

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE UnB PLANALTINA**

**ANTONIO AUGUSTO BORGES DE LIMA**

**CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO RIO SÃO FRANCISCO.  
ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA RESOLUÇÃO ANA Nº 2.081/2017**

Brasília  
2022

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO**  
**EM RECURSOS HÍDRICOS - ProfÁgua**

**ANTONIO AUGUSTO BORGES DE LIMA**

**CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO RIO SÃO FRANCISCO.  
ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA RESOLUÇÃO ANA Nº 2081/2017**

Dissertação apresentada à Faculdade UnB de Planaltina – UnB ao programa em rede nacional de Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (PROFÁGUA), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.  
Linha de pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

Wilde Cardoso Gontijo Júnior  
**Orientador**

Esta folha destina-se à inserção da **FICHA CATALOGRÁFICA** que o autor receberá após as correções do trabalho pela biblioteca.

**ANTONIO AUGUSTO BORGES DE LIMA**

**CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO RIO SÃO FRANCISCO.  
ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA RESOLUÇÃO ANA Nº 2.081/2017**

Banca Examinadora

Brasília-DF, 25 de março de 2022.

---

Professor Doutor Wilde Cardoso Gontijo Júnior  
Orientador  
Prof<sup>á</sup>gua - Universidade de Brasília

---

Professora Doutora Yvonilde Dantas Pinto Medeiros  
Membra externa  
Universidade da Bahia

---

Professor Doutor João Paulo Cunha de Menezes  
Membro interno  
Prof<sup>á</sup>gua - Universidade de Brasília

---

Professora Doutora Lucijane Monteiro de Abreu  
Membra interna suplente  
Prof<sup>á</sup>gua - Universidade de Brasília

## DEDICATÓRIA

Para os meus maiores amores: Marina, minha esposa, Laura, minha filha, e Augusto, meu filho.

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, cuja presença e infinitas bênçãos eu não canso de agradecer.

Aos meus pais, Dona Sandra e Dr Benicio, pelo amor incondicional e exemplo de vida a ser seguido e a quem espero estar dando um pouco de orgulho com essa obra.

Ao Dr Joaquim, pelo estímulo dado para que eu ingressasse no ProfÁgua.

À Ana Paula Fioreze, pelo suporte técnico e paciência a mim dispensada durante essa jornada.

Aos colegas da Superintendência de Operações e Eventos Críticos – SOE da ANA, especialmente os amigos Edmilson Silva Pinto, Diego Liz Pena, Théo Albuquerque de Paula e Geraldo Lucatelli.

À turma do ProfÁgua 2019/2 – Polo/UnB, cuja união, sinergia e comprometimento com a gestão dos recursos hídricos eram facilmente percebidos.

Na pessoa da Professora Dra Lucijane Monteiro de Abreu, agradeço a toda a equipe de Docentes do ProfÁgua – Polo/UnB.

Ao Professor Dr Wilde Cardoso Gontijo Junior, a quem além de colega de trabalho e amigo, colaborou imensamente com a orientação do presente trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”.

Isaac Newton

## RESUMO

Entre 2013 e 2019 a bacia do rio São Francisco apresentou índices de precipitações e de vazões abaixo da média que acarretaram perda significativa dos armazenamentos dos reservatórios existentes na bacia. Em função do papel fundamental desempenhado por esses reservatórios para a manutenção da segurança hídrica e continuidade no atendimento aos usos múltiplos, foi necessária a flexibilização das restrições de liberação mínima de vazão dos reservatórios para valores nunca praticados, evitando o esgotamento de seus estoques de água. Diante das piores condições hidrometeorológicas de todo o histórico na bacia e de forma a aumentar a resiliência a eventos de escassez hídrica de magnitude semelhante, foi emitida, em dezembro de 2017, a Resolução da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico Nº 2.081, que estabeleceu novas condições de operação para o Sistema Hídrico Rio São Francisco, formado pelos reservatórios das usinas hidrelétricas de Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III e IV e Xingó. O presente estudo apresenta metodologia que permite a avaliação de regras de operação de reservatórios, tendo como estudo de caso a Resolução ANA Nº 2.081/2017. A metodologia inclui o exame do processo de implementação dessa Resolução a partir da percepção dos atores envolvidos com a temática. Examina também o desempenho das condições de operação estabelecidas pela Resolução mencionada a partir da avaliação dos impactos que podem ser causados a usuários instalados no lago de Sobradinho em razão da variação da área do espelho d'água, comparando-o com os resultados oriundos da aplicação de diferentes políticas de operação dos reservatórios. A metodologia mostrou-se adequada no caso estudado e passível de replicação, podendo colaborar para a melhoria do estabelecimento e avaliação de regulações semelhantes emitidas pelos órgãos gestores dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Rio São Francisco. Avaliação regulatória. Escassez hídrica. Condições de operação de reservatórios.



## ABSTRACT

Rainfall and river flow below average registered in the São Francisco watershed between 2013 and 2019 led to significant reduction of the storages in its reservoirs. Due to their fundamental role in maintaining water security and meeting the multiple uses of water, it was necessary to reduce the minimum authorized outflows of these reservoirs to values never practiced before, in order to avoid the complete depletion of their active storages. In view of the worst hydrometeorological conditions in the recorded history of the basin and in order to increase adaptation to water scarcity events of similar magnitude, in December 2017 the Brazilian National Water and Sanitation Agency - ANA issued the Resolution nº 2.081, establishing new operating conditions for the São Francisco Water System, composed by the reservoirs of Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV and Xingó. Using the ANA Resolution Nº 2.081/2017 as a case study, this work presents a methodology that allows the evaluation of rules that establish how reservoirs can operate. The methodology includes an examination of the resolution implementation process from the perception of the actors involved with the theme. The study also examines the performance of the operating conditions established by the Resolution from the assessment of the impacts that may be caused to users located in the Sobradinho lake due to the variation of the levels of the reservoir, and compares such impacts with those obtained from different operation policies of how to operate these reservoirs. The methodology proved to be adequate in the case studied and capable of replication, and could collaborate to improve the establishment and evaluation of similar regulations issued by water managers.

**Keywords:** São Francisco river. Regulatory assessment. Water scarcity. Reservoir operation conditions.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 Problema de pesquisa</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos</b> .....	<b>13</b>
1.2.1 Objetivo geral .....	13
1.2.2 Objetivos específicos .....	13
<b>1.3 Justificativa</b> .....	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1. Bacia hidrográfica do rio São Francisco</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2. Os usos múltiplos da água</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3. Reservatórios no rio São Francisco e sua regulação</b> .....	<b>20</b>
<b>2.4. Conflitos de usos de recursos hídricos e sua governança</b> .....	<b>27</b>
<b>2.5. Eventos críticos no rio São Francisco</b> .....	<b>29</b>
<b>2.6. Experiência da gestão da crise hídrica no rio São Francisco</b> .....	<b>32</b>
<b>3 RESOLUÇÃO ANA Nº 2.081, DE 4 DE DEZEMBRO DE 2017</b> .....	<b>40</b>
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>45</b>
<b>4.1 Avaliação de Políticas Públicas</b> .....	<b>46</b>
<b>4.2 Avaliação do processo de implantação das novas condições de operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco</b> .....	<b>49</b>
<b>4.3 Avaliação de impacto do normativo</b> .....	<b>54</b>
4.3.1 Seleção de usuários no lago de Sobradinho .....	55
4.3.2 Modelo Digital de Terreno - MDT do lago de Sobradinho .....	57
4.3.3 Simulação de diferentes cenários de operação.....	58
4.3.4 Avaliação da efetividade do normativo e comparação dos cenários e impactos causados .....	67
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>68</b>
<b>5.1 Resultados da avaliação de processo</b> .....	<b>69</b>
5.1.1 Respostas do questionário do ponto de vista global .....	71
5.1.2 Respostas do questionário sob o ângulo das categorias de respondentes .....	75
<b>5.2 Resultados da avaliação da efetividade do normativo e de impacto</b> .....	<b>82</b>

5.2.1 Cenário 1 - Operação de Sobradinho com atendimento à defluência mínima diária de 1.300 m <sup>3</sup> /s .....	84
5.2.2 Cenário 2 - Operação de Sobradinho atendendo às defluências mínimas mensais da política de operação de balanço hídrico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. ....	86
5.2.3 Cenário 3 - Operação de Sobradinho atendendo às condições de operação estabelecidas na Resolução N <sup>o</sup> 2.081/2017. ....	89
5.2.4 Operação de Sobradinho efetivamente realizada entre setembro de 1997 e dezembro de 2020. ....	92
5.2.5 Compilação dos resultados. ....	94
<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>99</b>
<b>APÊNDICE A – Questionário aplicado.....</b>	<b>115</b>
<b>APÊNDICE B – Script “R” .....</b>	<b>119</b>
<b>APÊNDICE C – Matrizes de correlação de Pearson .....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXO A – Outorgas emitidas até 24/03/2021 para captações na calha do Rio São Francisco.....</b>	<b>126</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, instituída pela Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, traz entre seus fundamentos o favorecimento do uso múltiplo das águas, a gestão descentralizada e participativa e a priorização do consumo humano em situações de escassez. A PNRH lista como objetivos o de assegurar a disponibilidade de água em condições adequadas às atuais e futuras gerações, a utilização racional e integrada dos recursos hídricos e a prevenção e defesa de eventos hidrológicos críticos (BRASIL, 1997).

O Brasil tem o maior potencial hidrelétrico do mundo sendo sua exploração associada à construção de usinas hidrelétricas com reservatórios com grande capacidade de regularização das vazões dos rios, acumulando grandes estoques no período úmido de forma a permitir o atendimento à demanda de energia durante todo o ano (BUENO et al., 2019). Em 2020, 65,2%, da geração elétrica no Brasil teve origem hídrica (EPE, 2021).

Por suas dimensões continentais e variabilidade climática e hidrológica, a construção de grandes reservatórios em todas as regiões do País, com períodos chuvosos e secos não coincidentes, associada à interconexão do setor elétrico permite a maximização da geração de energia elétrica (CORRÊA; PORTO, 2020).

Apesar de muitos desses reservatórios terem sido construídos com o propósito principal para geração de energia elétrica, a grande capacidade de armazenamento proporcionada por esses empreendimentos criou condições para a incorporação de diversos outros usos e usuários de recursos hídricos. Atividades como a irrigação, navegação, aquicultura, saneamento, turismo, abastecimento, indústria, controle de cheias, entre outros, passaram a usufruir, juntamente com o setor elétrico, dos benefícios proporcionados pela regularização de vazão dos rios bem como dos níveis acumulados por esses volumosos reservatórios. Um bom exemplo da ampliação dos usos múltiplos da água atrelados à implementação de grandes reservatórios construídos para geração elétrica é o da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

É importante destacar, entretanto, que a implantação de volumosos reservatórios provocam não só efeitos positivos como negativos, tais como alteração do regime hidrológico, inundação de áreas produtivas e redução da biodiversidade aquática (SERRA, OLIVEIRA, 2020). Para Braga et al. (2012), a construção de grandes reservatórios no rio São Francisco, como Três Marias e Sobradinho, gerou

impactos econômicos positivos para a população ribeirinha, com destaque para as localizadas no entorno dos espelhos d'água formados, cabendo aos órgãos reguladores de recursos hídricos promover o balanço entre os impactos negativos e positivos.

Os volumes armazenados e a capacidade de regularização plurianual de Três Marias e Sobradinho buscaram trazer a disponibilidade e segurança hídrica necessárias para o desenvolvimento de múltiplos usos da água tais como a irrigação, turismo, piscicultura, abastecimento público e navegação, conjuntamente com o uso de exploração do potencial hidrelétrico.

De 2013 a 2019 a bacia do rio São Francisco enfrentou as piores condições hidrológicas de todo o histórico de dados disponíveis, desde 1931. Em função dos baixos índices de precipitação na bacia do rio São Francisco, as vazões naturais verificadas no septênio 2013-2019 configuraram-se como a pior sequência de vazões naturais de sete anos seguidos de todo o histórico. O ano de 2017, por exemplo, registrou somente 27% da vazão natural de longo termo – MLT<sup>1</sup> ao reservatório de Sobradinho, configurando-se como o pior registro anual desde 1931. Como consequência deste cenário, os níveis d'água dos reservatórios foram reduzidos a níveis nunca observados (BARROS et al., 2017).

Por causa disso, em 2013 a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA instaurou a Sala de Crise do Rio São Francisco, sob sua coordenação. A Sala de Crise do Rio São Francisco constitui um processo descentralizado e participativo de gestão dos recursos hídricos na seca, com o objetivo de implementar medidas para mitigar seus impactos bem como preservar os estoques de água nos principais reservatórios do rio São Francisco face à sua importância para o atendimento dos usos múltiplos, em particular ao abastecimento de cidades.

Ao longo da gestão dessa estiagem sem precedentes, ficou clara a necessidade de estudar a implementação de condições de operação para os reservatórios do rio São Francisco que reduzissem a vulnerabilidade e aumentassem a resiliência para enfrentamento de situações de escassez hídrica (MENDONÇA, 2019).

Fruto das discussões do Grupo de Trabalho do São Francisco que envolveu a participação de diversos setores relacionados ao tema, com destaque para os órgãos

---

<sup>1</sup> Vazão natural de longo termo – MLT: “Média aritmética das vazões naturais médias, correspondentes a um mesmo período, verificadas durante a série histórica de observações” (CANAL ENERGIA, 2020).

responsáveis pela gestão de recursos hídricos dos Estados da calha do rio São Francisco e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF, foi emitida, em 4 de dezembro de 2017, a Resolução ANA Nº 2.081.

A citada resolução estabeleceu novas condições de operação do Sistema Hídrico Rio São Francisco – SHRSF, composto pelos reservatórios de Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV e Xingó (ANA, 2017b). À época em que a Resolução ANA Nº 2.081/2017 foi publicada, a situação hidrometeorológica e de armazenamento do SHRSF ainda era considerada crítica, motivo pelo qual o artigo 22 estabeleceu que “Esta resolução entrará em vigor após a emissão de comunicado pela ANA” (ANA, 2017b).

Assim, com a verificação de condições que deixaram de ser consideradas críticas e a emissão do comunicado (ANA, 2019a), em 1º de maio de 2019 a operação do SHRSF passou a observar as condições estabelecidas na Resolução ANA Nº 2.081/2017.

## 1.1 Problema de pesquisa

Em diversos países, incluindo o Brasil, a avaliação de ações governamentais tem ganhado cada vez mais importância e reconhecimento. Sua implementação é essencial para medição das repercussões dessas iniciativas bem como de *feedback* dos favorecidos ou usuários a respeito da implementação dessas políticas públicas e seus efeitos (CUNHA, 2018).

Assim, considerando que o processo de estabelecimento de condições de operação do SHRSF se deu durante a ocorrência de uma crise de escassez hídrica sem precedentes, da importância de manutenção de níveis seguros de armazenamento para manutenção dos usos múltiplos existentes no entorno dos reservatórios, considera-se adequado que a Resolução 2.081/2017 seja objeto de avaliação de seus efeitos regulatórios.

Isso posto, a presente pesquisa buscará responder as seguintes perguntas: **Qual a percepção de usuários, gestores de recursos hídricos e outros interessados sobre o processo de implementação da Resolução do SHRSF? As novas regras de operação são (ou serão) capazes de reduzir os impactos de períodos de condições hidrometeorológicas desfavoráveis sobre o funcionamento de captações existentes nos reservatórios?**

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Propor metodologia para avaliação de resultados de regras de operação de reservatórios com foco nos efeitos nos usos diretos existentes nos espelhos d'água formados, tendo como estudo de caso a Resolução ANA Nº 2.081/2017.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliação do processo de implementação da elaboração do novo marco regulatório para as condições de operação do SHRSF a partir das perspectivas dos atores envolvidos; e
- Avaliação de impacto: avaliar os impactos das regras nos usos de recursos hídricos realizados diretamente nos reservatórios, com foco nos usuários que dependem de captações para finalidades localizadas nos entornos dos espelhos d'água formados.

## 1.3 Justificativa

O governo federal tem buscado implementar ações para promoção do avanço da gestão pública no Brasil. Entre as ações implementadas nos últimos anos, destacam-se a Política de Governança Pública, Decreto Nº 9.203, de 22 de novembro de 2017, e a Lei Nº 13.848, de 25 de junho de 2019, conhecida como Lei das Agências Reguladoras (IBRAC, 2019).

Segundo o Guia da Política de Governança Pública, “[...] governança pública compreende tudo o que uma instituição pública faz para assegurar que sua ação esteja direcionada para objetivos alinhados aos interesses da sociedade.” (CASA CIVIL, 2018a, p. 16).

Como objetivo comum dessas ações, destaca-se o da busca por uma melhoria da qualidade regulatória. Os normativos oriundos de órgãos reguladores necessitam agora ser submetidos a um rol de processos capazes de subsidiar, com o melhor diagnóstico possível, os tomadores de decisão antes de serem publicados.

A melhoria regulatória foi considerada como um dos princípios orientadores da Governança Pública dispostos no Decreto Nº 9.203, de 22 de novembro de 2017 (BRASIL, 2017). O mesmo decreto dispõe diretrizes de governança pública na qual se destaca a relativa à melhoria regulatória expressa pelo inciso Art 4º, inciso IX:

editar e **revisar** atos normativos, pautando-se pelas boas práticas regulatórias e pela legitimidade, estabilidade e coerência do ordenamento jurídico e realizando consultas públicas sempre que conveniente (BRASIL, 2017, grifo nosso).

A boa prática internacional indica que normativos já implementados por órgãos reguladores devem também ser avaliados de tempo em tempo para averiguação quanto aos resultados gerados (OCDE, 2015).

De acordo com o Departamento de Negócios, Energia e Estratégia Industrial do Reino Unido, a revisão de um ato normativo já implementado permite a avaliação quanto ao alcance dos objetivos pretendidos com a norma, se esses ainda são válidos e relevantes, e se podem ser aperfeiçoados ou alcançados de outra forma (REINO UNIDO, 2020a).

O livro *Diretrizes Gerais e Guia Orientativo para Elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR* define estoque regulatório como “acervo de atos normativos publicados pela agência, órgão ou entidade.” (CASA CIVIL, 2018b, p. 94).

