

## **AVALIAÇÃO DE RESULTADO REGULATÓRIO**

### **Flexibilizações de defluências mínimas dos reservatórios do rio Pardo em 2021.**

**Superintendência de Operações e  
Eventos Críticos**

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

## IDENTIFICAÇÃO DA ARR

**Documento Próton nº:** 02500.053910/2024-65

### ATOS NORMATIVOS SUBMETIDOS A ARR:

Resolução ANA Nº 72, de 26 de abril de 2021 e Resolução ANA Nº 73, de 24 de maio de 2021.

### TEMA:

Condições de operação de reservatórios e sistemas hídricos

### UORG RESPONSÁVEL:

Superintendência de Operações e Eventos Críticos

### 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*

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

# Índice

## 1. Sumário

1.	Justificativa para a Realização da ARR.....	6
2.	Descrição da Intervenção Regulatória .....	7
	2.1 – Características e condições de operação vigentes em 2021 .....	7
	2.2 – Flexibilizações da vazão mínima defluente da UHE Caconde.....	9
	Resolução ANA Nº 72/2021 - 1º pedido em 2021 de redução da vazão mínima defluente da UHE Caconde ...	9
	Resolução ANA Nº 76/2021 - 2º pedido em 2021 de redução da vazão mínima defluente da UHE Caconde ...	9
3.	Avaliação da Intervenção Regulatória.....	11
	Avaliação de Impacto .....	11
	3.1 Seleção dos resultados a serem avaliados .....	11
	3.2. Definição e aplicação do método de avaliação de impacto .....	11
	3.3 Análise dos resultados obtidos.....	15
4.	Conclusão e recomendações.....	17
5.	Referências.....	19



# I. Sumário Executivo

## Justificativa para Realização da ARR



As Resoluções ANA Nº 72/2021 e Nº 76/2021 foram emitidas com dispensa de AIR em razão de urgência de tramitação e devem ser objeto de Relatório de Avaliação de Resultados Regulatórios - ARR no prazo de três anos, conforme disposto no art.12 do Decreto nº 10411, de 30 de junho de 2020.

## Descrição da Intervenção Regulatória:



- Resolução ANA Nº 72/2021: redução da defluência mínima da UHE Caconde de 32 m<sup>3</sup>/s para 20 m<sup>3</sup>/s, de 30/04/2021 a 31/12/2021; e
- Resolução ANA Nº 76/2021: revogou a Resolução ANA Nº 72/2021 e reduziu a defluência mínima da UHE Caconde de 32 m<sup>3</sup>/s para 10 m<sup>3</sup>/s e a da UHE Limoeiro de 19 m<sup>3</sup>/s para 13 m<sup>3</sup>/s, de 01/06/2021 a 31/12/2021.



## Avaliação da Intervenção Regulatória:

- Avaliação de impacto a partir de modelos de simulação de diferentes cenários de operação dos reservatórios do rio Pardo para verificar o alcance do resultado final almejado - de evitar o esvaziamento completo dos reservatórios e proporcionar segurança hídrica na cascata do rio Pardo.
- Comparação da evolução do armazenamento dos reservatórios com o cenário em que não há flexibilização de defluências e o cenário que mantém a redução da vazão de Caconde dada pela Resolução ANA Nº 72/2021 sem as flexibilizações adicionais indicadas na Resolução ANA Nº 76/2021.

### Discussão dos resultados e recomendações:



As Resoluções ANA Nº 72 e Nº 76 de 2021 tiveram resultados satisfatórios evitando o esgotamento dos volumes úteis de Caconde, Euclides da Cunha e Limoeiro, bem como proporcionaram um cenário para uma recuperação mais rápida do armazenamento. Sem a flexibilização das defluências, ocorreria o esgotamento dos volumes úteis dos reservatórios. Caso não houvesse a flexibilização adicional das defluências, dada pela Resolução ANA Nº 76/2021, o reservatório de Caconde chegaria muito perto de seu esgotamento (0,76% do volume útil), o que poderia garantir o armazenamento de Euclides da Cunha e Limoeiro, mas provocaria a intensificação dos impactos nos usos de recursos hídricos na área de influência de Caconde.

## 1. Justificativa para a Realização da ARR

Conforme consta nas Notas Técnicas Nº 5/2021/CORSH/SOE e Nº 7/2021/CORSH/SOE, que subsidiaram a emissão das Resoluções ANA Nº 72/2021 e Nº 76/2021, respectivamente, o problema regulatório que se pretendia solucionar era o acentuado deplecionamento do reservatório da UHE Caconde, o que poderia comprometer a segurança hídrica na área de influência dos reservatórios do rio Pardo.

A dispensa de Avaliação de Impacto Regulatório – AIR dos dois normativos regulatórios se deu em razão de urgência de tramitação, razão pela qual devem ser objeto de Relatório de Avaliação de Resultados Regulatórios – ARR no prazo de três anos conforme Decreto nº 10411, de 30 de junho de 2020.



