultados Regulatórios - ARR no prazo de três anos, conforme disposto no Art. 12 do Decreto Nº 10.411, de 30 de junho de 2020.

Descrição da Intervenção Regulatória:



- Resolução ANA Nº 140/2022: estabelece condições de operação temporárias complementares às outorgas dos reservatórios de Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes, no rio Grande;
- Resolução ANA Nº 141/2022: estabelece condições de operação temporárias dos reservatórios de Emborcação e Itumbiara, no rio Paranaíba; e
- Resolução ANA Nº 142/2022: estabelece recomendações de operação temporárias dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos de Jupiá e Porto Primavera, no rio Paraná.

Avaliação da Intervenção Regulatória:



Avaliação de impacto

Comparação do cenário de armazenamento dos reservatórios de regularização ao final do período de vigência das Resoluções simulado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, com o cenário de evolução do armazenamento observado oriundo do cumprimento das Resoluções da ANA.

Discussão dos resultados e recomendações:



A avaliação demonstrou que as Resoluções Nº 140/2022 e Nº 141/2022 foram eficazes, promovendo recuperação expressiva dos armazenamentos dos reservatórios no período chuvoso de 2022/2023, com ganhos que variaram de 28 a 50% dos volumes úteis dos reservatórios de regularização integrantes do Plano de Contingência. Ressalta-se que todos os reservatórios atingiram armazenamentos superiores a 70% do volume útil ao fim de abril de 2023.

Com base nos resultados, a principal recomendação da ARR é a importância de se estabelecer regras de operação perenes para os reservatórios que integraram o Plano de Contingência. Para os reservatórios dos rios Grande e Paranaíba, isso foi feito por meio das Resoluções ANA Nº 193 e 194/2024. Para os reservatórios das UHEs Jupiá e Porto Primavera, foi finalizado em 2025 relatório de Análise de Impacto Regulatório com proposta de Resolução com o estabelecimento de condições de operação para esses empreendimentos, com expectativa de emissão desse normativo regulatório ainda em 2025.

2. Justificativa para a Realização da ARR

Os reservatórios do Subsistema Sudeste/Centro-Oeste - SE/CO respondem por aproximadamente 70% da capacidade de reservação do Sistema Interligado Nacional - SIN. Desse conjunto, os reservatórios das bacias dos rios Grande (Furnas, Marechal Mascarenhas de Moraes, Marimbondo e Água Vermelha) e Paranaíba (Emborcação, Itumbiara, Nova Ponte, Batalha, Serra do Facão e São Simão) correspondem, respectivamente, a 25% e 38% da capacidade de armazenamento desse subsistema.

Conforme registra a Tabela 1, os reservatórios de cabeceira das bacias dos rios Grande e Paranaíba apresentavam os seguintes armazenamentos em 1º de dezembro de 2022, início do período úmido 2022/2023:

Tabela 1 - Armazenamentos nos reservatórios de cabeceira do Grande e do Paranaíba em 1º de dezembro de 2021 e 2022.

Reservatório	Percentagem do Volume Útil (VU%)	
	01/12/2021	01/12/2022
Furnas	21,51	54,76
Mascarenhas de Moraes	18,20	79,07
Emborcação	13,92	38,68
Itumbiara	18,25	38,64

O fato de os armazenamentos observados indicarem valores superiores aos verificados em 2021 não foi suficiente para garantir a recomposição dos volumes dos reservatórios, em razão das incertezas de como seria o comportamento do período úmido 2022/2023. Conforme observações e previsões dos órgãos meteorológicos, persistia ao longo do ano de 2022 o fenômeno La Niña, caracterizado por resfriamento da temperatura da superfície no Oceano Pacífico, que historicamente resulta em chuvas abaixo da média na região sul do País, podendo impactar também a região sudeste, e a ocorrência de chuvas abaixo da média nas bacias dos rios Paranaíba e Grande.

Diante das incertezas, e diante dos bons resultados do Plano de Contingência para recuperação dos armazenamentos dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional – SIN impactados pela crise hidroenergética de 2021, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA adotou medidas regulatórias para mitigar os impactos e promover a segurança hídrica, como será detalhado na próxima seção.

A Tabela 2 apresenta os problemas regulatórios e objetivos que se pretendiam alcançar com as Resoluções ANA emitidas no fim de 2022.

Tabela 2 – Problemas e objetivos regulatórios abordados pelas Resoluções.

Resolução	Problema regulatório	Objetivos
Nº 140/2022	Deplecionamento acentuado dos reservatórios das UHEs Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes, no rio Grande.	Proporcionar um maior armazenamento nos reservatórios das UHEs Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes no período úmido de 2023.
Nº 141/2022	Deplecionamento acentuado dos reservatórios das UHEs Emborcação e Itumbiara, no rio Paranaíba.	Permitir um maior armazenamento nos reservatórios das UHEs Emborcação e Itumbiara no período úmido de 2023.
Nº 142/2022	Existência de restrições de defluências mínimas nas UHEs Jupiá e Porto Primavera, ambas sem capacidade de regularização, que podem comprometer os armazenamentos nos reservatórios de cabeceira dos rios Grande e Paranaíba.	Proporcionar maiores armazenamentos nos reservatórios de cabeceira dos rios Grande e Paranaíba no período úmido de 2023, reduzindo a insegurança hídrica na bacia.