Conforme estabelecido no art. 23 do Decreto Nº 10.411, de 30 de junho de 2020, que regulamenta a análise de impacto regulatório, as agências reguladoras deverão divulgar, até 14 de outubro de 2022, a agenda de atos normativos já publicados a serem objeto de avaliação de resultado regulatório – ARR (BRASIL, 2020).

Avaliação de resultado regulatório – ARR é assim definida:

verificação dos efeitos decorrentes da edição de ato normativo, considerados o alcance dos objetivos originalmente pretendidos e os demais impactos observados sobre o mercado e a sociedade, em decorrência de sua implementação (BRASIL, 2020)

A Resolução 2.081/2017 estabeleceu critérios de operação que definem, entre outras coisas, vazões mínimas defluentes que variam de acordo com o armazenamento dos reservatórios com o objetivo de permitir que o Sistema Hídrico do Rio São Francisco possa enfrentar cenários críticos de afluições com segurança hídrica e suprir as demandas dos usos múltiplos da água (MEDEIROS et al., 2020).



Em vigor desde 1º de maio de 2019, as condições de operação para o SHRSF foram postas à prova nos períodos de estiagem na bacia do rio São Francisco de 2019, em que as vazões foram de 44% da MLT<sup>2</sup>, e em 2020, um pouco mais favorável com 70% da MLT do período.

Deste modo, tendo em vista a obrigação legal e de aperfeiçoamento regulatório, considera-se importante avaliar a capacidade da regra de operação do SHRSF de melhorar as condições de disponibilidade hídrica em condições hidrológicas críticas.

Por fim, espera-se que o presente estudo possa fornecer diretrizes que auxiliem na elaboração de ARR de normativos que estabelecem condições de operação de reservatórios de sistemas hídricos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Bacia hidrográfica do rio São Francisco**

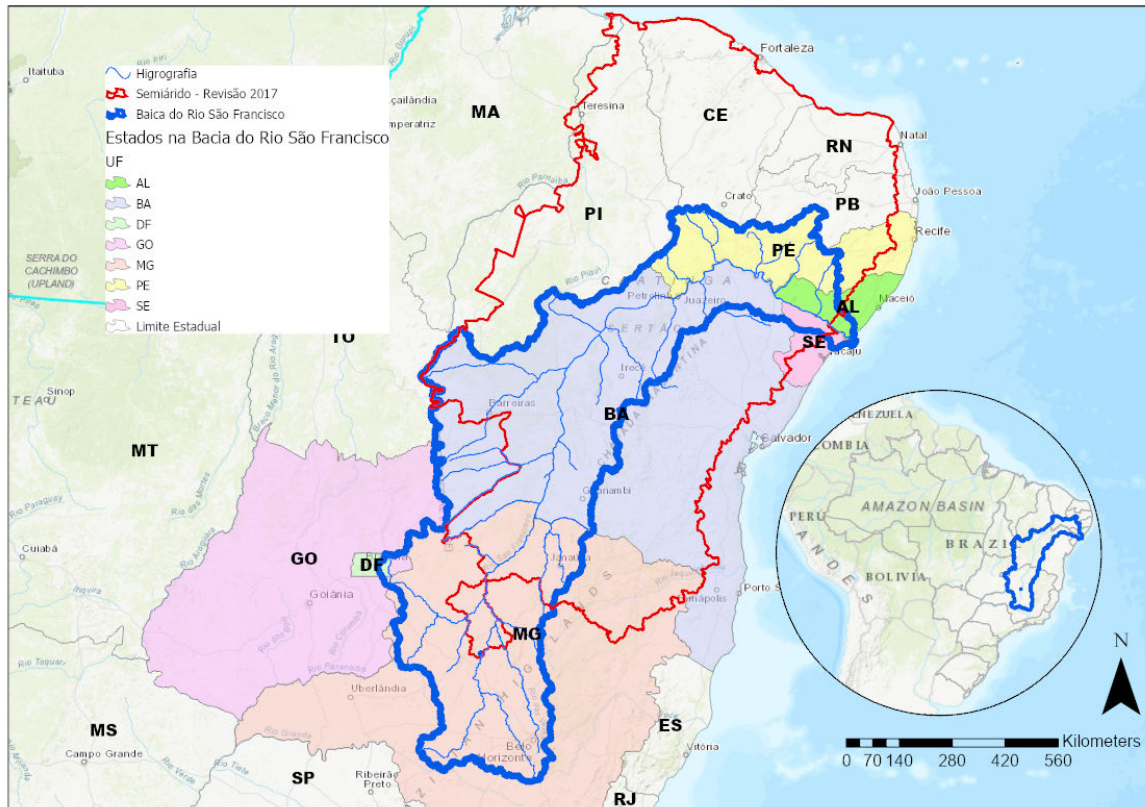
Também chamado de “rio da integração nacional” ou “velho chico”. O rio São Francisco possui características ímpares que o colocam com um dos mais importantes no desenvolvimento do País, com destaque para sua relevância para o semiárido brasileiro e atendimento energético da Região Nordeste. Com suas nascentes na Serra da Canastra, Minas Gerais, o rio São Francisco se estende por 2.863 km com sua calha passando, além de Minas Gerais, pelos Estados da Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe até desaguar no oceano Atlântico (CBHSF, 2016a).

A bacia hidrográfica do rio São Francisco (Figura 1) engloba além daqueles Estados por onde passa a sua calha, o Distrito Federal e Goiás, com “[...] uma área de drenagem de mais de 639.219 km<sup>2</sup> [...] 8% do território nacional [...]” (CBHSF, 2016a, p. 2).

---

<sup>2</sup> Médias de Longo Termo obtidas a partir das séries históricas de vazões naturais mensais de 1931 a 2020 fornecidas pelo ONS.

Figura 1- Bacia hidrográfica do rio São Francisco

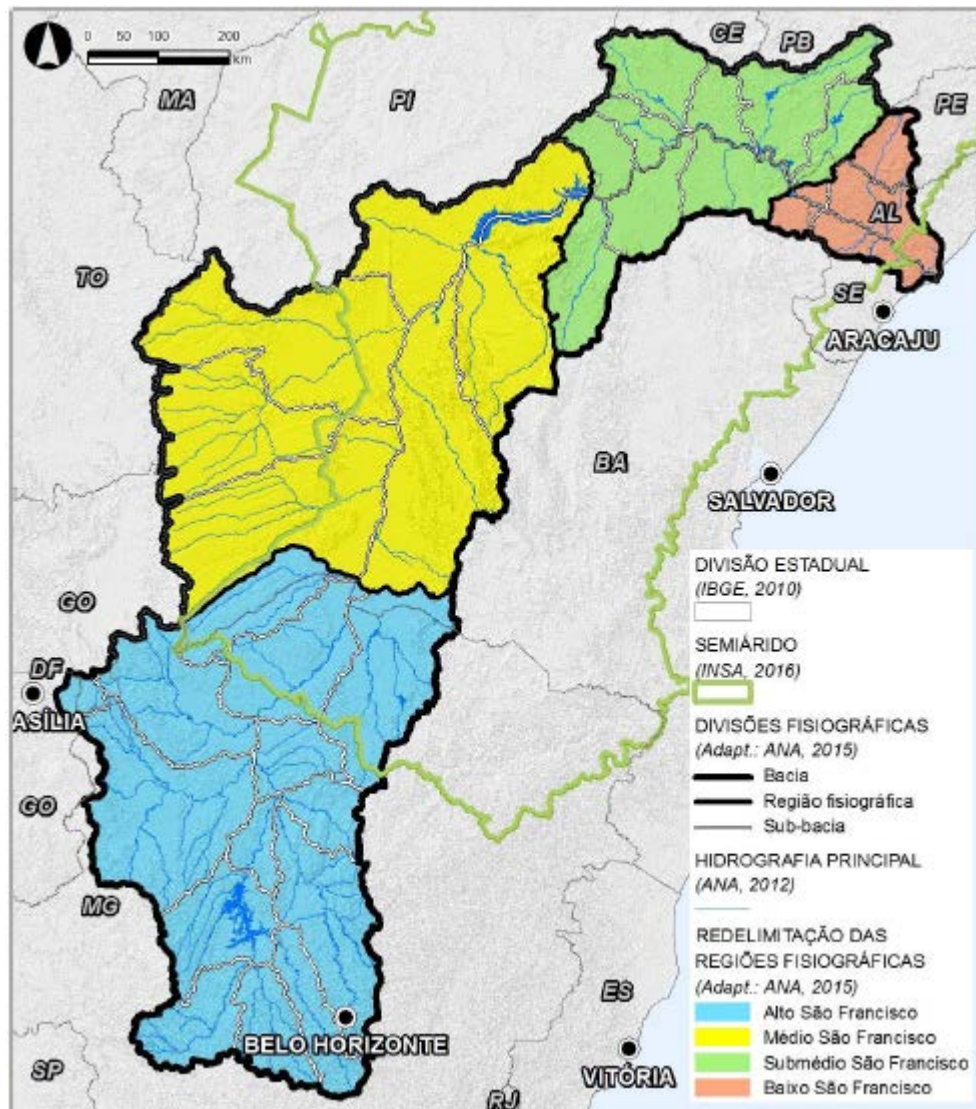


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com uma população superior a 15 milhões de habitantes, a bacia do rio São Francisco está dividida em quatro regiões fisiográficas: (i) alto; (ii) médio; (iii) submédio; e (iv) baixo (Figura 2) 54% de toda bacia do rio São Francisco está dentro do semiárido, Figura 2 (CBHSF, 2016a). O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE dá a seguinte definição de semiárido:

O Semiárido brasileiro é uma região delimitada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste -SUDENE considerando condições climáticas dominantes de semiaridez, em especial a precipitação pluviométrica. Como reflexo das condições climáticas, a hidrografia é frágil, em seus amplos aspectos, sendo insuficiente para sustentar rios caudalosos que se mantenham perenes nos longos períodos de ausência de precipitações. Constitui-se exceção o rio São Francisco. (IBGE, 2018).

Figura 2 - Regiões fisiográficas da bacia do rio São Francisco



Fonte: CBHSF (2016b, p. 17).

A distribuição da precipitação na bacia do rio São Francisco é consideravelmente irregular. Os maiores volumes ocorrem no alto e médio São Francisco que juntos são responsáveis por 96% de toda vazão natural média anual que chega à foz, Tabela 1 (CBHSF, 2016a).

Tabela 1 - Distribuição da vazão média anual na bacia do rio São Francisco

Região Fisiográfica	% da vazão média anual total
Alto São Francisco	40%
Médio São Francisco	56%
Submédio São Francisco	2%

Região Fisiográfica	% da vazão média anual total
Baixo São Francisco	1%

Fonte: Elaboração do próprio autor.

A Tabela 2 indica os meses das temporadas chuvosas em cada uma das regiões fisiográficas da bacia do rio São Francisco.

Tabela 2 - temporada chuvosa na bacia do rio São Francisco

Região Fisiográfica	Meses chuvosos
Alto São Francisco	Novembro a março
Médio São Francisco	Novembro a março
Submédio São Francisco	Janeiro a abril
Baixo São Francisco	Março a agosto

Fonte: CBHSF (2016a, p. 69-70).

## 2.2. Os usos múltiplos da água

Entre os principais usos da água na bacia, destacam-se a indústria, irrigação, geração de energia hidrelétrica, mineração, pesca, preservação ambiental, navegação e o abastecimento humano, com destaque para o Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF (CBHSF, 2016b, p. 95).

Assim como observado em diversas outras bacias hidrográficas, o maior volume demandado de água para usos consuntivos provém do setor de irrigação que “[...] tem papel preponderante no desenvolvimento socioeconômico em bases sustentáveis” (MMA, 2006, p. 120). O setor mantém-se em crescimento “[...] a medida que a região, do Alto ao Baixo São Francisco vai se especializando na produção de horti-frutículas” (MMA, 2006, p. 65).

Exemplo da importância da disponibilidade hídrica proporcionada pelos reservatórios do São Francisco são os polos de fruticultura irrigada nos municípios de Juazeiro (BA) e Petrolina (PE) responsáveis por grande parte da uva e manga exportadas pelo país (CODEVASF, 2020).

O rio São Francisco destaca-se como principal manancial de sistemas produtores integrados para abastecimento de água de cidades, inclusive fora dos limites da bacia, e de “[...] várias sedes localizadas próximo às suas margens, em todos os estados que ele corta” (ANA, 2015, p. 131). Em função da operação praticada

pelos reservatórios, algumas captações podem vir a apresentar dificuldades na continuidade da operação em função da variação do nível da água no corpo hídrico (ANA, 2016a).

Entre as infraestruturas hídricas para abastecimento de água instaladas na bacia destaca-se o Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF. Formado por dois eixos de captação, um que capta a jusante de Sobradinho e outro que capta no reservatório de Itaparica. O PISF, infraestrutura hídrica com 477 km de canais visa “[...] garantir a segurança hídrica a 12 milhões de habitantes, em 390 municípios, nos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte, além de gerar emprego e promover a inclusão social” (MI, 2016, p.2).

O rio São Francisco possui dois trechos navegáveis: (i) entre Pirapora/MG e Petrolina/Juazeiro, com 1.371 km; e (ii) entre Piranhas/AL e a foz, com 150 km. Nesses trechos existem quatro portos (Pirapora, Ibotirama, Petrolina e Juazeiro) com conexões a outros modais de transporte, tanto o rodoviário como o ferroviário, o que permite uma maior integração com o comércio externo e interno (ANTAQ, 2013).

Entre os principais produtos transportados nesses trechos “[...] estão carga geral, milho, outros produtos de lavoura, produtos da exploração florestal (madeira) e minerais não metálicos (geralmente cimento e placas de cerâmica” (ANTAQ, 2013, p. 46).

A hidrovia conta com uma eclusa em Sobradinho que “[...] liga Pirapora (MG) aos portos fluviais da divisa entre a Bahia e Pernambuco, localizados em Petrolina e Juazeiro” (ANTAQ, 2013, p. 30). Após trabalhos de manutenção contratados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, órgão responsável pela operacionalização da eclusa, em 25 de março de 2021, depois de dois anos e cinco meses paralisada, a eclusa de Sobradinho voltou a funcionar (DNIT, 2021).

A deterioração das condições de navegabilidade no rio São Francisco decorre, entre outras coisas, do intenso processo assoreamento que vem sofrendo o rio São Francisco impulsionado pelo uso inadequado do solo e pela instalação dos grandes reservatórios para geração de energia elétrica (MMA, 2006).

Esta situação se configura, por mais paradoxal que possa parecer, um conflito entre o setor agropecuário e a navegabilidade, pois o que sustenta essa demanda pelo setor tem sido a produção agrícola [...] Neste momento o conflito está mais acentuado em relação ao setor elétrico, pela vulnerabilidade a que está exposta a navegação em função das condições operacionais dos reservatórios (MMA, 2006, p. 104).

Apesar de existirem boas condições para crescimento da aquicultura nos reservatórios da calha do rio São Francisco, não vem sendo observado um crescimento expressivo dessa capacidade de produção (CBHSF, 2016b).

### 2.3. Reservatórios no rio São Francisco e sua regulação

Operam na calha do rio São Francisco 7 (sete) usinas hidrelétricas integrantes do Sistema Interligado Nacional - SIN que juntas tem capacidade instalada de 10.369,2 MW (ONS, 2021). O SIN compreende um sistema de transmissão e geração elétrica com diversas fontes energéticas distribuído por quase todo o território brasileiro e interconectado por quatro subsistemas que possibilitam a sinergia e exploração da diversidade de regimes hidrológicos no País para atendimento da sua demanda energética (ONS, 2020).

Das UHEs da cascata do rio São Francisco, Três Marias e Sobradinho possuem reservatórios com capacidade de regularização plurianual de vazões e Itaparica volume suficiente para regularização anual (CBHSF, 2016b). Os outros empreendimentos hidrelétricos são do tipo a fio d'água, assim definida pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL:

Usina classificada como fio d'água: usina hidrelétrica ou pequena central hidrelétrica que utiliza reservatório com acumulação suficiente apenas para prover regularização diária ou semanal, ou ainda que utilize diretamente a vazão afluente do aproveitamento (ANEEL, 2011).

A Tabela 3 apresenta as principais características físicas e hídricas dos empreendimentos hidrelétricos enquanto a Figura 3 ilustra a ordem das usinas do rio São Francisco, de montante para jusante, capacidade de armazenamento e potência instalada (ANA, 2021).

Tabela 3 - Características dos empreendimentos hidrelétricos no rio São Francisco

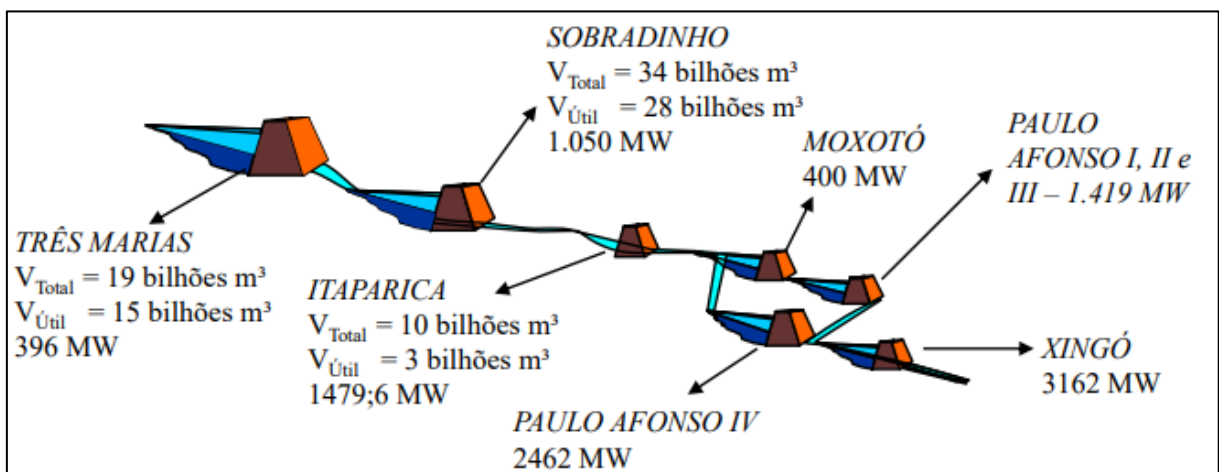
Reservatório	Mínimo Operacional		Máximo Operacional		Volume Útil (hm <sup>3</sup> )
	Cota (m)	Volume (hm <sup>3</sup> )	Cota (m)	Volume (hm <sup>3</sup> )	
Três Marias	549,2	4.250	572,5	19.528	15.278
Sobradinho	380,5	5.447	392,5	34.116	28.669
Itaparica	299,0	7.234	304,0	10.782	3.548
Moxotó	251,5	1.226	251,5	1.226	-
P.A. I, II e III	230,3	26	230,3	26	-
P.A. IV	251,5	121	251,5	121	-
Xingó	138,0	3.800	138,0	3.800	-

Fonte: Elaboração do próprio autor.