## 2. Descrição da Intervenção Regulatória

### 2.1 – Características e condições de operação vigentes em 2021

As usinas hidrelétricas Caconde (Graminha), Euclides da Cunha e A. S. Oliveira (Limoeiro) estão instaladas no rio Pardo, afluente do rio Grande, e integram o Subsistema SE/CO (Sudeste e Centro-Oeste) do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Localizada mais próxima da cabeceira do rio Pardo, no município de Caconde, Estado de São Paulo, a UHE Caconde é o único aproveitamento desse rio que apresenta capacidade de regularização de vazões. Mais a jusante, as UHEs Euclides da Cunha e Limoeiro foram projetadas para trabalhar no regime a fio d'água, em que as vazões afluentes ao barramento são equivalentes às vazões defluentes, não possuindo, portanto, capacidade de regularização do rio.

A potência instalada em Caconde é de 80 MW, seu volume útil é de 504,09 hm<sup>3</sup>, a área da bacia é de 2.588 km<sup>2</sup>; sua vazão natural média de longo termo é de 53 m<sup>3</sup>/s (1931 a 2017) e a vazão regularizável é de 30 m<sup>3</sup>/s. A Figura 1 apresenta o diagrama esquemático das UHEs do rio Pardo.

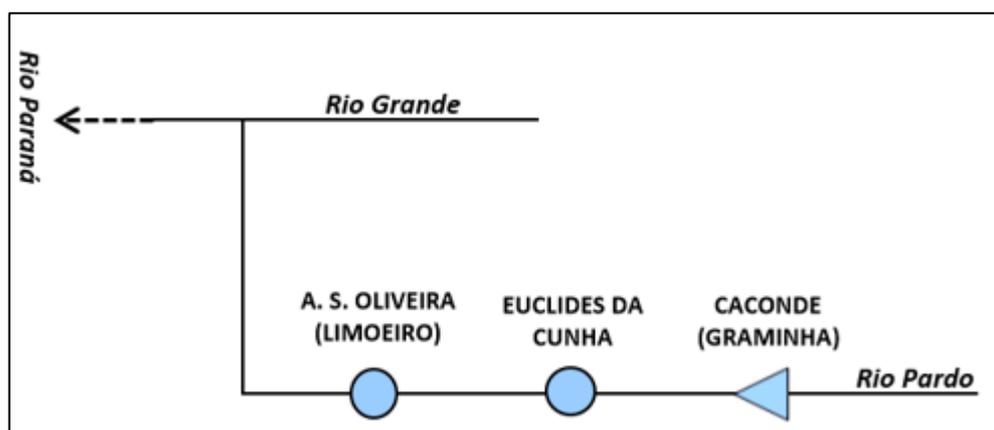


Figura 1. Diagrama esquemático das usinas hidrelétricas do rio Pardo.

O Contrato de Concessão N° 92/1999, celebrado entre a ANEEL e a AES Tietê, no qual estão inseridas as UHEs Caconde, Euclides da Cunha e Limoeiro, traz em sua cláusula sexta os encargos da concessionária e condições de exploração dos aproveitamentos hidrelétricos, das quais destacam-se os seguintes condicionantes operativos:

- a. Respeitar, no que se refere à UHE Caconde, a vazão mínima de 32 (trinta e dois) m<sup>3</sup>/s com vistas à geração de eletricidade na PCH da Usina Itaiquara; e
- b. Respeitar, no que se refere à UHE Limoeiro, a vazão mínima de 19 (dezenove) m<sup>3</sup>/s, necessária à geração de eletricidade na PCH da Fazenda Amália.

Essas mesmas condições de operação estão catalogadas no Sistema de Gestão da Atualização de Restrições Hidráulicas do ONS por meio de Formulários de Solicitação de Atualização de Restrição Hidráulica – FSAR-H<sup>1</sup>. Em 2021 constava o cadastramento de Informação Operativa Relevante -IOR abaixo transcrita:

A partir de 01 de novembro de cada ano, a defluência média diária do reservatório de Caconde deverá ser fixada em 32 m<sup>3</sup>/s, com uma variação máxima para cima de até 5%, visando o seu replecionamento de modo mais rápido, no período chuvoso de novembro a março. (FSAR-H 375-2018)

Tal manobra foi acordada entre os atores envolvidos no processo de operação da UHE Caconde em 2004 e incorporada ao inventário de restrições operativas do ONS na edição de 2006, visando um reenchimento mais otimizado do reservatório de Caconde no período úmido do ano. Apesar de não estar descrito na IOR, o acordo objetiva o preenchimento do reservatório até o nível 843,00 m (41,08% do volume útil), volume este que quando alcançado permitiria ao agente o aumento da defluência. Na ocasião, a ANA chamou atenção para o fato de a vazão mínima defluente fixada para Caconde ser superior à vazão regularizada pelo reservatório, de 30 m<sup>3</sup>/s.

A Licença de Operação emitida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA para a UHE Caconde, N° 246/2003, não estabeleceu condições operativas para o reservatório do empreendimento.

---

<sup>1</sup> FSAR-H 67-2018 e FSAR-H 72-2018.



## *2.2 – Flexibilizações da vazão mínima defluente da UHE Caconde*

### *Resolução ANA Nº 72/2021 - 1º pedido em 2021 de redução da vazão mínima defluente da UHE Caconde*

Em 24 de março de 2021, a AES Brasil Energia S.A, concessionária responsável pela operação dos três empreendimentos hidrelétricos da cascata do rio Pardo, solicitou autorização para redução da defluência mínima da UHE Caconde para 20 m<sup>3</sup>/s de 1º de abril de 2021 a 31 de dezembro de 2021.