Devido à necessidade de urgência de tramitação, as Resoluções que compõem o objeto deste estudo foram editadas com dispensa de Análise de Impacto Regulatório – AIR. Conforme estabelece o Decreto Nº 10.411/2020, os atos normativos editados sob essa condição devem, obrigatoriamente, ser submetidos a uma Avaliação de Resultado Regulatório – ARR no prazo de três anos. Este relatório cumpre, portanto, essa determinação legal, avaliando os resultados das intervenções regulatórias implementadas.

3. Descrição da Intervenção Regulatória

3.1 - Contextualização

Em sua 861ª Reunião Deliberativa Ordinária, ocorrida em 13 de dezembro de 2022, a Diretoria Colegiada da ANA aprovou o Plano de Contingência para Recomposição dos Volumes de Reservatórios das Bacias Hidrográficas dos rios Paranaíba e Grande. O Plano de Contingência indicou medidas adicionais de operação de reservatórios a serem adotadas no período úmido de 2022-2023, entre janeiro e abril de 2023, que constitui o período úmido. Tais medidas foram voltadas à promoção do reenchimento dos reservatórios, com foco na segurança hídrica e na garantia dos usos múltiplos da água em 2023 e nos anos seguintes.

A proposição de diretrizes e condições de operação para o reenchimento dos reservatórios concentrou-se naqueles mais relevantes para a segurança hídrica das bacias dos rios Grande e Paranaíba, seja por sua situação de cabeceira, pela capacidade de regularização do sistema a jusante ou pelos potenciais impactos que os baixos níveis podem acarretar para os usos da água (Tabela 3).

Tabela 3 - Reservatórios selecionados para proposição de diretrizes e condições de operação para o reenchimento no período úmido 2022/2023.

BACIA	RESERVATÓRIO
Paranaíba	UHE Itumbiara
	UHE Emborcação
Grande	UHE Furnas
	UHE Mascarenhas de Moraes
Paraná	UHE Jupiá
	UHE Porto Primavera

Os reservatórios das UHEs Jupiá e Porto Primavera, no rio Paraná, foram inseridos na proposta de Plano de Contingência por se tratarem de aproveitamentos com operação a fio d'água, com baixa capacidade de regularização das vazões do rio Paraná, e cujo atendimento das restrições de defluências mínimas é dependente, dentre outros fatores, de como operam as UHEs de regularização a montante, destacadamente as instaladas nos rios Grande e Paranaíba, o que pode impactar negativamente o estoque de água armazenado nesses reservatórios.

À época, em consulta ao Sistema de Gestão da Atualização de Restrições Hidráulicas do Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS, em que são disponibilizados os Formulários de Solicitação de Atualização de Restrição Hidráulica - FSAR-H dos reservatórios pertencentes ao SIN, as UHEs Jupiá e Porto Primavera, constava como restrições permanentes defluências mínimas de 4.000 m³/s e 4.600 m³/s. Entretanto, as licenças ambientais e outorgas desses aproveitamentos não estabelecem vazões mínimas defluentes. Conforme documentos encaminhados pelo agente de operação e avaliações do órgão ambiental, a vazão de 3.900 m³/s é a mínima necessária para operação da escada de peixes da UHE Porto Primavera, considerada ambientalmente segura durante o período de piracema, de novembro a fevereiro do ano seguinte.

Para efetivar as medidas indicadas no novo Plano de Contingência, foram emitidas em 16 de dezembro de 2022 as Resoluções ANA Nº 140, 141 e 142. Nas três Resoluções, previu-se a possibilidade de operar os reservatórios com condições de operação diferentes das estabelecidas nas seguintes situações:

- atendimento de questões eletroenergéticas;
- atendimento de questões ambientais;
- realização de testes, ensaios e manutenção e inspeção de equipamentos; e
- cumprimento do Tratado da Bacia do Prata ou de outros acordos internacionais envolvendo a operação da UHE Itaipu.

3.1.1 Resolução ANA Nº 140, de 16 de dezembro de 2022, que dispõe sobre condições temporárias complementares às outorgas dos reservatórios de Furnas e Marechal Mascarenhas de Moraes, no rio Grande.

Para o reservatório de Furnas, o Plano de Contingência indicou a emissão de Resolução da ANA determinando as condições de operação temporárias para o reservatório, complementares à Outorga nº 1.033/2019, limitando a vazão defluente média a 400 m³/s, no período de janeiro e abril de 2023, sendo permitidas defluências máximas médias semanais de até 500 m³/s.