O volume útil “representa a parcela de água do reservatório que pode efetivamente ser usada para geração de energia” (FURNAS, 2022). O limite inferior do volume útil é determinado pelo nível mínimo operacional, abaixo do qual está armazenado o volume morto, e na parte superior pelo nível máximo operacional (ANA, 2021e).

Figura 3 - Principais reservatórios no rio São Francisco



Fonte: ANA (2021, p. 2).

Três Marias foi “[...] o primeiro grande empreendimento hidrelétrico de múltiplas finalidades realizado no Brasil” (CACHAPUZ, 2005, p. 114). Com uma grande capacidade de armazenamento, Três Marias contribuiu “[...] decisivamente para o atendimento das necessidades energéticas da Chesf em Paulo Afonso até a inauguração da barragem de Sobradinho (BA) no final da década de 1970.” (CACHAPUZ, 2005, p. 117).

Entre os objetivos buscados com a construção da barragem de Três Marias destacam-se “a regularização do curso das águas do rio São Francisco nas cheias periódicas, a melhoria das condições de navegabilidade, a utilização do potencial hidrelétrico e o fomento da indústria e irrigação” (FREITAS; FILHO, 2004, p. 2).

Apesar do grande poder de estoque de água, 19 bilhões de  $m^3$ , o reservatório de Três Marias não possui descarregador de fundo o que impossibilita sua operação abaixo do nível mínimo operacional quando o reservatório ainda aprovisiona 4 bilhões de  $m^3$  (ESTADO DE MINAS, 2014).

Maior reservatório da calha do rio São Francisco e um dos maiores espelhos d’água artificiais em área alagada do mundo, 4.214  $km^2$ , e com uma extensão de até

320 km, Sobradinho foi construído tendo como principal meta a “[...] regularização plurianual do São Francisco [...] para garantir o funcionamento contínuo das usinas a jusante” (CACHAPUZ, 2018, p.73).

Sobradinho dispõe de uma eclusa que permite embarcações transpor 32,5 metros de desnível (CHESF, 2009) o que para o trecho a jusante “[...] possibilita o transporte fluvial no trecho de 42 km Sobradinho – Petrolina/Juazeiro com capacidade efetiva de tráfego é de 8.000.000 t/ano” (MELO et al., 2020, p. 3).

Apesar de possuir descarregador de fundo, de acordo com a CHESF existem muitas incertezas quanto a operação do reservatório de Sobradinho abaixo de seu nível mínimo operacional. Segundo a concessionária, caso fosse inevitável a operação dentro do volume morto, não seria recomendável níveis inferiores à cota 376,00 m, correspondente a – 12,5% do volume útil, que poderiam colocar em risco o maciço da barragem (CHESF, 2016).

Último reservatório da cascata com capacidade significativa de regularização das vazões do rio São Francisco, a UHE Itaparica entrou em operação em 1990 com o objetivo de aumentar a oferta de energia pressionada pelo aumento do desenvolvimento industrial na região Nordeste (CODEVASF, 2011). No lago do empreendimento está implantada a captação do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF (MI, 2016).

Em função da capacidade de regularização das vazões proporcionada principalmente por Três Marias e Sobradinho, os empreendimentos hidrelétricos do rio São Francisco são “[...] também usados para abastecimento, lazer e, principalmente, irrigação, além de contribuir para a garantia de vazão com maior regularidade à navegação” (ANA, 2015, p. 128).

As primeiras discussões acerca da utilização do potencial hidrelétrico do rio São Francisco datam do fim do século XIX, em novembro de 1890, quando o governo federal concedeu uma concessão para aproveitamento da cachoeira de Paulo Afonso cujos “trabalhos não foram sequer iniciados e a concessão caducou cinco anos mais tarde.” (CACHAPUZ, 2018, p. 21).

Alguns anos depois, em 1913, por intermédio do industrial Delmiro Gouveia entrava em operação a primeira usina hidrelétrica do rio São Francisco. Com uma potência instalada de 1.250 kVA, a usina de Angiquinho aproveitava a queda de Paulo Afonso para atendimento da Vila de Pedra, atual cidade de Delmiro Gouveia, e da fábrica de linhas de costura Estrela (VAINSENER, 2004).



Na década de 30, observava-se no Brasil uma mudança cada vez mais intensa do modelo econômico agrário para o industrial em que a oferta de geração de energia elétrica não acompanhava a demanda crescente do consumo (CORRÊA, 2005). Nesse contexto de procura crescente por energia elétrica adicionada ao momento político em que vivia o País durante o governo Vargas, “[...] marcado pela defesa da centralização das decisões relativas aos recursos naturais na órbita do governo federal [...] e fortalecimento do tema nacionalismo [...]”, foi publicado, em 10 de julho de 1934, o Código de Águas (CÔRREA, 2005, p. 269 apud NETO, 2015, p. 7).

Instituído pelo Decreto Federal nº 24.643/1934, o Código de Águas “[...] foi considerado um avanço para os juristas daquela época, constituindo-se um marco legal no gerenciamento dos recursos hídricos do Brasil” (SILVA, 2017, p. 148). O normativo dispõe, entre outras coisas, sobre a classificação e utilização das águas, valoração do bem, propriedade da água, instrumentos de gestão que possibilitam a cobrança da água, com grande destaque para a regulamentação da utilização das águas para a geração de energia elétrica (CETESB, 2013).

O Código de Águas “[...] estabeleceu a estrutura do negócio de energia elétrica no Brasil” (ANEEL, 2003). Sua publicação se deu em um momento de aumento da industrialização do país.

Este Decreto-Lei ou Código de Águas foi editado com finalidade industrial, em especial, o desenvolvimento de energia hidráulica. Nesta época ainda não tinha sido incorporado o princípio ou fundamento dos ‘usos múltiplos de águas’, ou seja, apenas um setor, qual seja, industrial era privilegiado em detrimento dos outros setores, tais como agricultura, consumo humano, piscicultura, lazer etc (BARBOSA, 2007, p. 153 apud SILVA, 2017 p. 149).

Merece destaque a previsão de exigência do atendimento aos usos múltiplos da água na operação dos aproveitamentos hidrelétricos, conforme dispõe o art. 143 do Código de Águas, reproduzido abaixo:

Art. 143. Em todos os aproveitamentos de energia hidráulica serão satisfeitas exigências acauteladoras dos interesses gerais:

- a) da alimentação e das necessidades das populações ribeirinhas;
- b) da salubridade pública;
- c) da navegação;
- d) da irrigação;
- e) da proteção contra as inundações;
- f) da conservação e livre circulação do peixe;
- g) do escoamento e rejeição das águas necessárias à intensificação do uso da energia elétrica (BRASIL, 1934).

Por intermédio do Decreto-Lei nº 1.699, de 24 de outubro de 1939, é criado o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica – CNAEE (BRASIL, 1939). Com a responsabilidade de regulamentar o Código de Águas, coube ao CNAEE:

o exame das questões relativas à utilização racional da energia hidráulica e dos recursos hidráulicos do País, a organização de planos de interligação de usinas elétricas, a proposição de medidas consideradas necessárias à intensificação do uso da energia elétrica (CORRÊA, 2005, p.255).

Em abril de 1944 o engenheiro agrônomo pernambucano Apolônio Jorge de Faria Sales, ministro da Agricultura à época, apresenta ao Presidente Getúlio Vargas a proposta de criação da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – Chesf e o projeto de construção da usina de Paulo Afonso I. Essa seria a “[..] obra-chave para a superação do *déficit* energético do Nordeste [...] e deter o acelerado desequilíbrio entre o Nordeste e o Sudeste como um imperativo da unidade nacional.” (CACHAPUZ, 2018, p. 29).

Com parecer favorável dado pelo CNAEE, em setembro de 1944, e da Comissão de Planejamento Econômico<sup>3</sup>, em julho de 1945, é assinado o Decreto-Lei nº 8.031, de 3 de outubro de 1945, que cria a CHESF (CACHAPUZ, 2018), marcando “o início da participação direta do governo federal na expansão do parque gerador” (CORRÊA, 2005, p. 256).

Um ano depois, a nova Constituição dos Estados Unidos do Brasil de 1946 reconhece a relevância do rio São Francisco estabelecendo em seu art 26 das Disposições Transitórias que:

O Governo Federal fica obrigado, dentro do prazo de vinte anos, a contar da data da promulgação desta Constituição, a traçar e executar um plano de aproveitamento total das possibilidades econômicas do rio São Francisco e seus afluentes, no qual aplicará, anualmente, quantia não inferior a um por cento de suas rendas tributárias (BRASIL, 1946).

Amparada por tal obrigação constitucional e influenciada pela experiência da agência americana *Tennessee Valley Authority* – TVA, é criada, em 1948, a Comissão do Vale do São Francisco – CVSF “com a responsabilidade de executar um plano de desenvolvimento econômico para a bacia hidrográfica, em um prazo de vinte anos, contando com 1% da receita tributária da União” (CODEVASF, 2010, p. 25).

A TVA, criada em 1933, teve o objetivo de impulsionar o desenvolvimento na região do rio Tennessee. Foi uma iniciativa fortemente impulsionada pelos efeitos da

---

<sup>3</sup> A Comissão de Planejamento Econômico era órgão complementar do Conselho de Segurança Nacional.

Grande Depressão de 1929. Suas ações visam “melhorar a navegação, os padrões de vida dos agricultores e produzir energia elétrica ao longo do rio Tennessee e seus afluentes” (BRITANNICA, 1998, tradução nossa).

Com as Usinas Hidrelétricas – UHEs Paulo Afonso I, II e III já em operação em 1955, a CVSF “[...] construiu em trecho mineiro do São Francisco a Barragem de Três Marias, cuja Usina foi inaugurada em 1961” (CODEVASF, 2010, p. 26).

Também em 1961, a Chesf torna-se subsidiária da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. – ELETROBRÁS, criada pela Lei nº 3890-A, de 25 de abril de 1961 (CACHAPUZ, 2018). A empresa “[...] absorveu várias atribuições anteriormente da competência do CNAEE” (ANEEL, 2003a). Por intermédio da Lei nº 4.904, de 17 de dezembro de 1965, é criado o Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE “[...] órgão incumbido de promover e desenvolver a produção de energia elétrica e de assegurar a execução do Código de Águas e leis subsequentes (arts. 19 e 20), ou seja, coube a essa instituição as tarefas de planejamento e regulação” (TAVARES; FERREIRA; DIAS, 2006).

Com a aprovação da estrutura básica do Ministério de Minas e Energia implementada pelo Decreto nº 63.951, de 31 de dezembro de 1968, foi extinto o DNAE e criado o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE como

[...] órgão orientador e controlador da política de utilização dos recursos hídricos e da energia elétrica, cabendo-lhe supervisionar e estimular o uso correto da água e eletricidade, fomentar as pesquisas hídricas e elétricas, no campo científico e tecnológico, assegurar a execução do Código de Águas e Legislação subsequente (TAVARES; FERREIRA; DIAS, 2006).

Terminado o prazo constitucional de 20 anos, a CVSF é substituída pela Superintendência do Vale do São Francisco – Suvale, em 1967, sendo esta última substituída em 1974 pela criação da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – Codevasf com a incumbência de “[...] promover o desenvolvimento da região utilizando os recursos hídricos com ênfase na irrigação” (CHAVES, 2017).

Nessa época, Chesf e Codevasf faziam a gestão dos usos da água do São Francisco em que “Nem o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE – nem as regras jurídicas relativas aos usos das águas previstas no Código das Águas (Decreto nº 24.643, de 1934) garantiam uma aplicação equilibrada para todos os usos da água” (GONTIJO JR., 2013, p. 16).

A partir da década de 70 uma série de aproveitamentos hidrelétricos foram construídos na calha do rio São Francisco. De 1954 a 1994, nove usinas hidrelétricas de grande porte entraram em operação no rio São Francisco. Com exceção da Usina Hidrelétrica – UHE Três Marias, sob concessão da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, todos os outros oito empreendimentos encontram-se sob a gestão da Chesf (CACHAPUZ, 2018).

Apesar do objetivo preponderante dessas infraestruturas federais fosse a de geração de energia elétrica, elas passaram a ser instrumento da busca por alterar os padrões socioeconômicos da região do Semiárido por meio da regularização das vazões do rio São Francisco, controle de cheias, melhora nas condições de navegação, geração de energia elétrica, sustentabilidade hídrica e irrigação, em uma região caracterizada pela escassez hídrica que no passado induziram grandes movimentos de migração no País (BRAGA et al., 2012).

Além das 9 grandes UHEs instaladas na calha do rio São Francisco, considerando as infraestruturas para geração de energia hidrelétrica instaladas nos afluentes e as Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, a bacia hidrográfica do rio São Francisco soma outros 40 empreendimentos hidrelétricos. A potência hidrelétrica total instalada na bacia é de 10.568 MW (ANA, 2015).

Na década de 90 o Brasil enfrentava séria crise fiscal que levou a um intenso processo de privatização do Setor Elétrico. Em função de restrições estruturais e falta de legitimidade política, foi reformulada a política de regulação do setor elétrico com a substituição do DNAEE pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL por meio da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 (POLITIZE, 2022).

Em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos estabeleceu, entre outras coisas, a necessidade de outorga de direito de uso de recursos hídricos para aproveitamento dos potenciais hidrelétricos. Com a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA em 2000, ficou estabelecido a obrigação de a ANEEL promover junto à ANA a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica – DRDH, antes da concessão ou licitação para uso de potencial hidrelétrico localizado em corpos hídricos de domínio da União. Uma vez emitida, a DRDH será transformada em outorga de direito de usos de recursos hídricos pela empresa que “[...] receber da ANEEL a concessão ou autorização de uso do potencial de energia elétrica” (MMA, 2006a, p. 32). Por intermédio da Resolução Conjunta ANA-ANEEL, de 20 de novembro de 2015, foram estabelecidos diretrizes e procedimentos para outorga de

direito de uso de recursos hídricos para os empreendimentos hidrelétricos em operação comercial em corpos hídricos de domínio da União que não tem outorga emitida pela ANA (ANA; ANEEL, 2015).

Os sete empreendimentos hidrelétricos localizados no rio São Francisco contam outorgas de direito de uso de recursos hídricos emitidas pela ANA. A Tabela 4 discrimina a outorga emitida para cada uma das UHEs (ANA, 2021a).

Tabela 4 - Outorgas da ANA emitidas

Empreendimento hidrelétrico	Outorga
Três Marias	Nº 921, de 14 de abril de 2020
Sobradinho	Nº 751, de 16 de março de 2020
Itaparica	Nº 752, de 16 de março de 2020
Moxotó	Nº 753, de 16 de março de 2020
Paulo Afonso I, II e III	Nº 755, de 16 de março de 2020
Paulo Afonso IV	Nº 754, de 16 de março de 2020
Xingó	Nº 756, de 16 de março de 2020

Fonte: Elaboração do próprio autor.

#### 2.4. Conflitos de usos de recursos hídricos e sua governança

A ocorrência de conflitos de recursos hídricos está atrelada ao “[...] uso múltiplo das águas, associado a eventuais períodos de escassez, irregularidades de distribuição, aumento de demandas e a própria degradação do meio ambiente [...]” (CAVALCANTI; MARQUES, 2016, p. 7).

Em 1962, a inundação de uma extensa área provocada pela construção da barragem de Três Marias marca o primeiro conflito entre o setor elétrico e moradores e agricultores que se tem registro na bacia do rio São Francisco (MMA, 2006).

Segundo o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PBHSF, os usos de recursos hídricos na calha principal estão sujeitos às políticas de operação praticadas pelas usinas hidrelétricas que demandam uma quantidade de água consideravelmente maior que a necessária para os outros usos consuntivos. Tal fato, associado às variações de defluência das usinas para atendimento de carga

energética do SIN, podem gerar conflitos a partir de seus impactos ambientais, na navegação e em comunidades ribeirinhas (CHBSF, 2016b).

Em função da considerável capacidade de regularização dos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, o PBHSF considera que “os principais conflitos resultam da dificuldade em compatibilizar a satisfação da demanda de água para os usos consuntivos com as exigências de geração de energia elétrica” (CBHSF, 2016b, p.155).

Entre as dificuldades provocadas pela operação dos reservatórios na navegação destacam-se: (i) defluências de Três Marias inferiores a 500 m<sup>3</sup>/s limitam o transporte pesado de cargas; (ii) o efeito delta no início do remanso do lago de Sobradinho provoca o aparecimento de muitos bancos de areia; e, (iii) de forma a garantir calados suficientes para a navegação entre Petrolina e Juazeiro, é necessário a liberação de vazões de pelo menos 1300 m<sup>3</sup>/s em Sobradinho (MMA, 2006), restrição essa que permanece atualmente para a manutenção da segurança de navegabilidade da passagem de comboios hidroviários (ONS, 2018).

Um conflito que vem aumentando nos últimos anos é o relativo ao lançamento de efluentes sem tratamento no rio São Francisco que vem impactando captações para abastecimento humano e, em menor grau, a irrigação (MMA, 2006). Em 29 de março de 2021, por ocasião da reunião da Sala de Acompanhamento do Sistema Hídrico do Rio São Francisco, representantes do baixo São Francisco propuseram aumento das defluências dos reservatórios que permitissem a diluição de matérias orgânicas (ANA, 2021b).

A pesca no rio São Francisco, fonte de renda importante para comunidades tradicionais, diminuiu consideravelmente em razão da construção dos grandes reservatórios e da poluição “[...] que alteram a qualidade da água e influenciam o equilíbrio ecológico da biota aquática” (MASCARENHAS, 2008, p. 121).

A construção dos grandes reservatórios teve repercussão sobre o ecossistema então existente, com destaque para o baixo São Francisco com a “[...] redução da biodiversidade e a produção pesqueira” (MMA, 2006, p. 101).