De acordo com a AES Energia S.A., o pedido visava possibilitar a recuperação do armazenamento do reservatório, que, diante de condições hidrometeorológicas desfavoráveis, apresentava prognósticos de esgotamento do armazenamento ou atingimento do volume morto do reservatório a depender do comportamento das afluições, caso se mantivesse a operação com a defluência mínima de 32 m<sup>3</sup>/s.

De fato, o ano hidrológico 2020-2021 vinha apresentando vazões naturais consideravelmente mais baixas que à média de longo termo – MLT. O mês de março de 2021 terminou com uma vazão natural média afluente à UHE Caconde de 36% da MLT do mês com tendência de trajetória de recessão nos meses seguintes.

Em função disso, foi emitida a Resolução ANA Nº 72, de 26 de abril de 2021, que autorizou a flexibilização da vazão defluente mínima da UHE Caconde de 32 m<sup>3</sup>/s para 20 m<sup>3</sup>/s para o período de 30 de abril de 2021 a 31 de dezembro de 2021.

### *Resolução ANA Nº 76/2021 - 2º pedido em 2021 de redução da vazão mínima defluente da UHE Caconde*

Em 26 de abril de 2021, o ONS solicitou à ANA flexibilização adicional da defluência mínima da UHE Caconde para 13 m<sup>3</sup>/s e da UHE Limoeiro para 10 m<sup>3</sup>/s a partir de 1º de junho de 2021. De acordo com o Operador, a flexibilização de defluência mínima para a UHE Caconde para 20 m<sup>3</sup>/s, autorizada à época pela Resolução ANA Nº 72/2021, seria insuficiente para impedir o esgotamento do volume útil de Caconde.

O mês de abril de 2021 apresentou a menor vazão natural média mensal afluente à UHE Caconde de todo o histórico. O armazenamento registrado em 3 de maio de 2021 foi o segundo menor para essa data desde 1993.

Considerando a piora nas condições hidrometeorológicas e o prognóstico de esvaziamento completo do reservatório de Caconde, foi publicada no Diário Oficial da União – DOU de 31 de maio de 2021 a Resolução ANA Nº 76 que autorizou, de 1º de junho até 31 de dezembro de 2021, a operação das UHEs Caconde e Limoeiro com defluências mínimas de até 10 m<sup>3</sup>/s e 13 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

## 3. Avaliação da Intervenção Regulatória

### *Avaliação de Impacto*

Para verificação dos efeitos decorrentes da edição das Resoluções ANA Nº 72 e Nº 76 de 2021, foram utilizados modelos de simulação de diferentes cenários de operação dos reservatórios do rio Pardo como método de avaliação de impacto para verificar o **resultado final almejado** de evitar o esvaziamento completo do reservatório de Caconde e proporcionar segurança hídrica na cascata do rio Pardo.

#### *3.1 Seleção dos resultados a serem avaliados*

Comparar a evolução de armazenamento efetivamente **observada** com a implementação dos dois normativos com o comportamento que os reservatórios de Caconde, Euclides da Cunha e Limoeiro teriam caso a restrição de defluência de Caconde não tivesse sido flexibilizada pela Resolução ANA Nº 72/2021, chamado aqui de **Contrafactual 1**, e caso não houvesse a segunda flexibilização adicional de Caconde e de Limoeiro, **Contrafactual 2**, trazida pela Resolução ANA Nº 76/2021.

#### *3.2. Definição e aplicação do método de avaliação de impacto*

##### **Contrafactual 1 - sem flexibilização das defluências**

Tendo como ponto de partida os armazenamentos observados em 29 de abril de 2021, o **Contrafactual 1** é referente a simulação que considera a repetição das afluências a Caconde e incrementais a Euclides da Cunha e Limoeiro, observadas entre 30 de abril de 2021 a 31 de dezembro de 2021, bem como o atendimento das defluências mínimas de 32 m<sup>3</sup>/s e 19 m<sup>3</sup>/s de Caconde e Limoeiro, respectivamente, ou seja, sem a flexibilização das defluências mínimas constantes do Contrato de Concessão. Em caso de esgotamento do volume útil, as simulações consideram como defluência o mesmo valor verificado para afluência.

As Figuras 2, 3 e 4 permitem a comparação da evolução efetivamente observada dos volumes dos reservatórios do rio Pardo com a obtida pelas simulações com defluências mínimas de 32 m<sup>3</sup>/s em Caconde e 19 m<sup>3</sup>/s em Limoeiro.