Para o reservatório da UHE Marechal Mascarenhas de Moraes, o Plano de Contingência indicou a emissão de Resolução da ANA determinando as condições de operação temporárias para o reservatório, complementares à Outorga Nº 1.004/2019, limitando sua defluência média máxima a 400 m³/s, no período de 2 de janeiro a 28 de abril de 2023, sendo permitidas defluências máximas médias semanais de até 500 m³/s.

Considera-se que a semana operativa é de sábado a sexta-feira, sendo que os valores apurados contam com uma tolerância de variação entre 5 e 10%. Caso algum reservatório alcançasse 70% de seu volume útil, as restrições de defluências máximas seriam suspensas.

Assim, foi emitida a Resolução ANA Nº 140/2022 que implementou, no período de 2 de janeiro a 28 de abril de 2023, as seguintes condições operativas para os reservatórios das UHEs Furnas e Mascarenhas de Moraes:

- Furnas:
 - Defluência máxima média de 400 m³/s no período de 02/01/2023 e 28/04/2023 (tolerância de 10%);
 - Defluência máxima média semanal de 500 m³/s (tolerância de 10%); e
 - Os limites máximos de defluência máxima média semanal e para o período e vigência da resolução serão suspensos caso o reservatório atinja 70% de seu volume útil.
- Mascarenhas de Moraes:
 - Defluência média máxima semanal de 500 m³/s (tolerância de 10%);
 - Defluência máxima no período de 02/01/2023 e 28/04/2023 inferior a 400 m³/s (tolerância de 5%); e
 - O limite máximo de defluência máxima média semanal e para o período e vigência da resolução serão suspensos caso o reservatório atinja 70% de seu volume útil.

3.1.2 Resolução ANA Nº 141, de 16 de dezembro de 2022, que dispõe sobre condições para operação temporária dos reservatórios de Emborcação e Itumbiara, no rio Paranaíba.

Para o reservatório da UHE Emborcação, o Plano de Contingência indicou a emissão de Resolução da ANA determinando as condições de operação temporárias para o reservatório, limitando a máxima vazão defluente média máxima a 140 m³/s, no período de janeiro a abril de 2023, sendo permitidas defluências máximas médias semanais de até 200 m³/s.

Caso atingido 70% do volume útil de Emborcação, as limitações de máximas vazões defluentes seriam suspensas.

Para o reservatório de Itumbiara, a condição de operação indicada pelo Plano de Contingência para a recomposição dos níveis do reservatório foi a limitação de sua defluência média máxima a 490 m³/s no período de janeiro a abril de 2023, sendo permitidas defluências máximas médias semanais de até 784 m³/s. Assim, como no caso de Emborcação, caso fosse atingido 70% do volume útil de Itumbiara, as limitações de máximas vazões defluentes seriam suspensas.

Dessa maneira, foi emitida a Resolução ANA Nº 141/2022 que implementou, no período de 2 de janeiro de 2022 a 28 de abril de 2022, as seguintes condições operativas para os reservatórios das UHEs Emborcação e Itumbiara:

- Emborcação:
 - Defluência máxima média semanal¹ de 140 m³/s, entre 2 de janeiro e 28 de abril de 2023, sendo permitidas defluências máximas médias semanais de até 200 m³/s (tolerância de 10%); e
 - Os limites máximos de defluência serão suspensos caso o reservatório atinja 70% de seu volume útil.
- Itumbiara:
 - Defluência média máxima de 490 m³/s, entre 2 de janeiro e 28 de abril de 2022, sendo permitidas defluências máximas médias semanais de até 784 m³/s (tolerância de 10%); e
 - O limite máximo de defluência máxima média semanal será suspenso caso o reservatório atinja 70% de seu volume útil.

3.1.3 Resolução ANA Nº 142, de 16 de dezembro de 2022, que dispõe sobre as recomendações de operação temporárias dos reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos de Jupiá e Porto Primavera, no rio Paraná.

A operação recomendada para os reservatórios de Jupiá e Porto Primavera foi a de limitar, entre 2 de janeiro e 28 de fevereiro de 2023, as defluências médias diárias a valores próximos a 3.300 m³/s e 3.900 m³/s, respectivamente. Ressalta-se que a vazão de 3.900 m³/s é considerado o valor mínimo necessário para a operação da escada de peixes da UHE Porto Primavera durante o período de piracema, de novembro a fevereiro do ano seguinte.

Conforme já dito anteriormente, os reservatórios das UHEs Jupiá e Porto Primavera são caracterizados como de operação a fio d'água, cuja operação depende, dentre outros fatores, das defluências dos reservatórios da cascata a montante, como é o caso dos reservatórios dos Sistemas Hídricos dos rios Grande e Paranaíba.

¹ Tanto para Emborcação como para Itumbiara, considerou-se a semana operativa como de sábado a sexta-feira.