A manutenção dos ecossistemas na Região Hidrográfica do São Francisco está relacionada à definição da vazão ecológica mínima no rio São Francisco e nos seus tributários que garanta a preservação do equilíbrio natural e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos (MMA, 2006, p.123).

De uma forma geral constata-se que os conflitos na bacia do rio São Francisco “[...] envolvem a agricultura irrigada, a geração de energia hidroelétrica, o atendimento ao abastecimento humano, a navegação, a diluição de efluentes urbanos, industriais e da mineração e a manutenção dos ecossistemas” (MEDEIROS et al., 2015, p. 196).

Segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos, é atribuição do CBHSF a deliberação, em primeira instância administrativa, dos conflitos relacionados com recursos hídricos dentro da bacia hidrográfica do rio São Francisco, cabendo ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em última instância, arbitrar conflitos entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

## **2.5. Eventos críticos no rio São Francisco**

Desastre é o “resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais” (MP, 1998, p. 52).

Segundo Moors (2017 apud MENDONÇA, 2019) escassez hídrica decorre da insuficiência quantitativa ou qualitativa de recursos hídricos para atendimento às demandas dos mais variados usos de uma região e que podem gerar uma crise hídrica. Sua origem não decorre exclusivamente de longos períodos de precipitações deficitárias, redução da umidade do ar ou do solo, mas “[...] também devido ao manejo inadequado de corpos hídricos e bacias hidrográficas, como resultado da intervenção desordenada do ser humano no ambiente” (INEA, 2020).

A definição acima compatibiliza com aquela empregada pela ANA, em que a escassez hídrica é “situação presente ou potencial na qual não há recursos hídricos suficientes para todos os usos, em determinado sistema hídrico e período de tempo, seja por deficiência quantitativa ou qualitativa nos mananciais” (ANA, 2017e, p.3). Na definição da ANA, o conceito de sistema hídrico e temporalidade dos eventos são considerados indispensáveis para a implementação de ações apropriadas para enfrentamento da escassez hídrica (ANA, 2017e).

O rio São Francisco é naturalmente atingido por eventos de seca com “[...] intensidade variada. O caráter cíclico das secas mais acentuadas ocorre em períodos de dez a onze anos e as de menor intensidade entre cinco a seis anos” (MMA, 2006, p.73).

No PBHSF é informado que, desde o início do século XX, foram registrados 13 períodos de seca acentuada que impactaram os usos da água na bacia: 1915, 1919, 1930-1932, 1942, 1970, 1976, 1979-1983, 1987-1988, 1993, 1998-1999, 2001-2003, 2007-2009 e 2013-2019 (CBHSF, 2016b). Pelo fato de estar sujeito a longos e frequentes períodos de seca, e dado que rio São Francisco tem importância estratégica no atendimento de uma demanda cada vez mais crescente pela água e de aumento da resiliência aos períodos de baixa disponibilidade hídrica, é fundamental que haja de antemão solução regulatório para a operação dos reservatórios durante esses períodos (MMA, 2006).

Apesar de menos frequentes, têm-se também o registro de nove eventos de cheia na bacia do rio São Francisco desde o início do XIX (CBHSF, 2016b). Apesar de ter sido a terceira maior em termos de magnitude, a cheia observada em 1979 foi a que mais proporcionou informações acerca da vulnerabilidade da população ribeirinha e dos impactos provocados (DNOS, 1980).

Em razão dos danos causados pela cheia, o Governo Federal instituiu, em 12 de junho de 1979, a “[...] Comissão Interministerial, com a finalidade de realizar estudos para a prevenção e o controle das enchentes do rio São Francisco [...] e elaborar, no prazo de 180 (cento e oitenta dias), relatório circunstanciado” (BRASIL, 1979). Em relação aos impactos sociais e econômicos causados pela cheia de 1979, a Comissão Interministerial relatou que

[...] a cheia provocou o desmantelamento de toda a atividade ao longo do vale, penalizando de maneira cruel a população ribeirinha, cujas cidades e povoados sofreram, no todo ou em parte de sua área urbana, o problema dos transbordamentos [...] bem como danificando severamente toda a infraestrutura rodoviária (DNOS, 1980, p.127).

Entre as medidas recomendadas pela Comissão Interministerial (DNOS, 1980) para controle de enchentes no rio São Francisco, destacam-se as listadas na Tabela 5.

Tabela 5 - Recomendações da Comissão Interministerial para controle de cheias no rio São Francisco

Medidas recomendadas
Operar reservatórios de Três Marias e Sobradinho para controle de cheias
Descarregar vazões de restrição de Três Marias e Sobradinho anualmente



---

Medidas recomendadas

---

Disciplinar a ocupação e uso do solo, com destaque para áreas marginais  
 Construção de cais, diques e obras complementares em áreas críticas  
 Realocação de populações em áreas inundáveis

---

Fonte: Elaboração do próprio autor.

No que se refere à operação de Três Marias para controle de cheias, o relatório estabeleceu uma vazão máxima liberada pelo reservatório de 3.500 m<sup>3</sup>/s para proteção da cidade de Pirapora/MG de eventos de cheia com tempo de recorrência – TR de 50 anos. Para Sobradinho, a descarga de restrição estabelecida foi de 8.000 m<sup>3</sup>/s para proteção contra cheias com TR de 30 anos para cidades e usuários situados até a foz do São Francisco. Para que seja possível realizar o amortecimento das cheias, os dois reservatórios têm que alocar consideráveis volumes de espera (DNOS, 1980).

O volume de espera é a parcela “[...] do volume útil de um reservatório, abaixo do nível máximo operativo normal, mantido vazio para ser utilizado no controle de cheias. Esse volume é determinado no planejamento anual do controle de cheias” (ONS, 2009, p. 46).

Atualmente, junta-se a Três Marias e Sobradinho na tarefa de controle de cheias, o reservatório de Itaparica em que “[...] o controle de cheias se dá apenas por sua restrição de nível máximo à montante, devido a possíveis inundações na cidade de Belém do São Francisco” (MMA, 2006, p. 70).

Como bem descreveu a Comissão Interministerial em seu relatório “[...] o rio São Francisco, durante longos anos, fica adstrito à sua calha na maior parte de sua extensão, encorajando a ocupação de uso das terras baixas ribeirinhas” (DNOS, 1980, p. 11). A ocupação irregular da planície de inundação juntamente com o assoreamento da sua calha são considerados os “[...] principais potenciadores de cheia nas zonas urbanas da bacia hidrográfica do rio São Francisco” (CBHSF, 2016b, p. 144). Relatório de mapeamento de áreas inundáveis a jusante da UHE Xingó, elaborado em 2016, comprovou que a ocupação da planície de inundação do rio São Francisco e intensificou desde então com identificação de impactos a partir de vazões de 4.000 m<sup>3</sup>/s (ANA; CHESF, 2016).

## 2.6. Experiência da gestão da crise hídrica no rio São Francisco

Conforme estabelece o art. 20, inciso III da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, constituem-se bens da União:

os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais (BRASIL, 1988).

Por intermédio da Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997, foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH e criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH (BRASIL, 1997). Constituem-se fundamentos da PNRH:

I - a água é um bem de domínio público;  
 II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;  
 III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;  
 IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;  
 V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;  
 VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. (BRASIL, 1997).

Em seu art. 2º, a Lei das Águas definiu os seguintes objetivos da PNRH:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;  
 II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;  
 III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.  
 IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (BRASIL, 1997).

Órgão integrante do SINGREH, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA foi criada pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 com a responsabilidade de implementar a PNRH (BRASIL, 2000). De acordo com essa Lei, cabe à Agência, dentre outras coisas:

definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas (BRASIL, 2000)

A Lei Nº 9.984/00 dispõe ainda que “a definição das condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos será efetuada e articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS” (BRASIL, 2000).

O Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS foi instituído em 26 de agosto de 1998, pela **Lei** nº 9.648, com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848/2004 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081/2004, como uma pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil sem fins lucrativos. Cabe ao ONS a coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão do Sistema Interligado Nacional – SIN (BRASIL, 1998). Como, a maior parte da matriz energética brasileira provém de fonte hídrica, pode-se esperar forte relação entre a operação dos reservatórios e a implementação da política energética no País, o que, em situação de crise hídrica, pode ensejar conflitos (SANTOS et al.,2018).

Tais conflitos podem ser impactados pelas condições impostas por diferentes políticas à operação dos reservatórios. Por exemplo, segundo a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 129, de 29 de junho de 2011, para a definição de vazões mínimas remanescentes em uma seção de controle, que condicionam a operação de usinas hidrelétricas, devem ser considerados:

- I - a vazão de referência;
- II - os critérios de outorga formalmente estabelecidos;
- III - as demandas e características específicas dos usos e das interferências nos recursos hídricos a montante e a jusante;
- IV - os critérios de gerenciamento adotados nas bacias hidrográficas dos corpos de água de interesse;
- V - as prioridades e diretrizes estabelecidas nos planos de recursos hídricos;
- VI - o enquadramento dos corpos de água;
- VII - os termos de alocação de água; e
- VIII - o estabelecido pelo órgão de meio ambiente competente, no processo de licenciamento. (CNRH, 2011).

Por outro lado, há interface importante dessas defluências com os processos de licenciamento ambiental. A UHE Três Marias, por exemplo, encontra-se em processo de “[...] Licença de Operação (LO) para a atividade de barragens de geração de energia hidrelétrica[...]” (MINAS GERAIS, 2020) junto à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – Semad de Minas Gerais, não tendo ainda definido vazões mínimas remanescentes.

Para UHE Sobradinho, a Licença de Operação da Usina Hidrelétrica – UHE de Sobradinho - LO N° 406/2004 – 2ª Retificação, de 9 de novembro de 2016, emitida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, não determina uma vazão mínima remanescente a jusante do aproveitamento (IBAMA, 2016b). O mesmo acontece para os aproveitamentos hidrelétricos de Itaparica, LO N° 510/2005 - 2ª Retificação (IBAMA, 2016d) e para o Complexo

Hidrelétrico de Paulo Afonso<sup>4</sup>, LO N° 509/2005 – 2ª Retificação (IBAMA, 2016c) em que o órgão licenciador federal.

De modo diverso, para a UHE Xingó, o IBAMA estabelece, na 2ª retificação da 2ª renovação da LO N° 147/2001, de 9 de novembro de 2016, em sua condicionante específica 2.19, que a operação da usina hidrelétrica deve:

manter, salvo em condições hidrológicas extremas e com a devida autorização do Ibama, vazão defluente mínima ininterrupta de 1.300 m<sup>3</sup>/s, até a realização de estudos que subsidiarão a definição de vazão remanescente, com base em critérios ambientais. (IBAMA, 2016a, p. 6)

Além desses comandos, para situações de escassez hídrica, a Resolução nº 129 do CNRH faz a seguinte ressalva para a vazão mínima a ser atendida:

Em situações de eventos hidrológicos críticos com comprometimento da disponibilidade hídrica, poderão ser mantidas a jusante de seções de controle, vazões abaixo da vazão mínima remanescente, desde que atendidos os usos prioritários estabelecidos na Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e aprovadas pela autoridade outorgante em articulação com o órgão ambiental competente. (CNRH, 2011).

No âmbito da política energética brasileira, o documento *Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos, Revisão-1 de 2018*, (ONS, 2018), no qual são disponibilizadas informações sobre restrições operativas dos reservatórios pertencentes ao SIN, constavam as seguintes informações acerca das descargas mínimas a serem mantidas pela UHE Três Marias:

1. A população ribeirinha de lugarejos mais distantes utiliza transporte embarcado para locomoção à cidade de Pirapora para as atividades do dia-a-dia. Vazões inferiores a 100 m<sup>3</sup>/s causam impactos à locomoção destes usuários, devendo ser evitada em anos de pluviometria normal. (ONS, 2018, p. 36).
2. O SAAE (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) possui 02 captações flutuantes para abastecimento da cidade. Estas estações funcionam normalmente para vazões da ordem de 80 m<sup>3</sup>/s, porém sua implementação carece de ser comunicada previamente para análise local quanto à necessidade de desassoreamento nas proximidades da balsa. Vazões inferiores a esta nunca foram praticadas e podem causar prejuízos ao funcionamento do sistema. (ONS, 2018, p. 36).
3. A mínima vazão defluente é de 58 m<sup>3</sup>/s (vazão mínima média mensal do histórico), podendo ser superior para fins de proteção à ictiofauna. (ONS, 2018, p. 36).
4. Para redução da vazão defluente a valores inferiores a 420 m<sup>3</sup>/s, devido à existência de pontos passíveis de aprisionamento de peixe a jusante do vertedouro e à variação da quantidade de peixes nessa

<sup>4</sup> O Complexo de Paulo Afonso é formado pelas UHEs Paulo Afonso 1, 2, 3, 4 e Moxotó.

região, faz-se necessário um acompanhamento ambiental para validação e liberação da operação nestes patamares de vazão. (ONS, 2018, p. 36).

Para a UHE Sobradinho, o Inventário apresenta que:

Vazões defluentes médias mínimas diárias de Sobradinho inferiores a 1300 m<sup>3</sup>/s ocasionam problemas na navegação (trecho Sobradinho / Juazeiro), em diversas captações de indústrias, bem como em tomadas d'água para abastecimento de cidades e projetos agrícolas localizados no trecho Sobradinho/Itaparica. Já foram liberadas vazões médias diárias inferiores a este valor, excepcionalmente, por conta do racionamento de energia (1987 e 2001), tendo sido necessária, em 2001, a Resolução da Presidência da República Nº 39 de 21/08/2001 autorizando a adoção de vazões abaixo da média mínima diária citada. Os demais usuários do rio foram devidamente alertados quando da realização das referidas programações de vazões médias diárias, assim como foi necessária a execução de obras provisórias para viabilizá-las. (ONS, 2018, p. 72)

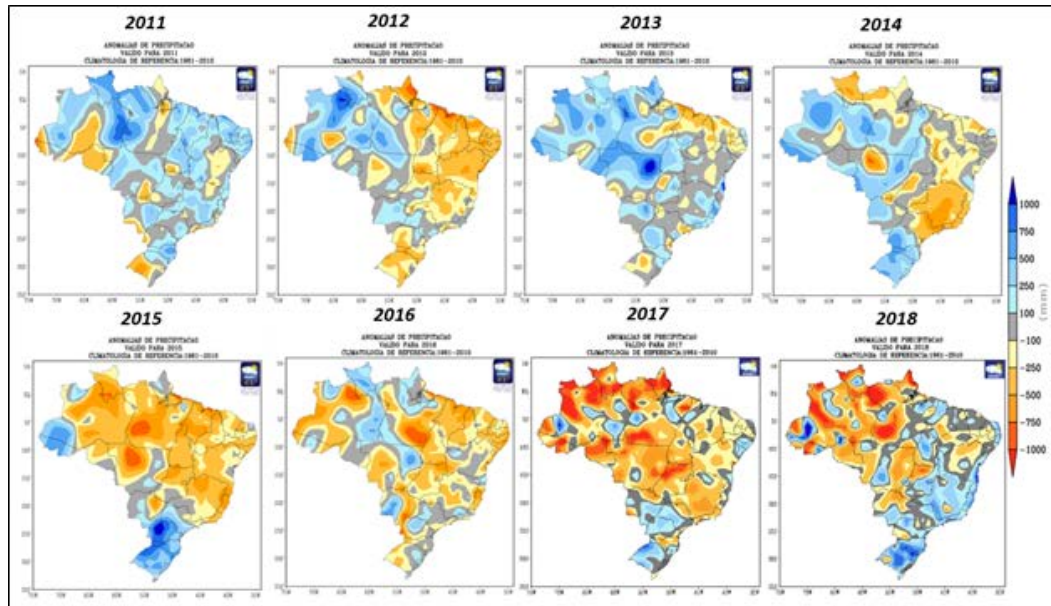
Quanto à UHE Xingó, o documento justifica a vazão defluente mínima diária de 1.300 m<sup>3</sup>/s para esse reservatório como necessária “para captação para abastecimento d'água e projetos de irrigação” (ONS, 2018, p. 74).

Diante desse complexo quadro de regras operativas oriundas de diferentes políticas inter-relacionadas, em situação de crise, um processo coordenado e integrado precisa ser instalado. Pode-se recorrer, assim, ao que estabelece no art. 21, inciso XVII, da Constituição Federal (1988). Nele, em eventos hidrometeorológicos extremos, a União deve “planejar e promover a defesa permanente contra as calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações” (BRASIL, 1988). Assim, enquanto instituição federal responsável pela implementação da PNRH, é da ANA a seguinte atribuição:

planejar e promover ações destinadas a prevenir e minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios. (BRASIL, 2000).

O exercício dessa competência da ANA pode ser ilustrado com a situação hídrica vivenciada no rio São Francisco entre 2012 e 2018. Conforme ilustra a Figura 4, nesse período, a bacia do rio São Francisco apresentou anos consecutivos de déficits de precipitação com conseqüente redução das vazões que afluíram aos reservatórios levando-os aos menores níveis de armazenamento dos seus históricos. O atendimento continuado dos usos múltiplos da água foi colocado em risco (ANA, 2018).

Figura 4 - Anomalias de precipitação entre 2011 e 2018



Fonte: INMET apud ANA (2017c, p. 3).

Em função da carência de precipitação na bacia, verificou-se entre os períodos hidrológicos<sup>5</sup> de 2012 a 2018 a pior série de afluências aos reservatórios do rio São Francisco do histórico que data desde 1931. Conforme ilustra a Tabela 6, “[...] em todos os anos posteriores a 2013 os valores são iguais ou inferiores a 60% da média de longo termo – MLT” (GUILHON et al., 2019, p. 5).

Tabela 6 - Afluências naturais a Três Marias e Sobradinho nos anos hidrológicos de 2012 a 2018 e posicionamento de pior no histórico de 1931 a 2018

Ano Hidrológico	Três Marias			Sobradinho		
	MLT (m <sup>3</sup> /s)	% MLT	Posic. Hist.	MLT (m <sup>3</sup> /s)	% MLT	Posic. Hist.
2012-2013		61	13 <sup>o</sup>		60	8 <sup>o</sup>
2013-2014		32	2 <sup>o</sup>		51	5 <sup>o</sup>
2014-2015	661	43	4 <sup>o</sup>	1.819	43	3 <sup>o</sup>
2015-2016		45	5 <sup>o</sup>		43	2 <sup>o</sup>
2016-2017		31	1 <sup>o</sup>		31	1 <sup>o</sup>
2017-2018		53	7 <sup>o</sup>		48	4 <sup>o</sup>

Fonte: Guilhon et al. (2019, adaptado).