Figura 2 – Evolução do armazenamento de Caconde observada X Contrafactual 1

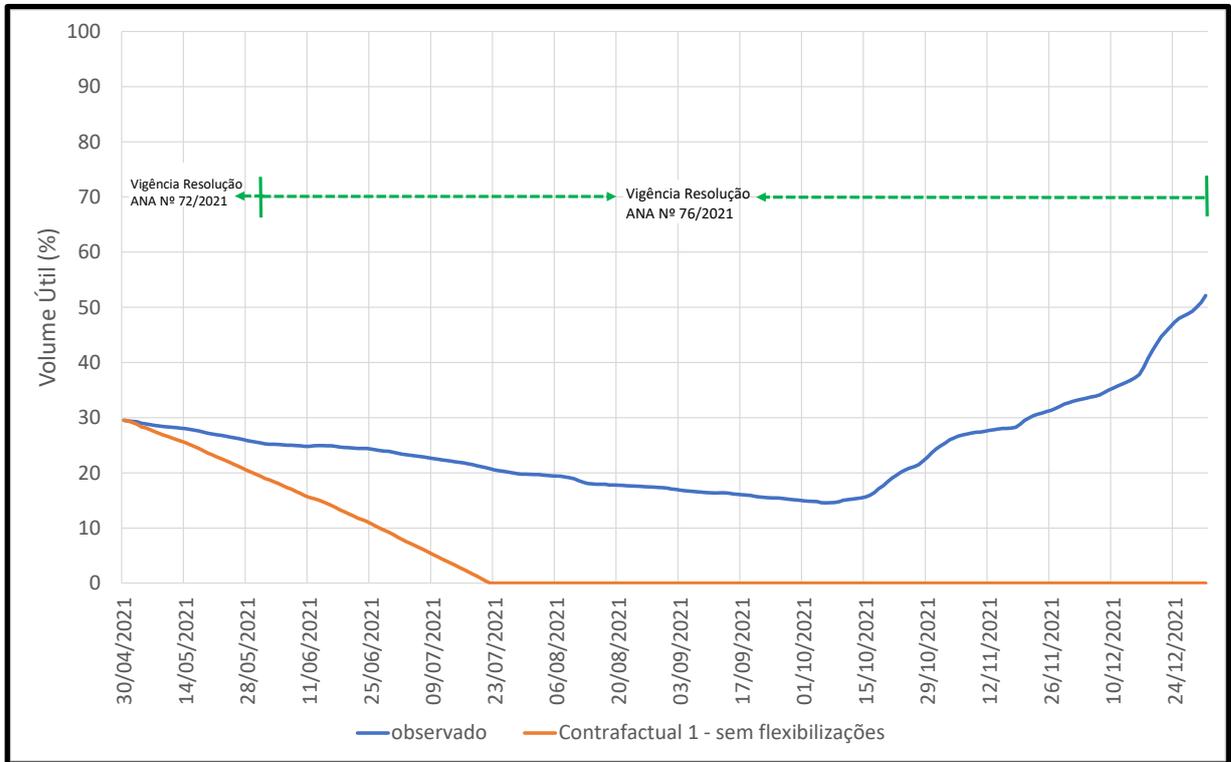


Figura 3 – Evolução do armazenamento de Euclides da Cunha observada X Contrafactual 1

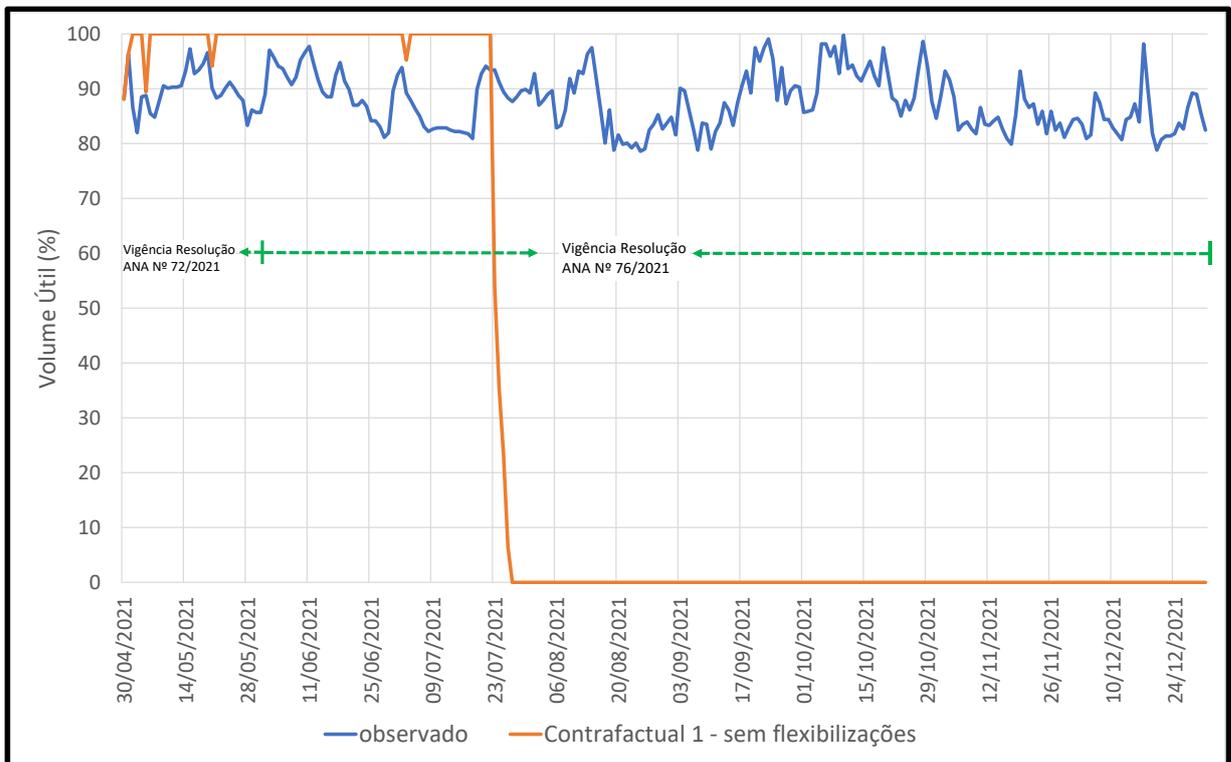
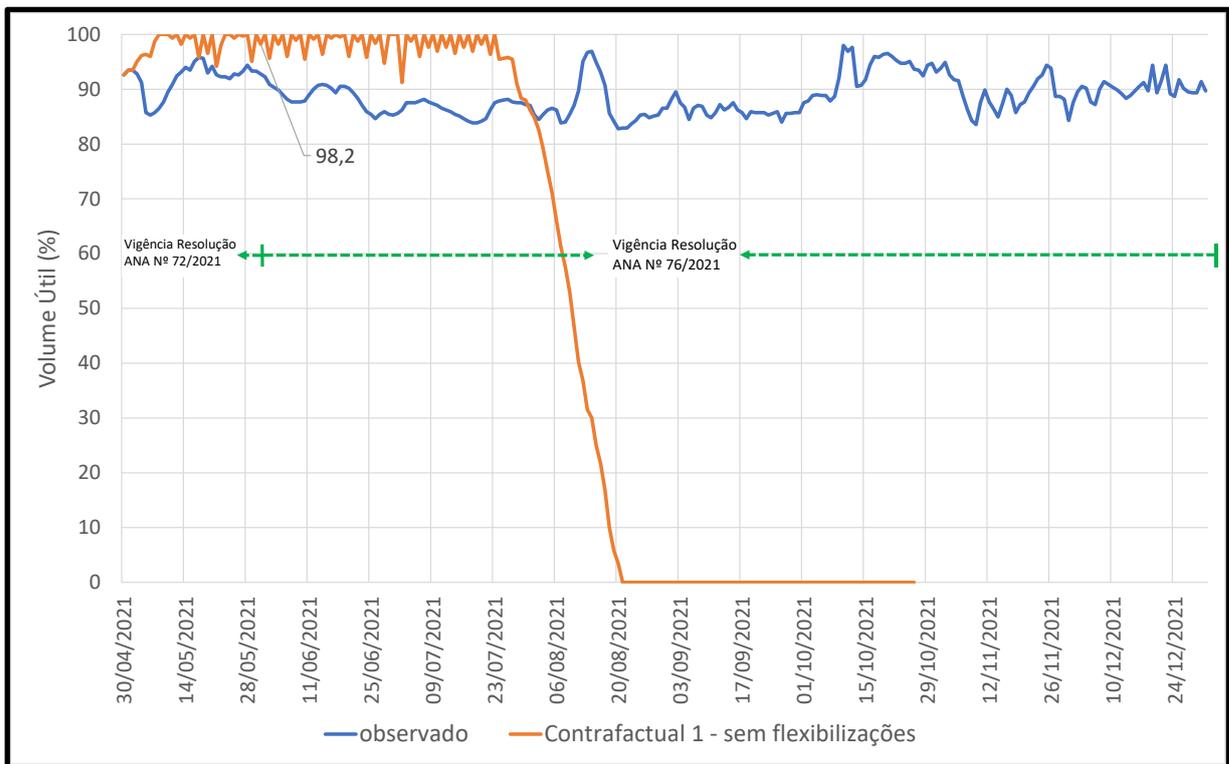