4. Avaliação da Intervenção Regulatória

Esta seção apresenta a avaliação dos resultados regulatórios decorrentes das três Resoluções editadas pela ANA para atendimento do Plano de Contingência 2022-2023.

O objetivo principal é verificar os efeitos da intervenção por meio da construção de um cenário contrafactual, ou seja, o que teria ocorrido caso as Resoluções da ANA não tivessem sido editadas. Para isso, a avaliação utiliza modelos de simulação para estimar os efeitos das resoluções na operação e na segurança hídrica dos reservatórios do SIN.

O **Manual de ARR da ANA** recomenda um processo avaliativo em etapas, que inclui a Avaliação de Problema, de Desenho, de Processo e, por fim, a de Impacto. No entanto, para o caso específico desta intervenção, a análise será concentrada diretamente na **Avaliação de Impacto**, pois as respostas para as etapas anteriores são claras e já se encontram bem estabelecidas nos documentos que originaram as normas, tornando desnecessária uma reavaliação formal. A justificativa para este foco é a seguinte:

- **Avaliação de Problema:** O problema regulatório (o acentuado deplecionamento dos reservatórios) e os objetivos (promover a recuperação dos armazenamentos para garantir a segurança hídrica) foram explicitamente definidos e documentados no Plano de Contingência que fundamentou a edição das resoluções. A Tabela 2 deste relatório já resume essa definição, não havendo necessidade de uma nova análise para confirmar a existência do problema.
- **Avaliação de Desenho:** A lógica da intervenção é direta e sua plausibilidade, auto evidente. O desenho, que consiste em limitar as vazões de saída (defluências) para aumentar o armazenamento de água, baseia-se num nexo causal simples e inquestionável da física e da operação de reservatórios. Não há hipóteses complexas que demandem uma validação teórica aprofundada.
- **Avaliação de Processo:** A verificação da implementação das resoluções é um componente intrínseco da própria Avaliação de Impacto que será realizada. Ao comparar os dados observados com o cenário contrafactual, a análise já parte do pressuposto de que a intervenção foi executada. Conforme será detalhado, a implementação ocorreu como planejado para duas das três resoluções, sendo este o ponto de partida para a mensuração de seus resultados.

Dessa forma, a avaliação prosseguirá diretamente para a avaliação de impacto, buscando verificar os efeitos da intervenção por meio da construção de um cenário contrafactual, ou seja, o que teria ocorrido caso as Resoluções da ANA não tivessem sido editadas.

4.1 Avaliação de Impacto

A Avaliação de impacto é um componente central da ARR e tem como objetivo verificar os efeitos decorrentes da implementação de um ato normativo, analisando tanto o alcance dos objetivos originalmente pretendidos quanto os impactos observados sobre o mercado e a sociedade. Segundo o Manual de ARR da ANA, essa avaliação busca identificar a diferença entre os resultados após a implementação da intervenção e o que teria ocorrido caso a norma não tivesse sido editada, conceito conhecido como contrafactual.

Essa abordagem permite não apenas medir a efetividade da regulação, mas também compreender possíveis impactos colaterais, sejam positivos ou negativos. Para isso, são

adotadas metodologias específicas, como modelos de simulação, análise de séries temporais e técnicas econométricas. A escolha depende da disponibilidade de dados e das condições para realização de comparações robustas entre cenários com e sem a intervenção regulatória.

No contexto desta ARR, a avaliação de impacto busca estimar os efeitos das Resoluções ANA Nº 140, 141 e 142/2022 sobre a segurança hídrica e a operação dos reservatórios do SIN afetados por esses normativos. Contudo, como será detalhado a seguir, a aplicação da Resolução Nº 142/2022 foi inviabilizada por condições hidroclimáticas favoráveis e limitações operacionais inerentes ao tipo de aproveitamento hidrelétrico de Jupiá e Porto Primavera. Por essa razão, a presente avaliação de impacto focará na análise dos resultados das Resoluções Nº 140 e 141/2022, que foram efetivamente implementadas.

4.2 Justificativa para a Não Avaliação da Resolução ANA Nº 142/2022

Entre 4 de janeiro e 16 de janeiro de 2023, por solicitação do ONS, houve a necessidade de operacionalizar as cascatas das UHEs do rio Tietê e das UHEs Ilha Solteira e Jupiá para deslocamento de um significativo acúmulo de plantas aquáticas a jusante da UHE Três Irmãos. Além disso, o reservatório da UHE Ilha Solteira, a montante da UHE Jupiá, precisou operar em janeiro de 2023 com vertimentos de forma a evitar ocupar seu volume de espera para controle de cheias, totalizando em uma defluência média de 5.167 m³/s em janeiro de 2023.