<sup>5</sup> O ano hidrológico na bacia do rio São Francisco ocorre entre os meses de dezembro a novembro.

Em 2013, a ANA instalou a Sala de Crise do São Francisco com o objetivo de debater ações que pudessem minimizar os efeitos adversos da seca, aumentar a segurança hídrica e garantir o atendimento aos usos múltiplos da água no rio São Francisco e em sua área de influência (ANA, 2019b).

As Salas de Crise são ambientes de coordenação e articulação de atores governamentais e não governamentais que são ou podem ser impactados pelos efeitos de crises hídricas ou têm alguma atuação sobre elas. A sala é, assim, uma das ferramentas utilizada na gestão de eventos hidrológicos críticos envolvendo bacias ou regiões com reservatórios ou outras infraestruturas hídricas com o objetivo de promover medidas de **aumento da segurança hídrica**, da capacidade de resposta e da resiliência do sistema. As reuniões acontecem periodicamente e permitem a participação tanto presencial quanto por meio de videoconferências, quando os atores envolvidos dialogam para buscar soluções para os problemas verificados (ANA, 2021c, grifo nosso).

Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU, segurança hídrica é assim definida:

Capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar a subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, para garantir a proteção contra a poluição transmitida pela água e desastres relacionados à água, e para preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política (ONU<sup>6</sup>, tradução nossa).

Para Grey e Sadoff (2007 apud PAHL-WOSTL et al., 2013) o conceito de segurança hídrica deve envolver riscos aceitáveis para a população, meio ambiente e economias. A compreensão quanto à admissibilidade desses riscos varia entre os grupos o que torna essencial que haja um sistema de governança efetivo para “[...] a definição de procedimentos e o estabelecimento de metas para o que ‘aceitável’ significa para diferentes grupos” (PAHL-WOSTL et al., 2013, p. 677).

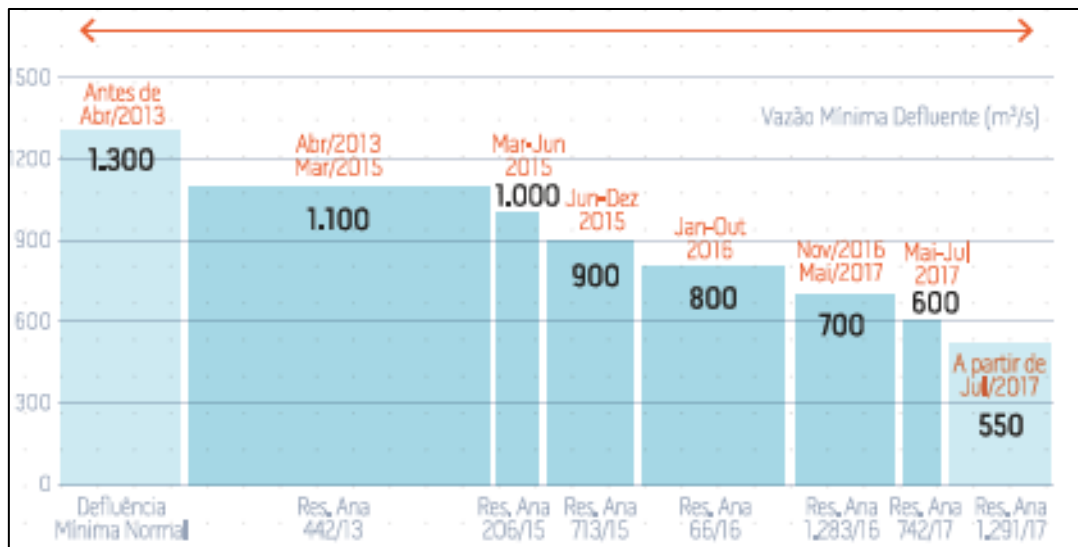
Entre as medidas temporárias acordadas na Sala de Crise do São Francisco, destacam-se as flexibilizações das defluências mínimas de Três Marias, Sobradinho e Xingó de forma a preservar níveis de armazenamento nos reservatórios, essenciais para o atendimento dos usos múltiplos da água, em particular o abastecimento humano (ANA, 2017a).

De abril de 2013 a abril de 2019, tais flexibilizações se deram por meio de Resoluções da ANA que permitiram a redução progressiva, temporária e extraordinária, das defluências mínimas de Sobradinho e Xingó de 1.300 m<sup>3</sup>/s para até 550 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2019b), Figura 5.

---

<sup>6</sup> Conceito de Segurança Hídrica. Curso online da Organização das Nações Unidas – ONU, Global Water Security.

Figura 5 - Resoluções que flexibilizaram as defluências de Sobradinho e Xingó



Fonte: ANA (2017a).

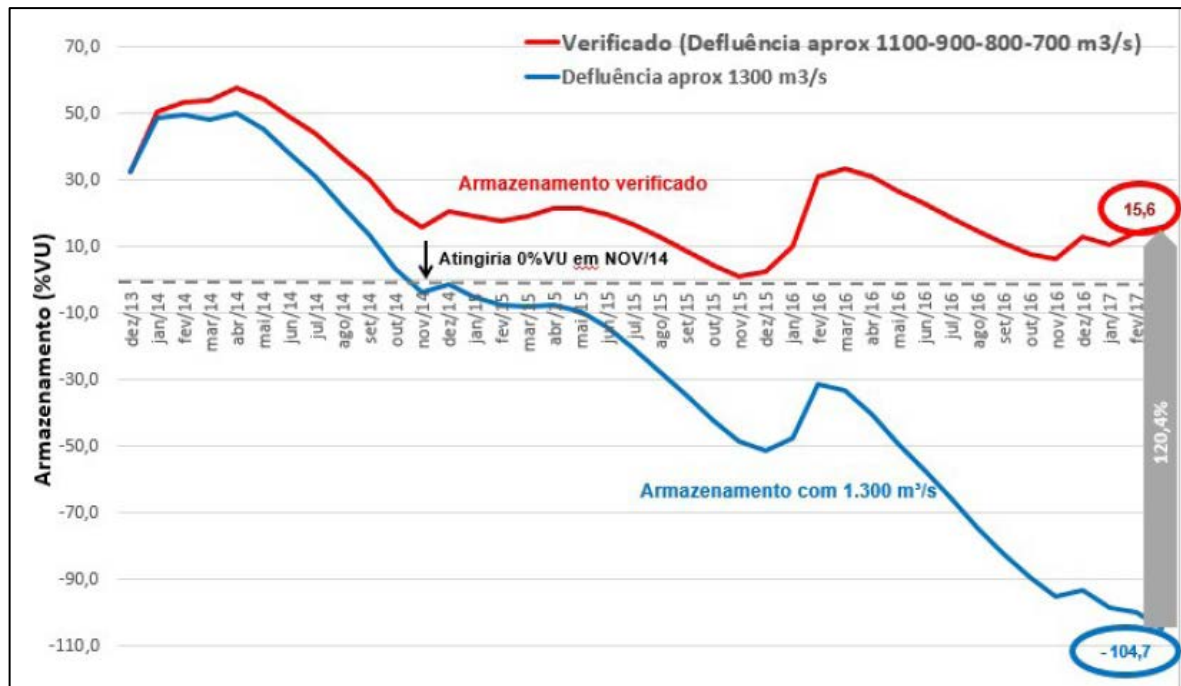
As reduções de patamares de defluência mínima foram autorizadas pelo Ibama, baseadas em estudos dos efeitos da redução de vazão no rio e implantadas de forma gradual para que pudessem permitir a execução de ações que minimizassem os eventuais impactos negativos. Durante todo o processo de flexibilização das defluências, a ANA manteve reuniões rotineiras da Sala de Crise do Rio São Francisco (ANA, 2017c).

Entre os participantes da Sala de Crise do Rio São Francisco destacam-se os órgãos gestores de recursos hídricos dos Estados em que passa o rio São Francisco (MG, BA, PE, SE e AL), o CBHSF, Ibama, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – Cemaden, Ministérios de Minas e Energia, ANEEL, Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ, Distritos de Irrigação, Codevasf, Ministério Público entre outros (ANA, 2017c).

Conforme ilustra a Figura 6, as flexibilizações de defluência mínima implementadas evitaram que Sobradinho atingisse o seu volume morto em novembro de 2014 (BARROS et al., 2017). Mesmo com as sucessivas reduções de vazões, o reservatório de Sobradinho atingiu pouco mais de 1% de seu volume útil em dezembro de 2015. (ANA, 2017a).



Figura 6 -Ganhos com a flexibilização da defluência mínima



Fonte: Barros et al. (2017).

Em diversos momentos, as vazões nas seções do rio São Francisco foram superiores às vazões naturais graças à contribuição proporcionada pelo consumo dos estoques de água nos reservatórios (ANA, 2017a).

Além do controle fino das defluências, houve medidas de redução e controle da demanda. Entre 2017 e 2018, foi estabelecido o *Dia do Rio* que suspendia a captação nos cursos d'água de domínio da União, por um dia fixo na semana, com exceção dos usos prioritários (ANA, 2019b).

Reconhecendo que estava em curso uma mudança no padrão da disponibilidade hídrica do rio, a Sala de Crise do Rio São Francisco promoveu estudo sobre novas condições de operação para os reservatórios que pudessem estar mais adaptadas ao novo referencial hidrometeorológico e, também, de uso dos recursos hídricos (ANA, 2017c). Composto por técnicos da ANA, de representantes dos órgãos gestores estaduais de MG, BA, PE, SE e AL, além do CBHSF, a Portaria da ANA Nº 414, de 18 de dezembro de 2015, o Grupo de Trabalho do São Francisco – GTSF ficou encarregado, então, da “elaboração de proposta de condições de operação para os principais reservatórios da bacia do rio São Francisco” (CBHSF, 2016b).

Além de técnicos de diversas áreas da ANA, o processo de elaboração da minuta de resolução envolveu órgãos gestores de recursos hídricos de MG, BA, PE,

SE e AL, Ibama, Codevasf, Setor Elétrico, Setor de Transpores, o Comitê da Bacia entre outros usuários com destaque na gestão de recursos hídricos (ANA, 2017c).

Por fim, em dezembro de 2017, foi publicada a Resolução nº 2.081, que dispõe sobre as condições de operação do Sistema Hídrico do São Francisco, “[...] com o objetivo de conferir segurança hídrica e aumentar sua resiliência” (ANA, 2018, p. 56).

### **3 RESOLUÇÃO ANA Nº 2.081, DE 4 DE DEZEMBRO DE 2017**

O Sistema Hídrico do Rio São Francisco - SHRSF abrange os reservatórios dos aproveitamentos hidrelétricos integrantes do SIN instalados na calha do rio São Francisco: Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV e Xingó, com o reservatório equivalente do Sistema representado pela junção dos volumes operacionais dos reservatórios com capacidade de regularização (Três Marias, Sobradinho e Itaparica) (ANA, 2017b).

Como destacado em seu preâmbulo, as condições de operação para o SHRSF contidas na Resolução ANA nº 2.081/2017 foram elaboradas em função da necessidade de ajuste às alterações nas séries hidrológicas na bacia e pela relevância do rio na garantia da segurança hídrica, considerando que o Sistema deve atender aos usos múltiplos da água, tanto em situação de normalidade quanto em períodos de escassez hídrica, tendo por base os “[...] princípios do aproveitamento múltiplo, racional, harmônico e integrado , visando ao benefício de todas as partes (ANA, 2017b).

As novas condições definidas na Resolução são válidas para o período seco – entre maio e novembro - e o período úmido - entre dezembro e abril - de forma que o rio possa “[...] ter vazões mais condizentes à sazonalidade natural das estações” (ANA, 2017d). Elas são baseadas em extratos do volume (faixas de operação) dos reservatórios de Três Marias e Sobradinho, considerando a natureza dos empreendimentos hidrelétricos bem como a experiência com as flexibilizações de defluência definidas na Sala de Crise do Rio São Francisco. Assim, foram estabelecidos novos limites mínimos de vazões a serem liberadas por Três Marias, 100 m<sup>3</sup>/s, Sobradinho e Xingó, 700 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017c).

A resolução traz a ressalva, entretanto, que a operação de Sobradinho e Xingó com defluências inferiores a 800 m<sup>3</sup>/s só deve ocorrer após comunicação ao Ibama

por parte da Chesf de que foram tomadas todas as “[...] medidas para o monitoramento e mitigação dos eventuais impactos dela decorrentes no trecho entre Sobradinho e a foz do rio São Francisco” (ANA, 2017b).

As faixas de operação de Três Marias são as que seguem: (i) Normal – volume útil maior ou igual 60%; (ii) Atenção – volume útil maior ou igual a 30% e menor que 60%; e (iii) Restrição – volume útil menor que 30%. Para Sobradinho são: (i) Faixa de Operação Normal – volume útil maior ou igual 60%; (ii) Faixa de Operação de Atenção – volume útil maior ou igual a 20% e menor que 60%; e (iii) Faixa de Operação de Restrição – volume útil menor que 20%. As Figuras 7 e 8 ilustram as faixas de operação definidas no normativo da ANA (ANA, 2017b).

Figura 7 - Faixas de Operação de Três Marias



Fonte: ANA (2019d).

Figura 8 - Faixas de Operação de Sobradinho



Fonte: ANA (2019d).

O estabelecimento da faixa de operação dos reservatórios deve ser feito mensalmente no primeiro dia útil de cada mês a partir do volume útil observado no dia imediatamente anterior. Na Faixa de Operação Normal, a Resolução não estabelece defluências máximas para os empreendimentos apenas defluências mínimas diárias: (i) 150 m<sup>3</sup>/s, de Três Marias;(ii) 800 m<sup>3</sup>/s, de Sobradinho; e (iii) 1.100 m<sup>3</sup>/s, de Xingó (ANA, 2017b).

Na Faixa de Operação de Atenção, as defluências máximas mensais que podem ser praticadas em Três Marias são estabelecidas no 1º dia útil do mês a partir do posicionamento do volume útil do reservatório no dia imediatamente anterior em relação às curvas de segurança (ANA, 2017c).

As curvas de segurança relacionam para cada defluência média, mês a mês, o armazenamento mínimo do reservatório que garanta, em caso de repetição do cenário de afluições idêntico ao do pior do histórico, um volume meta mínimo ao final do período seco. (ANA, 2017b)

Assim, considerando o ano hidrológico na bacia do rio São Francisco, de 1º de dezembro a 30 de novembro, as curvas de segurança de Três Marias e Sobradinho devem ser elaboradas para o ano subsequente pelo ONS e enviadas à ANA para avaliação. Para Três Marias, as curvas devem ser elaboradas considerando defluências de 700 a 1.500 m<sup>3</sup>/s em intervalos de 50 m<sup>3</sup>/s. No caso de Sobradinho, as curvas de segurança devem conter faixas de defluências de 700 a 1.500 m<sup>3</sup>/s, também em intervalos de 50 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017b).

Quando Sobradinho opera dentro da Faixa de Operação de Atenção, as defluências máximas mensais de Xingó são definidas sempre no primeiro dia útil do mês a partir do volume útil verificado em Sobradinho no dia anterior e sua localização em relação às curvas de segurança. Nessa faixa, a defluência mínima média diária de Sobradinho e Xingó é de 800 m<sup>3</sup>/s. Além disso, o normativo faz distinções quanto a operação no período úmido e da operação no período seco. No período seco, a defluência máxima média mensal que pode ser praticada em Xingó é de 1.100 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017b).

Para operação de Três Marias na Faixa de Restrição, a definição da defluência a ser praticada será recomendada pela ANA tendo como foco o retorno para a Faixa de Operação de Atenção, bem como a continuidade do atendimento dos usos da água no trecho a jusante até o reservatório de Sobradinho. Nessa faixa de operação, a

liberação de vazão mínima permitida de Três Marias é de até 100 m<sup>3</sup>/s em termos diários (ANA, 2017b).

Na Faixa de Operação de Restrição de Sobradinho, o normativo estabelece as seguintes condições de contorno:

[...] as vazões defluentes dos reservatórios de Sobradinho, Itaparica e Xingó deverão ser estabelecidas pelo ONS a partir de **recomendação da ANA**. Na fixação das vazões defluentes deverão ser consideradas as seguintes diretrizes: (i) **atendimento aos usos múltiplos** no trecho entre o reservatório de Sobradinho e a Foz do rio São Francisco e (ii) recuperação do nível do reservatório de Sobradinho para valores superiores a **20%** do seu volume útil (ANA, 2017b).

Além disso, quando Sobradinho opera na Faixa de Restrição a defluência máxima mensal permitida na UHE Xingó é de 900 m<sup>3</sup>/s e a mínima defluência média diária autorizada de Sobradinho e Xingó é de 700 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017b).

O art. 10 da Resolução ANA nº 2.081/2017 é dedicado ao reservatório de Itaparica, onde se limita seu volume útil mínimo a 30% quando Sobradinho estiver operando nas faixas Normal e de Atenção. Já quando Sobradinho estiver operando na Faixa de Operação de Restrição, o volume útil a ser garantido em Itaparica será recomendado pela ANA (ANA, 2017b).

De forma a contemplar o ecossistema aquático, a Resolução estabeleceu condições de contorno para que possam ser implementados pulsos de vazão a jusante de Três Marias e de Xingó, conforme ilustrado nas Figuras 9 e 10 (BASTO, 2018).