Figura 4 – Evolução do armazenamento de Limoeiro observada X Contrafactual 1



#### Contrafactual 2 - sem flexibilização adicional das defluências a partir de 1º de junho de 2021

O **Contrafactual 2** simulado verifica qual seria o comportamento dos reservatórios caso não tivesse sido emitida a Resolução ANA Nº 76/2021 que introduziu, a partir de 1º de junho de 2021, nova flexibilização das defluências permitindo a redução das defluências mínimas de Caconde para 10 m<sup>3</sup>/s e as de Limoeiro para 13 m<sup>3</sup>/s. Neste cenário, as defluências mínimas de Caconde seriam limitadas a um mínimo de 20 m<sup>3</sup>/s, permitida pela Resolução ANA Nº 72/2021, e mantida a restrição de defluência mínima de 19 m<sup>3</sup>/s em Limoeiro, constante do Contrato de Concessão. As simulações tiveram como ponto de partida os armazenamentos observados em 31 de maio de 2021, fim da vigência da Resolução ANA Nº 72/2021, e a repetição das afluências a Caconde e incrementais a Euclides da Cunha e Limoeiro observadas entre 1º de junho de 2021 e 31 de dezembro de 2021. Assim como na simulação do Contrafactual 1, em caso de esgotamento do volume útil as simulações do Contrafactual 2 consideram como defluência o mesmo valor verificado para a afluência.

As Figuras 5, 6 e 7 comparam a evolução efetivamente observada dos volumes dos reservatórios do rio Pardo com a obtida pelas simulações com defluências mínimas de 20 m<sup>3</sup>/s em Caconde e 19 m<sup>3</sup>/s em Limoeiro.