Conforme ilustra a Tabela 4, as vazões naturais afluentes aos reservatórios das UHEs Jupiá e Porto Primavera ficaram consideravelmente acima da média de longo termo -MLT em janeiro de 2023. Assim, considerando as defluências praticadas por Ilha Solteira em janeiro de 2023, a operação para deslocamento das plantas aquáticas a jusante de Três Irmãos além das vazões incrementais de Jupiá e Porto Primavera, que são usinas a fio d'água sem capacidade de regularização das vazões do rio Paraná, não foi possível operar as UHEs Jupiá e Porto Primavera com as defluências recomendadas pela Resolução ANA Nº 142/2022.

Tabela 4 - Defluência média praticada e vazão natural afluentes em Jan/23.

Reservatório	Defluência média (m ³ /s)	Vazão Natural em Jan/23 (m ³ /s)	MLT Jan (m ³ /s)	MLT (%)
Jupiá	7.140	14.219	10.401	137%
Porto Primavera	7.911	14.938	11.292	132%

Em fevereiro de 2023, as vazões naturais afluentes às UHEs Jupiá e Porto Primavera permaneceram acima da MLT do mês (Tabela 5). As afluências acima da MLT associada a política de operação de controle de cheias de reservatórios de montante, com liberação de vazões elevadas, também não foi possível operar as UHEs Jupiá e Porto Primavera com defluências de 3.300 m³/s e 3.900 m³/s, respectivamente.

Tabela 5 - Defluência média praticada e vazão natural afluente em Fev/23.

Reservatório	Defluência média (m ³ /s)	Vazão Natural em Fev/23 (m ³ /s)	MLT Fev (m ³ /s)	MLT (%)
Jupiá	8.664	12.218	10.972	111%
Porto Primavera	9.879	13.648	12.092	113%

Isto posto, em razão das condições hidroclimáticas da bacia do rio Paraná, da necessidade de aumento das defluências de reservatórios a montante tanto para atendimento de questões ambientais como também para o controle de cheias, dada a natureza das usinas a fio d'água de Jupiá e Porto Primavera, não foi possível operar esses empreendimentos com as defluências recomendadas pela Resolução ANA Nº 142/2022. Em razão disso, não é possível avaliar resultado regulatório de normativo que não interveio na operação das UHEs Jupiá e Porto Primavera, ficando esta ARR restrita às Resoluções ANA Nº 140 e 141/2022.

4.3 Seleção dos resultados a serem avaliados para as Resoluções nº 140 e 141/2022

Para mensurar a efetividade da intervenção regulatória, esta seção define os resultados que serão avaliados. O resultado principal a ser investigado é o efeito das Resoluções sobre os estoques de água e a segurança hídrica. Para tal, a métrica adotada foi o ganho de volume útil (%) dos reservatórios. Essa escolha se justifica por ser o indicador mais direto do armazenamento de um reservatório que pode ser efetivamente utilizado para atender aos múltiplos usos da água, como geração de energia, navegação, abastecimento público e turismo. O estoque de água armazenado no volume útil o que garante a regularidade do fornecimento de água, sendo crucial para a gestão de recursos hídricos, sobretudo em períodos de estiagem.

A avaliação empreendida se baseia na comparação entre as evoluções de armazenamento dos reservatórios efetivamente observadas, que considera a implementação dos condicionantes operativos estabelecidos pelas Resoluções da ANA, com a evolução de armazenamento que os reservatórios teriam sem as determinações e recomendações dadas por esses normativos regulatórios, aqui denominado Contrafactual. A avaliação foca, portanto, nos resultados decorrentes das mudanças promovidas na operação dos reservatórios, conforme as condições estipuladas pelas Resoluções emitidas pela ANA no âmbito do Plano de Contingência 2022-2023.

4.4 Definição e aplicação do método de avaliação de impacto

Dentre os métodos para avaliação de impacto, lançou-se mão da opção de modelagem de simulação de operação de reservatórios que permite integrar as evidências pré-existentes e novas, proporcionando uma visão detalhada de como um sistema pode reagir a mudanças, particularmente às geradas por intervenções regulatórias.

Para verificação do resultado almejado dos referidos normativos na preservação da segurança hídrica e na continuidade do atendimento dos usos múltiplos, foram considerados

os resultados de modelos de simulações de evolução do armazenamento dos reservatórios elaborados pelo ONS.

Contrafactual - sem as determinações de operação dadas pelas Resoluções da ANA

O **Contrafactual** refere-se aos resultados de modelos de simulações de evolução do armazenamento dos reservatórios do SIN constantes do documento “Avaliação das Condições de Atendimento Eletroenergético do SIN - Estudo Prospectivo Dezembro de 2022 a Maio de 2023”, elaborado pelo ONS (NT-ONS DGL 0012/2023). Nesse Estudo foram apresentados os resultados decorrentes de simulações dos modelos de operação mensal da evolução do armazenamento dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional – SIN.

Os modelos do ONS consideram as restrições inerentes do SIN, tais como limites de transmissão, as disponibilidades de outras matrizes energéticas, restrições operativas e premissas de melhor atendimento da demanda energética.