Figura 9 - Condições para efetivação de pulsos de vazão em Três Marias

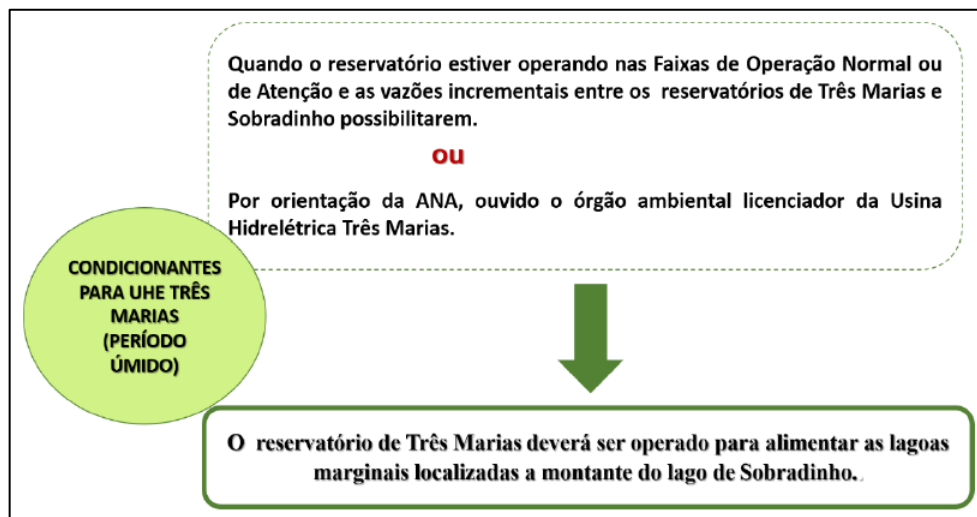
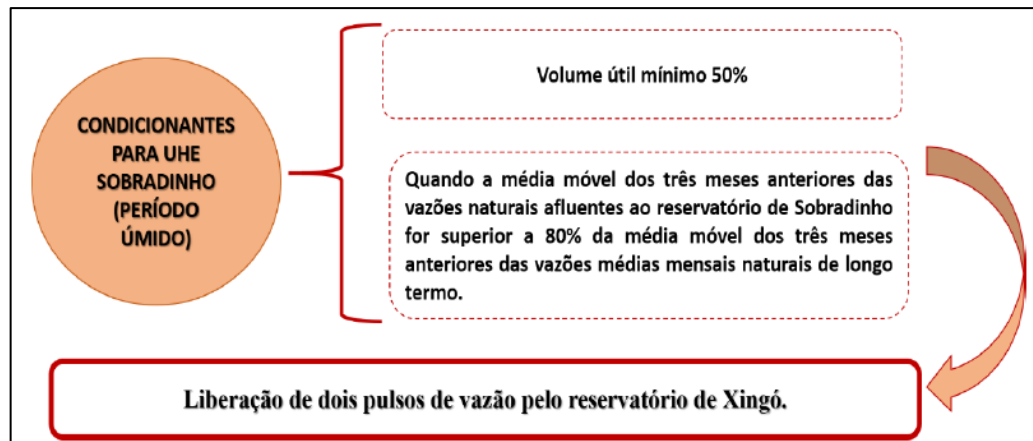


Figura 10 - Condições para efetivação de pulsos de vazão em Xingó



Fonte: Basto (2018, p. 77).

No que se refere ao atendimento ao setor de navegação e, considerando a experiência com as flexibilizações de defluência de Sobradinho e Xingó abaixo de 1.300 m<sup>3</sup>/s, a Resolução definiu que quando Sobradinho estiver liberando vazões abaixo desse valor e houver a necessidade de passagem de comboios hidroviários, as defluências devem ser elevadas para pelo menos 1.300 m<sup>3</sup>/s até a passagem completa das embarcações. Além disso, o agente responsável pela operação dos empreendimentos deverá se articular com a Marinha do Brasil para garantia das condições seguras de navegabilidade (ANA, 2017c).

O normativo estabelece ainda outras condicionantes operativas e obrigações a serem atendidas, das quais destacam-se as seguintes (ANA, 2017b):

- A operação deve sempre buscar minimizar perdas por evaporação;
- Caso o volume útil de Três Marias supere a soma dos volumes uteis de Sobradinho e Itaparica, ouvida a ANA, o ONS poderá programar defluências adicionais de Três Marias;
- Caso as vazões incrementais entre Três Marias e Sobradinho permitam, deve-se buscar a redução das defluências de Três Marias;
- Há tolerância de  $\pm 5$  nas vazões estabelecidas;
- Envio de informes mensais pelo ONS à ANA sempre que algum reservatório esteja operando na Faixa de Restrição;
- Desde que para atendimento de questões elétricas, o ONS poderá operar o SHRSF de forma excepcional durante sete dias em desacordo com o estabelecido pela Resolução, devendo justificar a posteriori;

- O ONS deverá solicitar autorização especial para a ANA caso haja necessidade de manutenção da operação excepcional por um período superior a sete dias; e
- As condições de operação estabelecidas pela Resolução ANA 2.081/2017 são suspensas quando há necessidade de operar para controle de cheias.

Quando da publicação da Resolução ANA nº 2.081/2017, em dezembro de 2017, encontrava-se em vigor a Resolução ANA nº 1.943, de 6 de novembro de 2017, que permitia a operação de Sobradinho e Xingó com defluências mínimas diárias de até 550 m<sup>3</sup>/s e instantâneas de até 523 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017c). Os reservatórios de Três Marias e Sobradinho apresentavam volumes úteis de 9,58% e 2,92%, respectivamente<sup>7</sup>.

Diante dessas condições críticas de armazenamento, foi protelada a entrada em vigor da Resolução ANA nº 2.081/2017 até que houvesse situação mais favorável à implementação das novas condições operativas conforme previsto no Art. 22 (ANA, 2017c).

Em dezembro de 2018, verificou-se a recuperação do armazenamento nos reservatórios da bacia o que permitiu a progressiva transição da operação para as condições estabelecidas na Resolução ANA nº 2.081/2017 (ANA, 2019c). Com Três Marias armazenando volume útil de 81,2% e Sobradinho de 48,8%, em 30 de abril de 2019, a ANA emitiu comunicado informando que a partir de 1º de maio de 2019 as novas condições de operação para o SHRSH passariam a vigorar em sua plenitude (ANA, 2019d).

#### **4 METODOLOGIA**

Visando alcançar os objetivos geral e específicos pretendidos por esta pesquisa científica, a metodologia de trabalho proposta foi dividida em duas abordagens: 1) avaliação do processo de implantação das novas condições de operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco; e 2), avaliação do impacto do novo procedimento em

---

<sup>7</sup> Dados obtidos no Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR. Disponível em: [https://www.ana.gov.br/sar/sin/b\\_sao-francisco](https://www.ana.gov.br/sar/sin/b_sao-francisco). Consulta em: 01/05/2021.

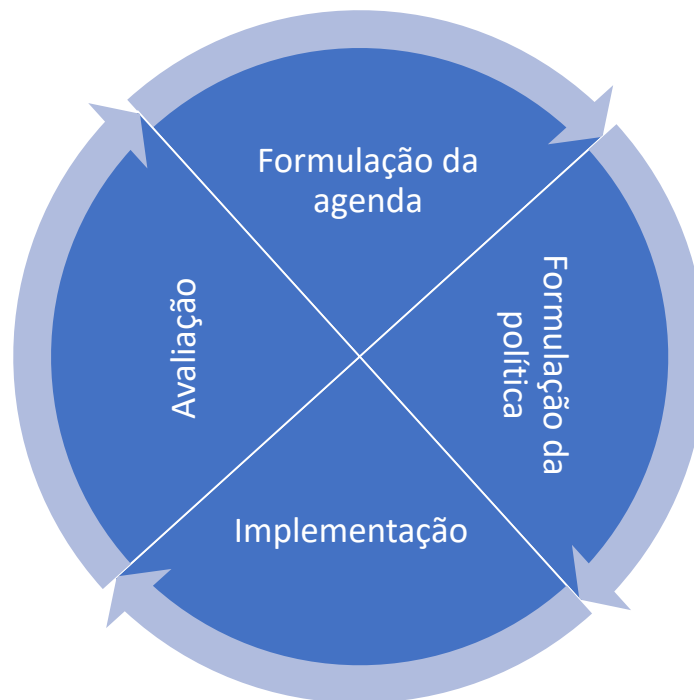
captações de água no remanso de Sobradinho em função da variação do nível do espelho d'água do reservatório.

#### 4.1 Avaliação de Políticas Públicas

Lima e D'Ascenzi (2018) definem Políticas Públicas como sendo um processo que busca dar respostas a um problema, considerado como social, a partir da implementação de decisões e ações norteadas pela interpretação e ponto de vista de quem as executa.

O processo de políticas públicas envolve 4 fases: (i) formulação da agenda; (ii) formulação da política pública; (iii) implementação da política; e (iv) avaliação, Figura 11 (ARAÚJO, 2015 apud ARAÚJO; GAZZOLA, 2017).

Figura 11 - Ciclo das Políticas Públicas



Fonte: Araújo (2015, adaptado apud ARAÚJO; GAZZOLA, 2017).

Última etapa do ciclo de políticas públicas, a avaliação é necessária para verificar se o processo e efeitos almejados com sua efetivação foram alcançados (BATISTA; DOMINGOS, 2017). Além disso, a avaliação das políticas públicas permite “[...] correção de falhas durante a execução [...] análise do desempenho dos atores,



do uso dos recursos, adequação dos objetivos e ações [...] isso contribui para o sucesso da política e gera conhecimento para melhoria contínua” (ARAÚJO; GAZZOLA, 2017, p. 29).

No Brasil, a redemocratização do País associada à crise fiscal e econômica que se apresentava no início dos anos 1990, a desorganização da operação de planejamento e diminuição do auxílio de instituições externas de fomento, em razão de ausência de informações acerca dos projetos por eles assistidos, fez com que a gestão governamental passasse a dar grande relevância à institucionalização da avaliação de políticas públicas (RAMOS; SCHABBACH, 2012).

Segundo Cunha (2018), o entusiasmo de governos no Brasil com a implementação de avaliações se deu em razão da utilização de seus resultados por gestores para mensuração da eficácia, efetividade, eficiência e *accountability* de políticas públicas.

Os conceitos de eficiência, eficácia e efetividade são assim descritos por Oliveira e Passador (2019):

Eficiência: de origem econômica, significa atingir os objetivos do programa, priorizando as normas estabelecidas, com a menor relação custo-benefício possível;

Eficácia: mede o grau em que as metas e os objetivos foram alcançados, traduzindo de modo simplificado o resultado atingido;

Efetividade: também tratado na literatura como medida de impacto, indica os efeitos positivos relacionados ao público-alvo do programa. É uma dimensão mais ampla, pois analisa os aspectos econômicos, socioculturais, ambientais e institucionais, ou seja, a efetividade mede tanto a quantidade quanto a qualidade das metas alcançadas pelo programa. (OLIVEIRA; PASSADOR, 2019, p. 331).

MOTA et al. (2021) apresentam as seguintes definições para *accountability*:

(i) um método de responsabilização do gestor; (ii) uma ferramenta de controle por parte da sociedade e dos órgãos institucionais; (iii) uma prestação de contas a sociedade e aos órgãos fiscalizadores; (iv) uma forma de exigir participação e transparência nos atos praticados pelas organizações. (MOTA et al., 2021, p. 15).

Quanto ao momento de sua realização, as avaliações de políticas públicas podem ser *ex-ante* ou *ex-post*. O objetivo das avaliações *ex-ante* é o de levantar informações que possam subsidiar a definição quanto à implementação ou não de uma política pública. Já as avaliações *ex-post* ocorrem durante ou ao término de uma política pública e têm como objetivo analisar se os resultados esperados foram alcançados, se a política deve se manter, ou se aperfeiçoamentos são necessários (COHEN; FRANCO, 2014 apud CUNHA, 2018).

Em relação à perspectiva adotada, as avaliações de políticas públicas podem ser divididas em 2 grupos assim definidos:

Avaliação de processos [...] procura detectar, periodicamente, as dificuldades que ocorrem durante o processo, a fim de se efetuarem correções ou adequações. Ela permite identificar os verdadeiros conteúdos do programa, se ele está sendo realizado conforme o previsto, se está atingindo o público-alvo e se os benefícios estão sendo distribuídos corretamente. Acompanhando os processos internos, ela focaliza os fatores que influenciam a implementação, estimulando mudanças, quando necessárias (RAMOS; SCHABBACH, 2012, p. 1277).

e

Avaliação de impacto [...] procura verificar em que medida o programa alcançou os objetivos e quais foram seus efeitos e consequências, indagando, após sua implementação, se houve modificações na situação problema que originou a formulação do programa e examinando o sucesso ou fracasso em termos de mudança efetiva nas condições prévias de vida das populações beneficiadas (RAMOS; SCHABBACH, 2012, p. 1278).

Nos últimos anos tem sido observado no Brasil um processo em busca da modernização do Estado para melhoria no desempenho da gestão pública. Um bom exemplo é a obrigatoriedade estabelecida pelo Decreto Nº 10.411, de 30 de junho de 2020, de Análise de Impactos Regulatórios – AIR antes da implementação de normativos (BRASIL, 2020).

O mesmo decreto (BRASIL, 2020) estabelece a importância de realização de Avaliação de Resultado Regulatório – ARR de atos normativos de entidades da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, que deverão integrar agenda de ARR dessas instituições desde que atendam um ou mais dos pontos listados abaixo:

- I – ampla repercussão na economia ou no País;
- II – existência de problemas decorrentes da aplicação do referido ato normativo;
- III – impacto significativo em organizações ou grupos específicos;
- IV – tratamento de matéria relevante para a agenda estratégica do órgão; ou
- V – vigência há, no mínimo, cinco anos (BRASIL, 2020).

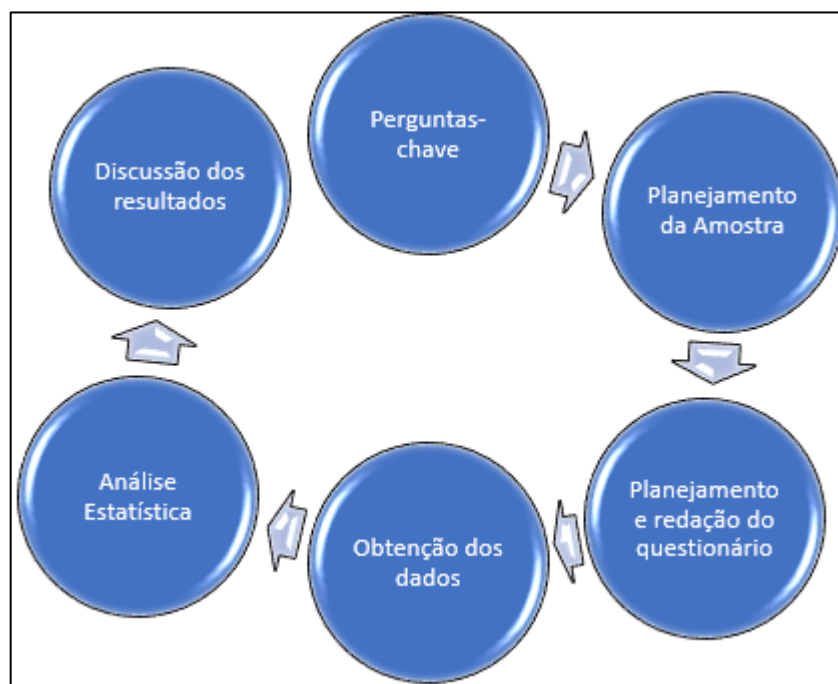
Em síntese, a avaliação de políticas públicas adiciona à administração pública “transparência [...] torna mais eficiente o gasto do governo e [...] honra o cidadão pagador de tributos. Sabendo da existência de uma forte restrição orçamentária, é essencial para saber como e onde aplicar os recursos públicos” (MENEQUIN; FREITAS, 2015, p. 3).

## 4.2 Avaliação do processo de implantação das novas condições de operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco

O objetivo desta seção é apresentar metodologia que permita analisar a percepção de usuários, gestores de recursos hídricos e outros atores envolvidos na implantação das novas condições de operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco definidas na Resolução nº 2.081/2017.

A metodologia baseia-se em investigação empírica por meio da aplicação de questionário para obter dados dos diversos usuários e gestores de recursos hídricos do SHRSF. A aplicação de questionário consta como um dos métodos analíticos sugeridos pela autoridade regulatória do Reino Unido para avaliação de processo de atos normativos já implementados (REINO UNIDO, 2020b). Neste caso, foram realizadas as etapas indicadas na Figura 12.

Figura 12 - Etapas da metodologia para avaliação do processo de implantação do ato regulatório



Fonte: Manzato e Santos (2012, adaptado).

As questões do questionário buscarão responder às seguintes perguntas-chave:

- Novas condições de operação eram necessárias?
- As análises para elaboração do normativo levaram em consideração o atendimento dos usos múltiplos da água?
- A discussão para elaboração da resolução envolveu os diversos interesses existentes pela água no sistema hídrico?
- As informações quanto à operação do SHRSF são de fácil acesso?
- As novas regras irão preservar os estoques armazenados nos reservatórios?
- Os conflitos serão reduzidos em função das novas condições de operação?

Segundo Hill (2016, p.41) ao “[...] conjunto total dos casos sobre os quais se pretende retirar conclusões dá-se o nome de População ou Universo.” No presente estudo, o universo é o conjunto de todos os usuários de recursos hídricos do SHRSF e instituições envolvidas na gestão de água na bacia. Considerando que a investigação de todos os casos não é possível, foi utilizada uma amostra desse universo que possa ser representativa do todo.

A amostra do universo de usuários de recursos hídricos utilizada é a lista de participantes nas reuniões mensais da Sala de Acompanhamento do SHRSF, coordenada pela ANA. Até julho de 2021, a lista contemplava 235 representantes de usuários de recursos hídricos (setor elétrico, agricultura irrigada, navegação, meio ambiente, entre outros) e demais esferas envolvidas com a temática.

O questionário elaborado foi composto de perguntas fechadas, o que “[...] permite a aplicação direta de tratamentos estatísticos com auxílio de computadores e elimina a necessidade de se classificar respostas” (NOGUEIRA, 2002, p. 2).

Hill (2016) destaca a importância de pequena introdução no questionário como essencial para atrair a cooperação do respondente. Devem constar na introdução do questionário informações sobre o investigador, natureza, objetivo almejado com o instrumento e compromisso de sigilo das respostas fornecidas. Ferber (1974 apud NOGUEIRA, 2002) aponta como importante também que o questionário contenha perguntas que os respondentes queiram e possam responder, que não sejam ambíguas e que utilizem linguagem adequada à amostra investigada. Chaer et al.

(2011) destaca que o questionário não deve ter uma quantidade grande de perguntas o que poderia desencorajar o seu preenchimento.