Figura 5 – Evolução do armazenamento de Caconde observada X Contrafactual 2

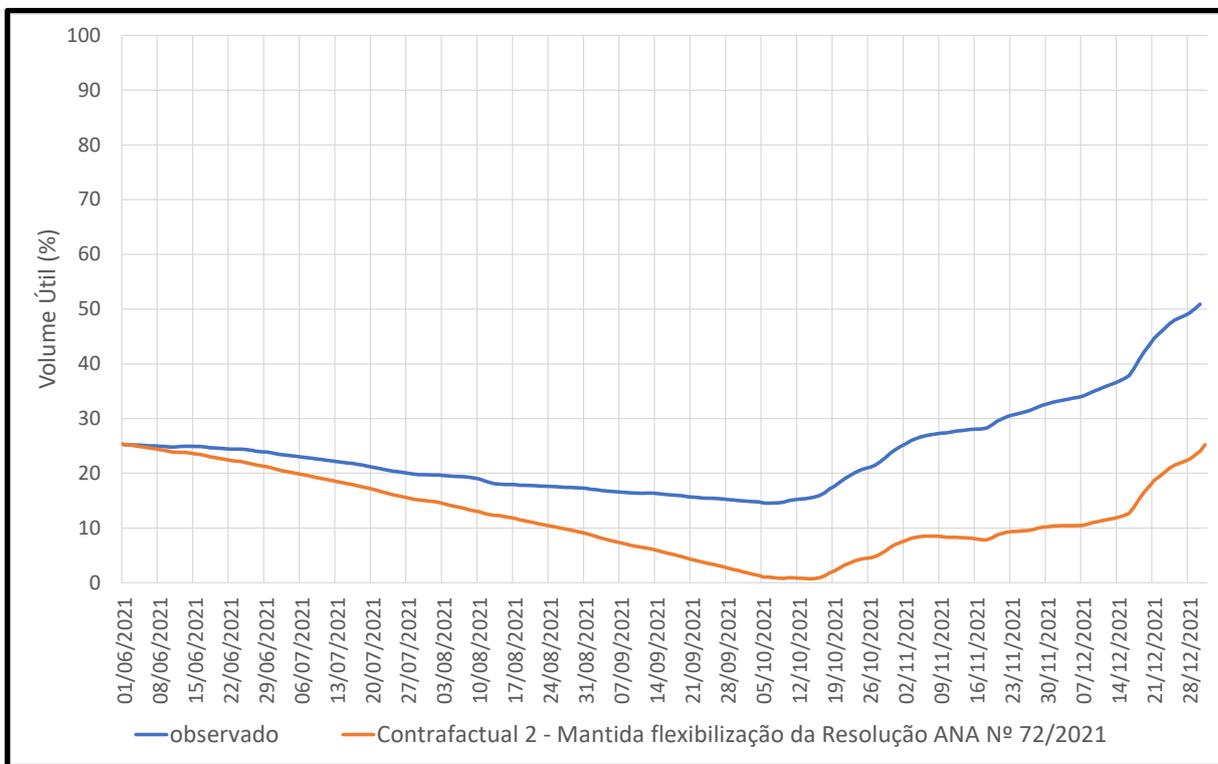


Figura 6 – Evolução do armazenamento de Euclides da Cunha observada X Contrafactual 2