As Figuras 1 a 4 comparam a evolução efetivamente observada dos volumes dos reservatórios integrantes do Plano de Contingência da ANA com a obtida pelos modelos de simulação do ONS.

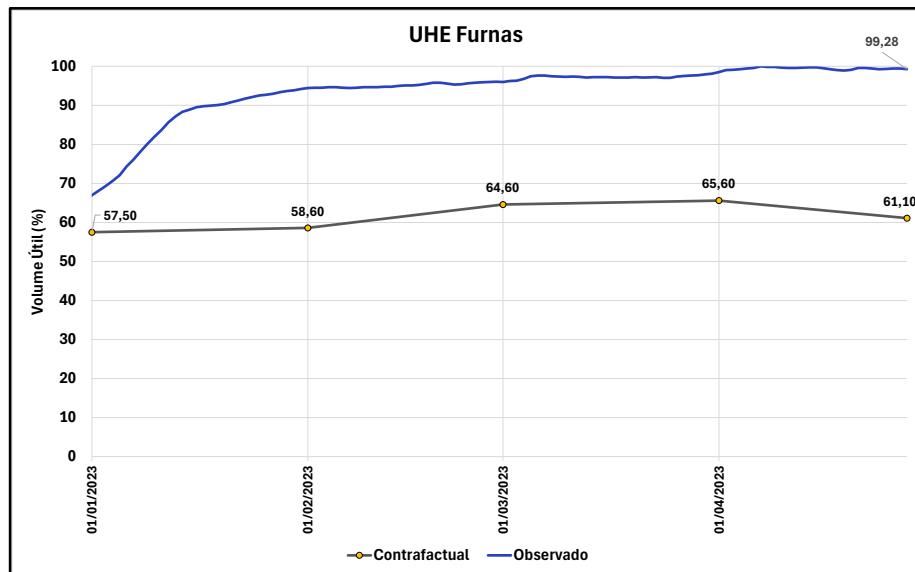


Figura 1 – Evolução do armazenamento da UHE Furnas observado X Contrafactual.

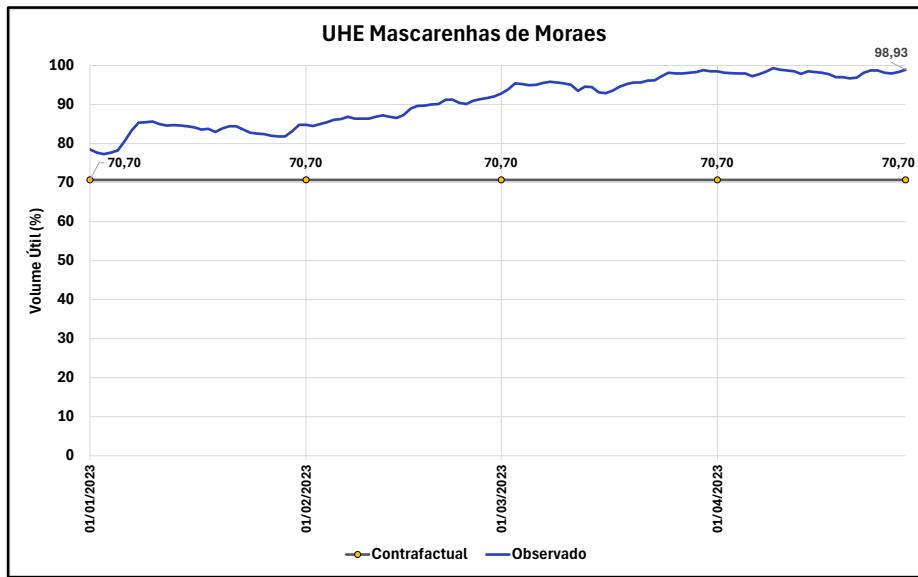


Figura 2 – Evolução do armazenamento da UHE Mascarenhas de Moraes observado X Contrafactual.