Foram elaboradas perguntas para respostas com escalas nominais e ordinais. Escalas nominais consistem “[...] num conjunto de categorias de resposta qualitativamente diferentes e mutuamente exclusivas” (HILL; HILL, 2016, p. 106). Escalas ordinais “[...] admitem uma ordenação numérica das suas categorias, ou seja, das respostas alternativas, estabelecendo uma relação de ordem entre elas” (HILL; HILL, 2016, p. 108).

A primeira pergunta do questionário refere-se à concordância ou não do respondente em participar da pesquisa por meio aceitação de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. O TCLE “[...] aborda informações que precisam estar descritas de forma clara e de fácil compreensão, destacando riscos, possíveis benefícios e procedimentos” (SOUZA et al., 2013).

O TCLE constante do questionário deixa claro se tratar de uma pesquisa de participação espontânea sem riscos e prejuízos ao respondente e de caráter anônimo. Caso o respondente não avalize o TCLE o questionário é finalizado não sendo abertas as perguntas subsequentes.

A segunda pergunta do questionário visa classificar o respondente em uma categoria de usos de recursos hídricos. São elencadas 11 opções além de uma opção aberta para inserção livre caso o respondente não se identifique em nenhuma das demais.

Para as demais perguntas foram utilizadas respostas com escalas ordinais, no caso a escala de *Likert*, usualmente utilizada para mensuração de crenças e atitudes, assim definida:

A escala de Likert, que consiste de uma série de afirmações a respeito de determinado objeto. Para cada afirmação há uma escala de cinco pontos, correspondendo nos extremos a “concordo totalmente” e “discordo totalmente” [...] Também se utiliza a inversão de parte das afirmações para que não ocorra o efeito de halo, isto é, que o respondente marque uma alternativa em função unicamente da sua marcação para a afirmação anterior (NOGUEIRA, 2002).

A versão final do questionário contou com oito questões e foi aplicada a cinco especialistas em regulação de recursos hídricos e saneamento básico da ANA, alguns participantes da amostra alvo da pesquisa e membros da banca de qualificação do presente trabalho para que pudessem avaliar a introdução, clareza e compreensão do texto, as perguntas e sua ordem (CHAGAS, 2000).

O questionário aplicado está apresentado no Apêndice A. Para distribuição do questionário foi utilizada a plataforma *Microsoft Forms*<sup>8</sup>. Além do e-mail, essa ferramenta permite o envio do questionário através de aplicativos de mensagens instantâneas para *smartphones*, como por exemplo o *Whatsapp*, e em *chats* durante as reuniões de acompanhamento do SHRSF.

O questionário foi aberto e disponibilizado a partir das 09:45 de 06/07/2021, por ocasião da 7ª reunião da Sala de Acompanhamento do Sistema Hídrico do Rio São Francisco no ano, e encerrou-se 64 dias depois, em 08/09/2021 às 16h, dia em que ocorreu a 9ª reunião dessa mesma Sala.

Para avaliação dos dados obtidos, foi utilizado o *software R*. “O R é um software gratuito e muito usado nas ciências exatas e/ou engenharias para a determinação de estatísticas básicas e avançadas” (SILVA FILHO; SOUZA, 2013, p175). Foram utilizados os seguintes pacotes para construção da análise: (i) *plyr*; (ii) *tidyverse*; (iii) *lubridate*; (iv) *readxl*; e (v) *likert*. “Pacote é uma coleção de funções e dados que ampliam o R” (SCHMULLER, 2019, p. 31).

A primeira análise objetivou verificar o quantitativo de respostas diárias recebidas ao longo do período em que o questionário esteve aberto. Em seguida foi feita a categorização dos respondentes pela finalidade de uso ou seu envolvimento na temática, bem como avaliação quanto à viabilidade de agrupamento de categorias em grupos representativos.

O passo seguinte foi avaliar a confiabilidade do questionário. Para isso, lançou-se mão do coeficiente de alfa de *Cronbach*, “[...] técnica utilizada para avaliação da confiabilidade e consistência interna de instrumentos de medição” (GASPAR; SHIMOYA, 2017, p. 1).

De acordo com Gaspar e Shimoya (2017), citando Freitas e Rodrigues, a confiabilidade de um questionário a partir dos resultados obtidos do coeficiente de alfa de *Cronbach* são as seguintes:

- $\alpha \leq 0,3$ : muito baixa;
- $0,3 < \alpha \leq 0,6$ : baixa;
- $0,6 < \alpha \leq 0,75$ : moderada;
- $0,75 < \alpha \leq 0,9$ : alta; e
- $\alpha > 0,9$ : muito alta.

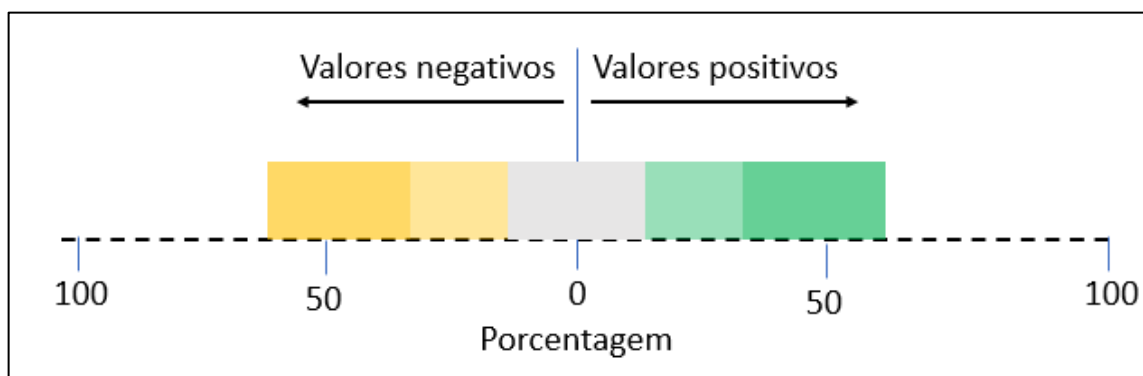
---

<sup>8</sup> Ferramenta pesquisas on-line da Microsoft.

Para exame dos resultados obtidos foram elaborados gráficos de barras empilhadas divergentes. Heiberger e Robbins (2014) consideram gráficos de barras empilhadas divergentes como a principal técnica de exibição gráfica para *Likert* e escalas relacionadas.

Essa técnica separa à esquerda valores negativos e à direita os positivos permitindo uma visualização mais efetiva dos resultados (Figura 13).

Figura 13 - Gráfico de barras empilhadas divergentes



Fonte: Bounthavong (2019, adaptado).

A utilização desses gráficos permite a análise das respostas do questionário considerando toda a amostra e sob a perspectiva da categoria do respondente, facilitando a comparação entre diferentes percepções de acordo com os diversos interesses na temática.

Foi feita também a análise estatística do relacionamento entre as respostas para distintas perguntas. Para isso, foram calculados os coeficientes de correlação de *Pearson*, assim definido:

O coeficiente de correlação *Pearson* ( $r$ ) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009, p. 119).

De acordo com Dancy e Reidy (2005 apud FIGUEIREDO FILHO; SILVA JÚNIOR, 2009) coeficientes de correlação de *Pearson* com valores iguais ou superiores a 0,7 podem ser interpretadas como indicação de forte relacionamento entre as variáveis.

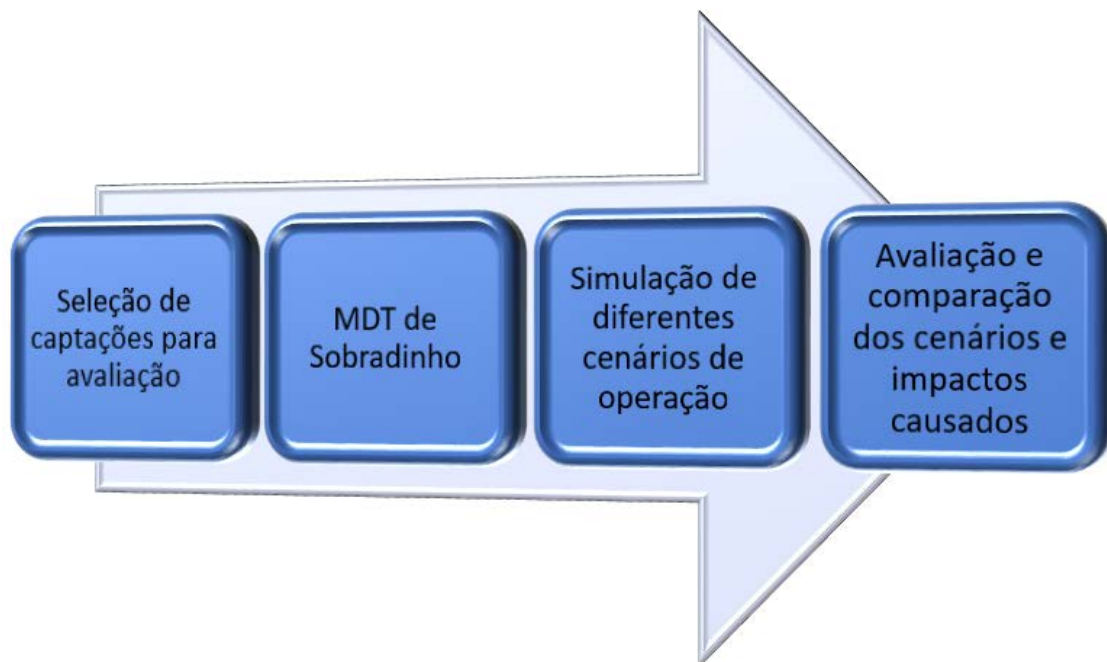
Por fim, no Apêndice B apresenta-se o *script* construído no R que foi utilizado nesta pesquisa.

### 4.3 Avaliação de impacto do normativo

Nesta seção será descrita a metodologia proposta para analisar a efetividade do normativo e eventuais impactos sobre usuários de recursos hídricos em razão do recuo do espelho d'água do reservatório gerado pela nova regra para operação do barramento. A metodologia em questão foi aplicada ao reservatório de Sobradinho tendo em vista seu papel estratégico na regularização de vazões do rio São Francisco, a disponibilidade de informações de campo bem como de batimetria recente.

Conforme ilustrada na Figura 14, a metodologia compreende as seguintes etapas: (i) seleção das captações objeto de avaliação; (ii) modelo digital do terreno – MDT para o reservatório de Sobradinho; (iii) simulação do comportamento do reservatório de Sobradinho para diferentes cenários de operação; e (iv) avaliação e comparação dos cenários simulados e seus impactos nas captações escolhidas.

Figura 14 - Etapas da metodologia para avaliação de impacto



Fonte: Elaboração do próprio autor.



#### 4.3.1 Seleção de usuários no lago de Sobradinho

Em consulta ao banco de dados de outorga da ANA, realizada em 24 de março de 2021, foram identificadas 8.634 outorgas federais ativas para captações na calha do rio São Francisco, conforme disposto no Anexo A. Desse total, 924 correspondem a captações no remanso de Sobradinho discriminadas por finalidade na Tabela 7.

Tabela 7 - Outorgas federais para captação por finalidade de uso no lago da UHE Sobradinho

Finalidade	Outorgas vigentes
Irrigação	841
Indústria	2
Aquicultura em tanque escavado	3
Criação animal	1
Abastecimento público	57
Mineração	2
Outras	18

Fonte: Elaboração do próprio autor.

O deplecionamento do reservatório de Sobradinho pode vir a afetar usuários de recursos hídricos que captam água diretamente no lago. Para avaliar o efeito da variação da área molhada de Sobradinho, foram selecionadas as captações existentes no remanso da barragem que foram objeto de campanha de fiscalização realizada pela Superintendência de Fiscalização – SFI da ANA em 2017 para “verificar o atendimento de regras constantes na Resolução 1.043/2017 da ANA, que criou o “Dia do Rio”.” (ANA, 2018a, p. 4).

A Tabela 8 e a Figura 15 detalham os usuários selecionados para a avaliação de impacto e respectivas coordenadas geográficas.

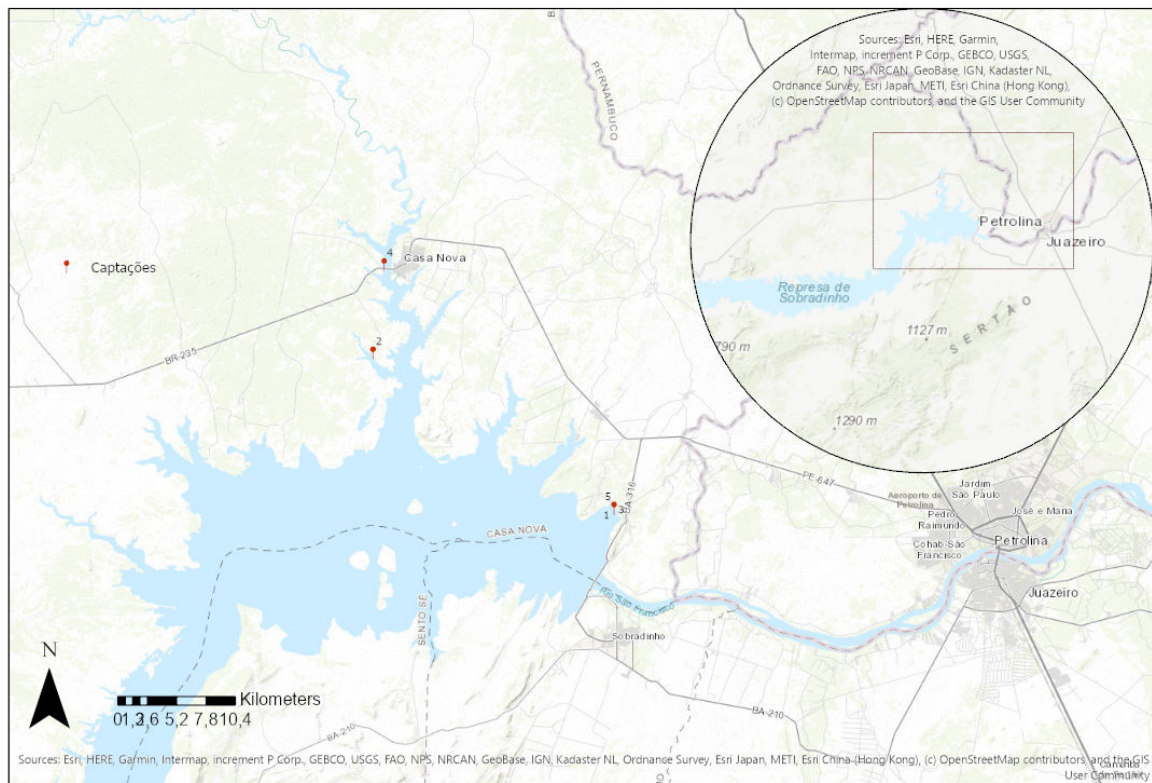
Tabela 8 - Descrição e coordenadas geográficas das captações selecionadas

Ponto	NOME	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
1	Associação Comunitária dos Produtores Rurais do Riacho dos Algodões	9,36602°	40,8105°

Ponto	NOME	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
2	Associação dos Agricultores do Vale do Angical	9,25075°	41,00169°
3	Fazenda Riacho 1	9,37105°	40,80475°
4	Associação dos Produtores Agrícolas do São Vitor e Adjacências de Casa Nova	9,18016°	40,99558°
5	Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho	9,37083°	40,80498°

Fonte: ANA (2018a, adaptado).

Figura 15 - Captações selecionadas no lago da UHE Sobradinho



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dentre as captações vistoriadas no lago de Sobradinho, destaca-se a referente ao Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho – DINC. A vazão captada pelo Distrito atende 2.333 irrigantes, em uma área irrigada superior a 23 mil ha (DINC, 2020). Além disso, a água que corre nos canais de irrigação é utilizada para o abastecimento humano de mais de 34 mil pessoas (CODEVASF, 2013). O DINC

(2020) estima que 120 mil empregos, diretos e indiretos são gerados pelo perímetro. Em seu Plano Operativo para 2021, o DINC destaca a relevância regional do distrito uma vez que

[...] em função dos investimentos nele já realizados e pelo retorno social tanto em termos de empregos, crescimento socioeconômico, geração de impostos etc, pois é sabido que o crescimento da região Petrolina-Juazeiro, é do bom funcionamento deste projeto. (DINC, 2020a, p. 8)

As vistorias às captações no lago de Sobradinho foram realizadas entre os dias 20 e 21 de junho de 2017, ocasião em que o reservatório chegou a registrar nível d'água de 383,20 m, correspondente a 12,49% de seu volume útil.

#### 4.3.2 Modelo Digital de Terreno - MDT do lago de Sobradinho

A Resolução Conjunta ANA/ANEEL Nº 3, de 10 de agosto de 2010, estabeleceu a obrigação de atualização das curvas cota-área-volume de empreendimentos hidrelétricos despachados pelo ONS que se enquadrassem nas seguintes condições:

- I – para empreendimentos que, na data de publicação desta Resolução, estiverem em operação há oito anos ou mais, a atualização deverá ser feita no prazo de até 24 meses contados da data de publicação desta Resolução e, a partir da referida atualização, a cada 10 anos;
- II – para os demais empreendimentos não atingidos pelo inciso I, a atualização deverá ser realizada a cada 10 anos, contados a partir da referida atualização, a cada 10 anos (ANA; ANEEL, 2010).

Em atendimento a essa exigência, a CHESF contratou empresa para realizar levantamento batimétrico do reservatório da UHE Sobradinho para atualização da curva Cota x Área x Volume, cujos resultados foram encaminhados em 2021 à Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológico - SGH da ANA (ANA, 2021d).

A atualização da batimetria entregue confirma a expressiva variação da área do espelho d'água do reservatório de Sobradinho entre seus níveis mínimo e máximo operacionais, de 2.844 km<sup>2</sup> (ANA, 2021d). Em seu afastamento máximo o reservatório chega a recuar mais de 40 km na área de remanso. Na zona mais próxima da crista da barragem, o afastamento chega a superar 7,5 km.

Entre os produtos entregues do levantamento batimétrico, consta o modelo digital de terreno – MDT para o reservatório de Sobradinho que corresponde a “grade retangular com uma resolução espacial de 5 metros [...]” reproduzindo em três dimensões o volume do reservatório (ANA, 2021d, p. 21). A partir do MDT, utilizando-

se de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica – SIG, neste estudo, o ArcGis Pro, é possível representar a área inundada pelo reservatório para diferentes volumes armazenados.