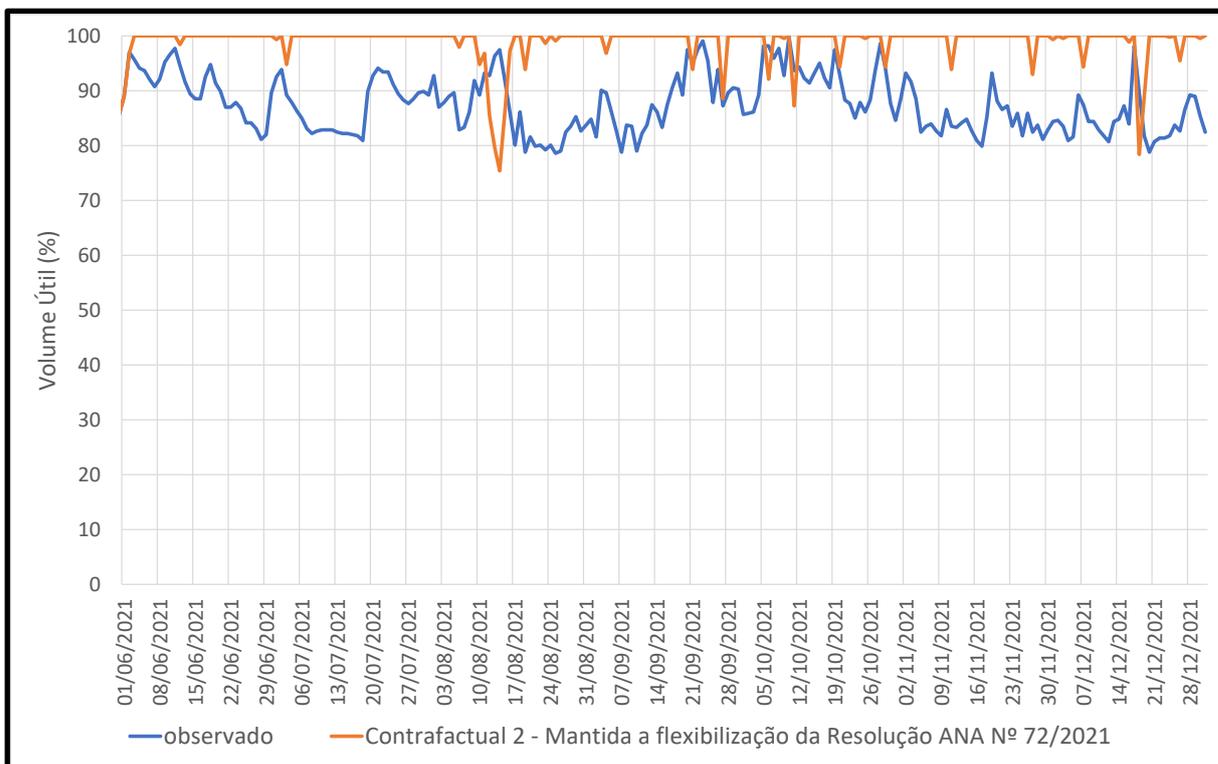
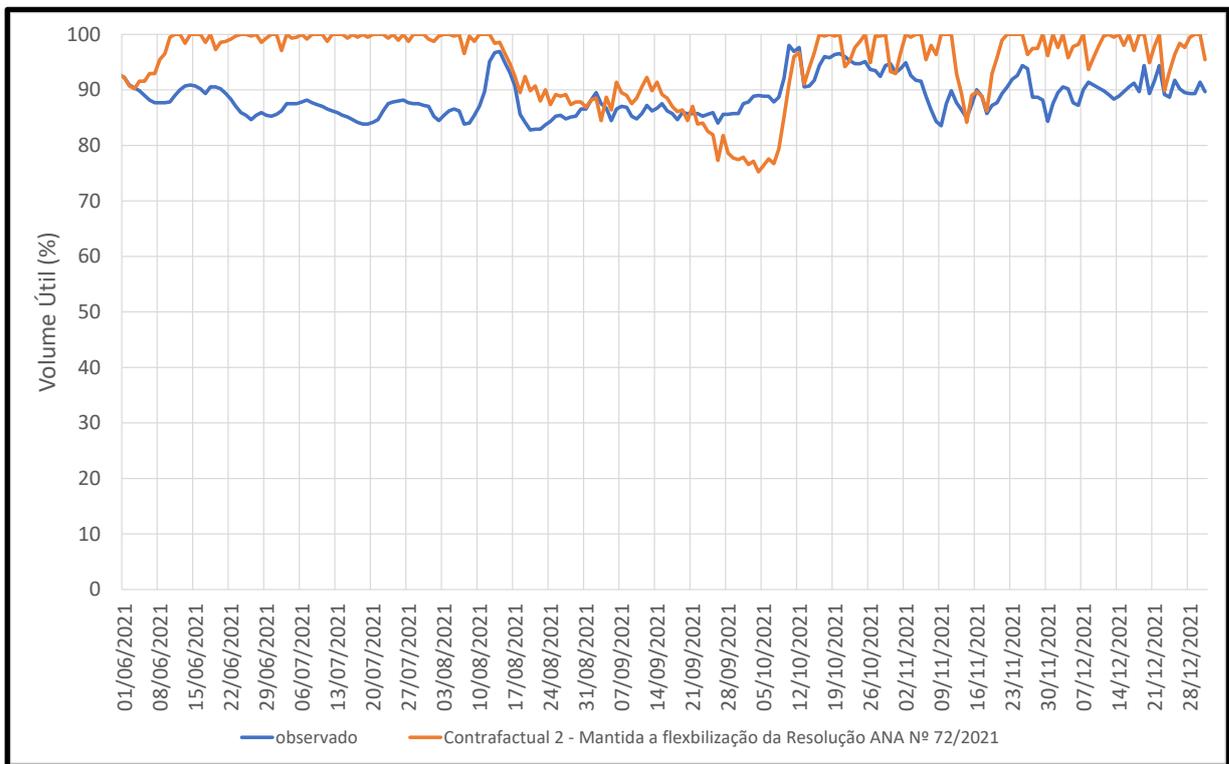


Figura 7 – Evolução do armazenamento de Limoeiro observada X Contrafactual 2



### 3.3 Análise dos resultados obtidos

#### Contrafactual 1 - sem flexibilização das defluências

Conforme ilustram as Figuras de 2 a 4, caso não houvesse a flexibilização das defluências mínimas de Caconde e Limoeiro, permitidas pelas Resoluções ANA Nº 72/2021 e Nº 76/2021, todos os reservatórios da calha do rio Pardo esgotariam seus volumes úteis. Caconde esgotaria seu volume útil em 22 de julho de 2021, enquanto os reservatórios de Euclides da Cunha e Limoeiro alcançariam 0% de seus volumes úteis em 27 de julho de 2021 e 20 de agosto de 2021, nesta ordem.

Observa-se que, uma vez esgotado o volume útil de Caconde, único reservatório de regularização da cascata do rio Pardo, o esvaziamento de Euclides da Cunha e Limoeiro ocorreria de forma vertiginosa uma vez que esses reservatórios, por serem do tipo a fio d'água, têm volumes úteis muito pequenos (Euclides da Cunha de 4,69 hm<sup>3</sup> e Limoeiro de 16,36 hm<sup>3</sup>).

O esgotamento do volume útil dos reservatórios do rio Pardo provocaria impactos aos usuários de recursos hídricos que captam diretamente nos reservatórios provavelmente teriam que adaptar suas captações em função do recuo do espelho d'água, ocasionaria a interrupção na geração de energia elétrica na cascata do rio Pardo assim como seria afetaria o turismo nos municípios que banham esses reservatórios. Importante destacar que a operação prevista na Resolução ANA nº 72/2021 ainda permitiu a preservação de 6% do volume armazenado no reservatório de Caconde ao final de maio de 2021.