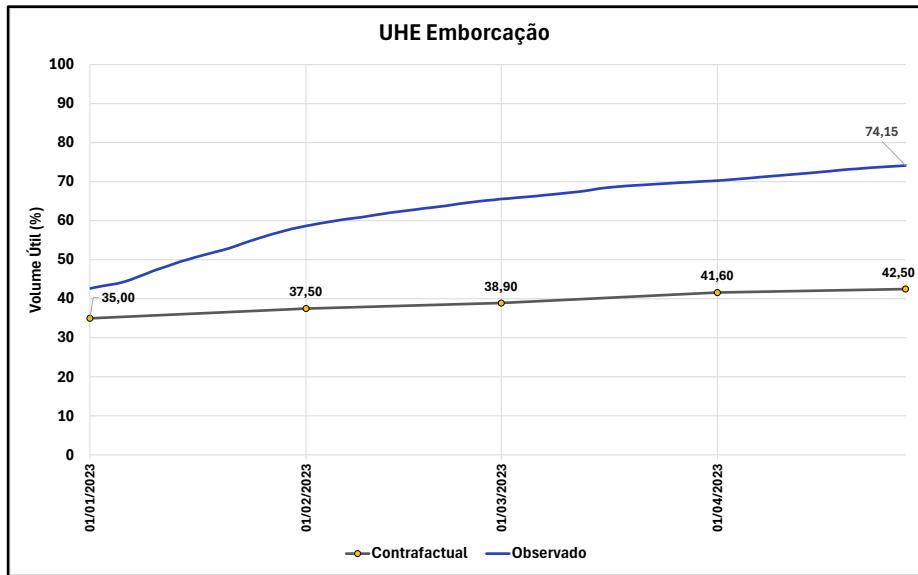


Figura 3 – Evolução do armazenamento da UHE Emborcação observado X Contrafactual.

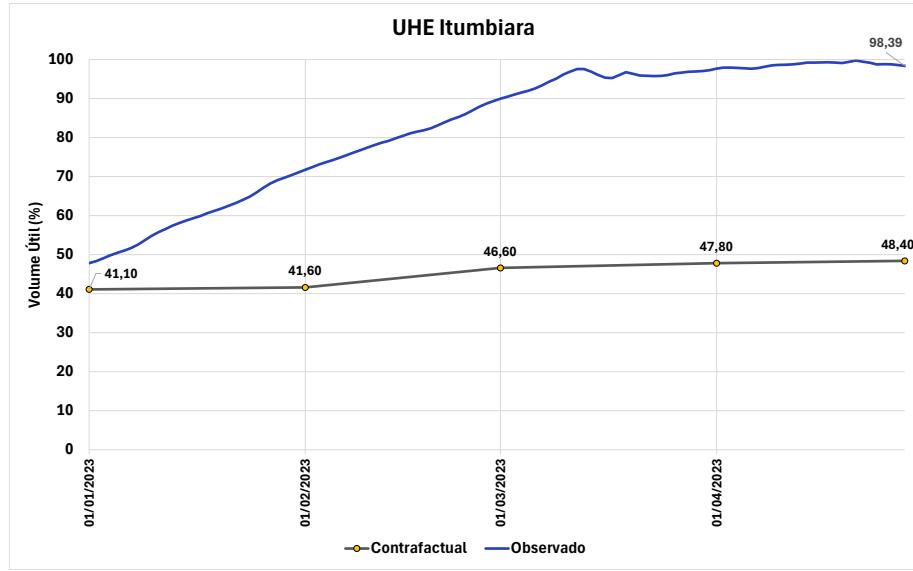


Figura 4 – Evolução do armazenamento da UHE Itumbiara observado X Contrafactual.

4.5 Análise dos resultados obtidos

Os resultados da avaliação de impacto revelaram que as Resoluções ANA Nº 140 e 141/2022 apresentaram alto nível de efetividade, permitindo a expressiva recuperação dos reservatórios considerados no Plano de Contingência.

Para uma melhor compreensão das consequências da intervenção regulatória, é fundamental analisar as implicações desses resultados no cenário contrafactual, considerando os impactos na segurança hídrica e na continuidade dos usos múltiplos da água.

4.5.1 Implicações para a segurança hídrica

A avaliação revelou que, com a aplicação dos condicionantes operativos estabelecidos pelas Resoluções da ANA, houve recuperação expressiva dos volumes úteis ao longo do período úmido, reduzindo o risco para a segurança hídrica em 2023.

Nos reservatórios dos rios Paranaíba e Grande, as Resoluções garantiram uma recomposição mais célere dos volumes úteis desses reservatórios ao final do período úmido. O Contrafactual que simulou um cenário sem a intervenção desses normativos da ANA, revelou que os volumes úteis poderiam ter sido até 50% menores ao final do período úmido, o que poderia comprometer a segurança hídrica para enfrentamento do período seco de 2023. A Tabela 6 ilustra a comparação entre os volumes úteis efetivamente observados e o cenário do Contrafactual ao final do período úmido de 2023.

Tabela 6 – Comparação entre os armazenamentos em 28 de abril de 2023 com os normativos da ANA e com o Contrafactual.

Bacia	Reservatório	V.U. (%) em 28/04/2023		
		Observado	Contrafactual	Δ
Paranaíba	UHE Emborcação	74,15	42,50	31,65
	UHE Itumbiara	98,39	48,40	49,99
Grande	UHE Furnas	99,18	61,10	38,08
	UHE Mascarenhas de Moraes	98,93	70,70	28,23

4.5.2 Implicações para os usos múltiplos da água

Os ganhos de armazenamento promovidos pelo Plano de Contingência da ANA, estabelecido por meio das Resoluções Nº 140 e 141/2022, demonstraram impactos positivos para os usos múltiplos da água ao final da estação chuvosa. Conforme indicado na Tabela 7, todos reservatórios integrantes do Plano de Contingência atingiram volumes úteis superiores a 70% ao final de abril de 2023. Isso assegurou uma maior previsibilidade operacional para o atendimento às demandas da navegação, abastecimento, irrigação e geração de energia em 2023, o que diminuiu os conflitos entre usos da água e evitou uma situação crítica.

Tabela 7 – Situação dos reservatórios de regularização incluídos no Plano de Contingência e ganho de volume útil entre 1º de janeiro e 28 de abril de 2023.

Bacia	Reservatório	V.U. (%)		
		01/01/2023	28/04/2023	Δ
Paranaíba	UHE Emborcação	42,63	74,15	31,52
	UHE Itumbiara	47,81	98,39	50,58
Grande	UHE Furnas	66,95	99,18	32,23
	UHE Mascarenhas de Moraes	78,52	98,93	20,41

O deplecionamento dos reservatórios, caso as Resoluções da ANA não estivessem sido implementadas, poderia, por exemplo, ter comprometido a situação do setor de turismo dos municípios que margeiam os reservatórios das UHEs Furnas e Mascarenhas de Moraes.

Os volumes observados ao fim de abril de 2023 nos reservatórios do Grande e Paranaíba permitiram ao setor elétrico explorar com mais intensidade o estoque de água desses empreendimentos, com um menor risco de impactar outros usos que dependem de níveis mínimos de armazenamento.

5. Conclusão e recomendações

A prática de defluências reduzidas, conforme as determinações das Resoluções ANA Nº 140 e Nº 141/2022, associada à ocorrência de afluências mais favoráveis, permitiu que a recuperação do armazenamento dos reservatórios alcançasse, em 30 de abril de 2023, os maiores volumes armazenados para essa data nos últimos 10 anos nos reservatórios das UGRHs Grande e Paranaíba integrantes do Plano de Contingência.

Dos reservatórios de regularização que integraram as Resoluções do Plano de Contingência, as UHEs Furnas e Mascarenhas de Moraes, no rio Grande, as UHEs Emborcação e Itumbiara, no rio Paranaíba, e as UHEs Jupiá e Porto Primavera, no rio Paraná, não tinham à época Resoluções da ANA estabelecendo condições de operação. Com a emissão das Resoluções ANA Nº 193 e Nº 194, ambas de 10 de maio de 2024, os Sistemas Hídricos dos rios Grande e Paranaíba passaram a dispor de condições de operação perenes. Em 2 de dezembro de 2024, passaram a vigorar as condições de operação estabelecidas por essas resoluções. Armazenamentos mais elevados no início de dezembro de 2024 nesses reservatórios, permitiram uma transição mais tranquila para essas novas condições de operação estabelecidas pelas Resoluções ANA Nº 193 e Nº 194.

Em relação às UHEs Jupiá e Porto Primavera, conforme previsto na Agenda Regulatória da ANA para o ciclo 2025-2026, aprovada pela Resolução ANA Nº 227, de 10 de dezembro de 2024, da ANA, encontra-se em processo de Consulta Pública o estudo de Análise de Impacto Regulatório das condições de operação a serem estabelecidas para esses reservatórios, com expectativa para emissão da Resolução do Sistema Hídrico do Rio Paraná ainda em 2025.

6. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA).

Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2024: informe anual. Brasília: ANA, 2024.

Nota Técnica Nº 14/2022/CORSH/SOE, Proposta de Plano de Contingência para Recomposição dos Volumes de Reservatórios das bacias dos rios Paranaíba e Grande durante o período úmido 2022-2023. Brasília: ANA, 2022.

Nota Técnica Nº 16/2022/CORSH/SOE, Complementação à Nota Técnica Nº 14/2022/CORSH/SOE que trata do Plano de Contingência para Recomposição dos Volumes de Reservatórios das bacias dos rios Paranaíba e Grande durante o período úmido 2022/2023. Brasília: ANA, 2022.

Manual de Monitoramento e Avaliação de Resultado Regulatório da ANA. Brasília: ANA, 2024.

Plano de Contingência para a Recuperação de Reservatórios do Sistema Interligado Nacional – dezembro/2021 a abril/2022. Brasília: ANA, 2021.

Plano de Contingência para a Recomposição dos Volumes de Reservatórios das bacias dos rios Paranaíba e Grande. Brasília: ANA, 2022.

Resolução Nº 140, de 16 de dezembro de 2022.

Resolução Nº 141, de 16 de dezembro de 2022.

Resolução Nº 142, de 16 de dezembro de 2022.

Resolução Nº 193, de 10 de maio de 2024.

Resolução Nº 194, de 10 de maio de 2024.

Resolução Nº 227, de 10 de dezembro de 2024.

BRASIL.

Decreto Nº 10.411, de 30 de junho de 2020.

Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS).

Avaliação das Condições de Atendimento Eletroenergético do Sistema Interligado Nacional – Estudo Prospectivo Dezembro de 2022 até Maio de 2023 (NT-ONS DGL 0012/2023). Rio de Janeiro: ONS, 2023.