### **Contrafactual 2 - sem flexibilização adicional das defluências a partir de 1º de junho de 2021**

A Figura 5 mostra que sem a flexibilização adicional da defluência mínima de Caconde, permitida pela Resolução Nº 76/2021, o reservatório ficaria muito próximo do esgotamento, atingindo, em 14 de outubro de 2021, 0,74% de seu volume útil. Como Caconde não atingiria 0% de seu volume útil, seria possível manter defluências mínimas de 19 m<sup>3</sup>/s em Limoeiro o que, conforme ilustram as Figuras 6 e 7, evitaria o esvaziamento dos reservatórios de Euclides de Cunha e Limoeiro.

As Tabela 1 e 2 apresentam a comparação entre o menor volume observado e o simulado para o Contrafactual 2 de Caconde bem como a comparação entre o volume observado no fim de 2021 com o que seria observado caso não houvesse a segunda flexibilização de defluências dada pela Resolução ANA Nº 76/2021.

Tabela 1 – Menor volume observado no reservatório de Caconde no período de vigência da Resolução Nº 76/2021 x menor volume Contrafactual 2

Menores volumes	Volume Útil	Data
Observado	14,54%	06/10/2021
Contrafactual 2	0,74%	14/10/2021

Tabela 2 –Volume observado no reservatório de Caconde ao fim do ano x volume Contrafactual 2 ao final do ano

Menores volumes	Volume Útil	Data
Observado	52,12%	31/12/2021
Contrafactual 2	25,22%	31/12/2021

## 4. Conclusão e recomendações

Os resultados da avaliação de impacto do deplecionamento dos reservatórios do rio Pardo sob diferentes condições de operação mostram que os dispositivos estabelecidos pelas Resoluções ANA Nº 72 e Nº 76 de 2021 tiveram resultados satisfatórios, evitando o esgotamento dos volumes úteis de Caconde, Euclides da Cunha e Limoeiro, bem como proporcionaram um cenário mais favorável para uma rápida recuperação do armazenamento. Apesar da simulação do Cenário 2 indicar que o reservatório de Caconde não teria sido esgotado por completo, caso a Resolução ANA Nº 76/2021 não tivesse sido implementada, e, por conseguinte, que os reservatórios de Euclides da Cunha e Limoeiro não seriam afetados, é importante ressaltar que haveria uma intensificação dos impactos de usos não consuntivos na área de influência do reservatório de Caconde, com destaque para o setor de turismo que se beneficia do espelho d'água do reservatório, em razão do baixíssimo volume que seria atingido, bem como proporcionaria recuperação insuficiente para recuperação do reservatório ao fim do ano.

Entre 2014 e 2021, foram solicitadas e concedidas oito flexibilizações nos valores das vazões mínimas defluentes de Caconde em função do baixo armazenamento no reservatório, o que mostra que o cumprimento da vazão mínima defluente estabelecida no Contrato de Concessão não tem se mostrado compatível com as condições hidrometeorológicas da bacia do rio Pardo, nos últimos anos.

Em 2018, as Notas Técnicas nº 13/2018/CORSH/SOE e 15/2018/CORSH/SOE (Documentos 29240/2018-30 e 29244/2018-10) abordaram as condições operativas das UHEs Caconde e Limoeiro para a emissão de outorga, e concluíram não haver, por parte da ANA, óbices para alteração dos novos patamares de vazões mínimas defluentes pleiteados pelo agente concessionário.

A ANEEL, por meio do Ofício nº 694/2018-SCG/ANEEL (Documento 00000.064047/2018-39), solicitou que, caso as outorgas de direito de recursos hídricos para as UHEs Caconde e Limoeiro viessem a estabelecer condições distintas das previstas no Contrato de Concessão nº 92/1999-ANEEL-Tietê, fosse informada tão logo a decisão seja publicada para que sejam feitos os eventuais ajustes no referido Contrato de Concessão.

Com a revogação da Resolução ANA Nº 1.047/2016 pela Resolução ANA Nº 96/2018, as UHEs Caconde e Limoeiro se tornaram isentas da necessidade de solicitar outorga para a ANA nos termos do §2º do Art. 2º da Resolução Conjunta ANA/ANEEL Nº 1.305/2015. Em função disso, a concessionária



responsável por essas usinas solicitou arquivamento do pedido de outorga, sem que as novas condições de operação já avaliadas pela SOE tivessem sido implementadas.

Diante dos bons resultados da redução das defluências mínimas das UHEs Caconde e Limoeiro em 2021, que apontam a efetividade da redução das defluências mínimas de Caconde e Limoeiro, bem como das reiteradas solicitações de flexibilização das vazões remanescentes constantes no Contrato de Concessão dos empreendimentos, sugere-se o estabelecimento de condições de operação para o Sistema Hídrico do rio Pardo, por meio de Análise de Impacto Regulatório.



## 5. Referências

Contrato de Concessão ANEEL N° 92/1999

Resolução Conjunta ANA/ANEEL N° 1.305/2015

Resolução ANA N° 1.047/2016

Nota Técnica N° 13/2018/CORSH/SOE

Nota Técnica N° 15/2018/CORSH/SOE

Resolução ANA N° 96/2018

Decreto n° 10411/2020

Nota Técnica N° 5/2021/CORSH/SOE

Resolução ANA N° 72/2021

Nota Técnica N° 7/2021/CORSH/SOE

Resolução ANA N° 76/2021

Resolução ANA n° 158/2023