#### 4.3.3 Simulação de diferentes cenários de operação

De acordo com o *HM Treasury*<sup>9</sup> (2020a) avaliações de impacto devem buscar técnicas que possam permitir a análise da extensão dos efeitos causados pela aplicação de normativo. Essa abordagem baseia-se na comparação do que acontece em um cenário que considera o ato normativo em vigor com outro em que a ação regulatória a ser avaliada é orientada de forma distinta.

Uma vez que a Resolução da ANA entrou em vigor recentemente, em 1º de maio de 2019, entende-se que a comparação da situação das novas condições em vigor com outros cenários de operação em um intervalo de menos de três anos poderia ser insuficiente para subsidiar conclusões.

Para a análise dos impactos para um período maior, alternativamente, foram utilizadas informações anteriores, a partir da entrada em operação da última unidade de geração da UHE Xingó em 27/08/1997, quando o Sistema Hídrico do Rio São Francisco se completou como se conhece nos dias de hoje (CHESF, 2016a). Assim, considerando essa data e que a Resolução ANA Nº 2081/2017 define os condicionantes operativos a serem observados no mês sempre no 1º dia útil de cada mês, foi estabelecido como ponto de partida de todos os cenários simulados o armazenamento de Três Marias e Sobradinho observados em 01/09/1997, de 78,02% e 89,05% de seus volumes úteis, respectivamente. Assim o período simulado compreende de 01/09/1997 a 31/12/2020.

Para avaliação dos efeitos da operação de Sobradinho sobre o recuo do espelho d'água do reservatório, foi simulada a evolução do armazenamento considerando o atendimento às seguintes políticas de operação:

- Cenário 1: restrição vigente antes da entrada em vigor da Resolução ANA 2.081/2017;

---

<sup>9</sup> Her Majesty's Treasury, é o ministério econômico e financeiro do Reino Unido responsável pela manutenção e controle de gastos públicos, definição da política econômico e crescimento forte e sustentável (Disponível em: <https://www.gov.uk/government/organisations/hm-treasury>, tradução nossa).

- Cenário 2: proposta de política de operação apresentada no balanço hídrico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia (2016-2025); e
- Cenário 3: condicionantes operativas estabelecidas na Resolução ANA Nº 2.081/2017.

Para simulação da evolução do armazenamento de Sobradinho foram usadas equações de balanço hídrico com discretização diária. Essas são as mesmas equações que vêm sendo utilizadas para construção e validação das curvas de segurança de Três Marias e Sobradinho, a saber (ONS, 2020a):

- Três Marias:

$$V_t = V_{t-1} + Q_{nat,t} - C_t - E_t - D_t$$

Onde:

$V_t$  - é o volume acumulado no passo de tempo atual;

$V_{t-1}$  - é o volume acumulado no passo anterior;

$Q_{nat,t}$  - é a variação de volume devida à vazão natural;

$C_t$  - é a variação de volume devida às vazões para usos consuntivos;

$E_t$  - é a variação de volume devida à evaporação líquida. A evaporação líquida é função da área alagada, que, por sua vez, é função do volume acumulado;

$D_t$  - é a variação de volume devida às vazões defluentes do reservatório;

- Sobradinho:

$$V_t = V_{t-1} + Q_{inc,t} + D_{TM;t-15} + D_{QM;t-15} - C_t - E_t - D_t$$

Onde:

$V_t$  - é o volume acumulado no passo de tempo atual;

$V_{t-1}$  - é o volume acumulado no passo anterior;

$Q_{inc,t}$  - é a variação de volume devida à vazão incremental;

$D_{TM;t-15}$  - é a variação de volume devida à propagação das defluências da UHE Três Marias, considerando um tempo de viagem de 15 dias;

$D_{QM,t-15}$  - é a variação de volume devida à propagação das defluências da UHE Queimado, considerando um tempo de viagem de 15 dias;

$C_t$  - é a variação de volume devida às vazões de usos consuntivos;

$E_t$  - é a variação de volume devida à evaporação líquida. A evaporação líquida é função da área alagada, que, por sua vez, é função do volume acumulado;

$D_t$  - é a variação de volume devida às vazões defluentes do reservatório;

As séries de vazões naturais afluentes a Três Marias, incrementais a Sobradinho e de defluências da UHE Queimado foram obtidas a partir das informações disponíveis no Sistema de Acompanhamento de Reservatórios – SAR<sup>10</sup> da ANA. No que concerne aos usos consuntivos, foram empregadas as séries históricas utilizadas pelo ONS “com base nas informações homologadas pela ANA” (ONS, 2020a, p. 16).

Os volumes referentes à evaporação foram calculados a partir da “vazão relativa à evaporação do reservatório, obtida a partir do polinômio Cota x Área e do vetor mensal de evaporação líquida do reservatório” (ONS, 2020b, p. 4).

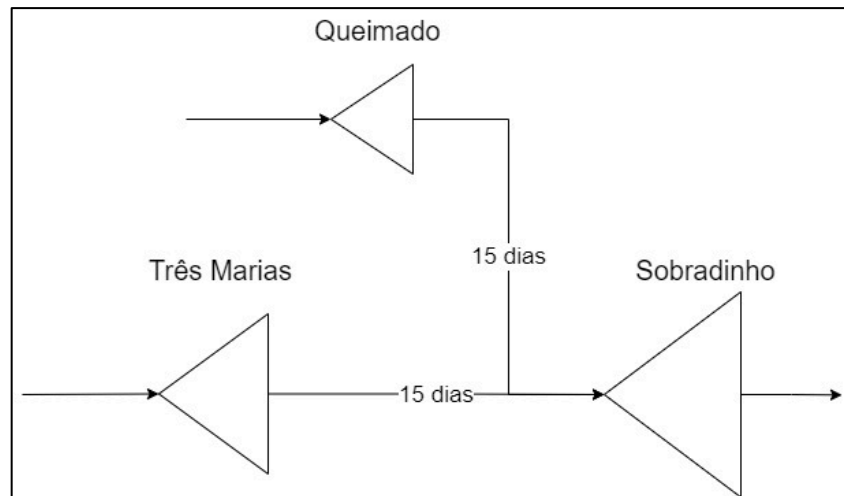
Foram consideradas ainda as seguintes premissas:

- Tempo de viagem de 15 dias para propagação das defluências de Três Marias e Queimado até Sobradinho (Figura 16);
- Observância aos volumes de espera<sup>11</sup>;
- Operação a fio d'água em Três Marias caso atingido o volume útil de 3% e enquanto as afluências se apresentem insuficientes para atendimento de vazões defluentes mínimas; e
- Operação a fio d'água em Sobradinho em caso de esgotamento do volume útil e enquanto as afluências se apresentem insuficientes para atendimento de vazões defluentes mínimas.

<sup>10</sup> Dados do SAR disponível em: [www.ana.gov.br/sar](http://www.ana.gov.br/sar)

<sup>11</sup> Séries de volumes de espera obtidas no SAR/ANA.

Figura 16 - Tempos de viagem até o reservatório de Sobradinho



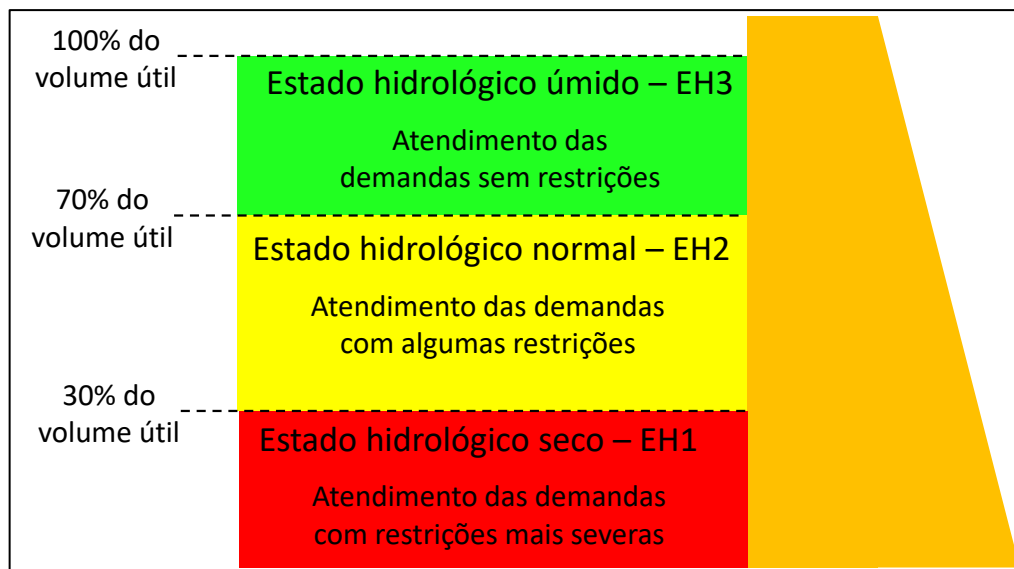
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com essas premissas estabelecidas, foram construídos os três cenários para a operação do reservatório Sobradinho para avaliar o comportamento do seu espelho d'água. O cenário 1 considera a repetição na íntegra das afluições a Sobradinho observadas no período de análise (01/09/1997 a 31/12/2020) e o atendimento à defluência mínima de 1.300 m<sup>3</sup>/s. Nesse cenário, portanto, a simulação fica restrita ao reservatório de Sobradinho.

No cenário 2, a simulação estima o comportamento do SHRSF aplicando-se a política de operação proposta no balanço hídrico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco – PRHSF (CBHSF, 2016b). Nesse caso, como são colocadas condicionantes para o reservatório de Três Marias, a montante, é necessário simular este último e seus efeitos em cadeia na simulação do comportamento do reservatório de Sobradinho.

A política de operação constante do Plano prevê o atendimento a defluências mínimas mensais em função do estado de armazenamento de Três Marias e Sobradinho, chamado de estado hidrológico (seco – EH1, normal – EH2 e úmido – EH3) conforme ilustrado na Figura 17 (CBHSF, 2016b).

Figura 17 - Estados hidrológicos



Fonte: CBHSF (2016b, p. 108, adaptado).

As defluências mínimas mensais de Três Marias e Sobradinho a serem atendidas de acordo com o estado hidrológico a cada mês são indicadas na Tabela 9 (CBHSF, 2016b).

Tabela 9 - Defluências mínimas mensais das UHEs Três Marias e Sobradinho em função do estado hidrológico, em m<sup>3</sup>/s

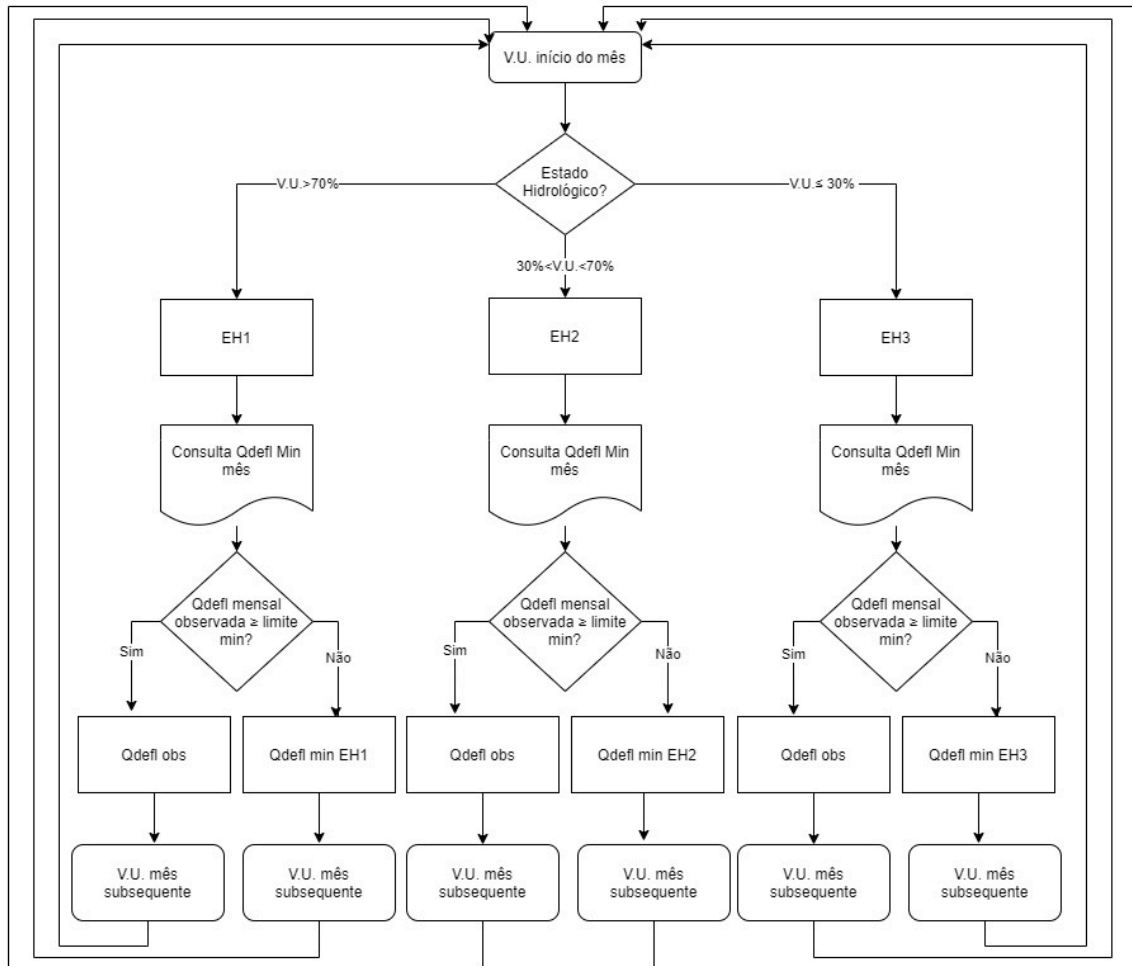
Mês	Três Marias			Sobradinho		
	EH1	EH2	EH3	EH1	EH2	EH3
Janeiro	700	550	500	3200	1800	1400
Fevereiro	700	600	550	3300	1850	1450
Março	700	550	500	3200	1800	1350
Abril	650	550	500	3000	1700	1300
Maio	600	450	450	2700	1550	1150
Junho	500	450	400	2400	1400	1000
Julho	450	400	350	2200	1300	950
Agosto	500	400	350	2300	1350	950
Setembro	500	450	400	2400	1400	1000
Outubro	600	500	450	2800	1600	1200
Novembro	650	550	450	3000	1700	1300
Dezembro	650	550	500	3100	1750	1350

Fonte: CBHSF (2016b, adaptado).



A Figura 18 apresenta as etapas da simulação da operação de Três Marias e Sobradinho a partir da política de operação de balanço hídrico constante no Plano da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (cenário 2).

Figura 18 - Etapas para simulação da operação no cenário 2



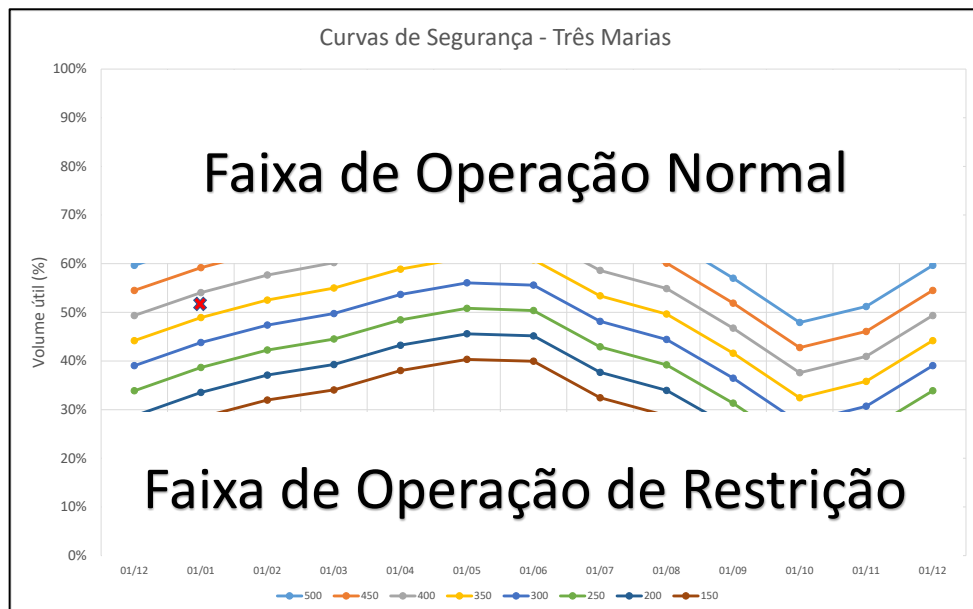
Fonte: Elaboração do próprio autor.

A simulação do cenário 3 objetiva verificar qual seria o comportamento do reservatório de Sobradinho caso as condições de operação estabelecidas na Resolução ANA Nº 2.081/2017 estivessem em vigor desde 01/09/1997. Na definição das defluências a serem praticadas por Três Marias e Sobradinho foram consideradas as diretrizes descritas a seguir.

Quando Três Marias iniciar o mês na Faixa de Operação Normal, volume útil igual ou superior a 60%, não há restrição de defluência, desde que atendido o mínimo de 150 m<sup>3</sup>/s estabelecido para essa faixa.

Na Faixa de Operação de Atenção, entre 30 e 60% do volume útil, a defluência máxima mensal é limitada pelo posicionamento do armazenamento do reservatório em relação às curvas de segurança para Três Marias. A Figura 19 exemplifica como é o procedimento para estabelecimento da defluência máxima mensal a ser observado. Nessa Figura hipotética, o reservatório de Três Marias iniciou o mês de janeiro com volumes que o colocaram entre as curvas de permanência de 400 e 350 m<sup>3</sup>/s. Neste exemplo, a defluência mensal máxima de janeiro não pode superar 350 m<sup>3</sup>/s. Assim como na Faixa de Operação Normal, deve ser observado o atendimento a uma defluência mínima de 150 m<sup>3</sup>/s.

Figura 19 - Caso hipotético do estabelecimento da vazão defluente considerada

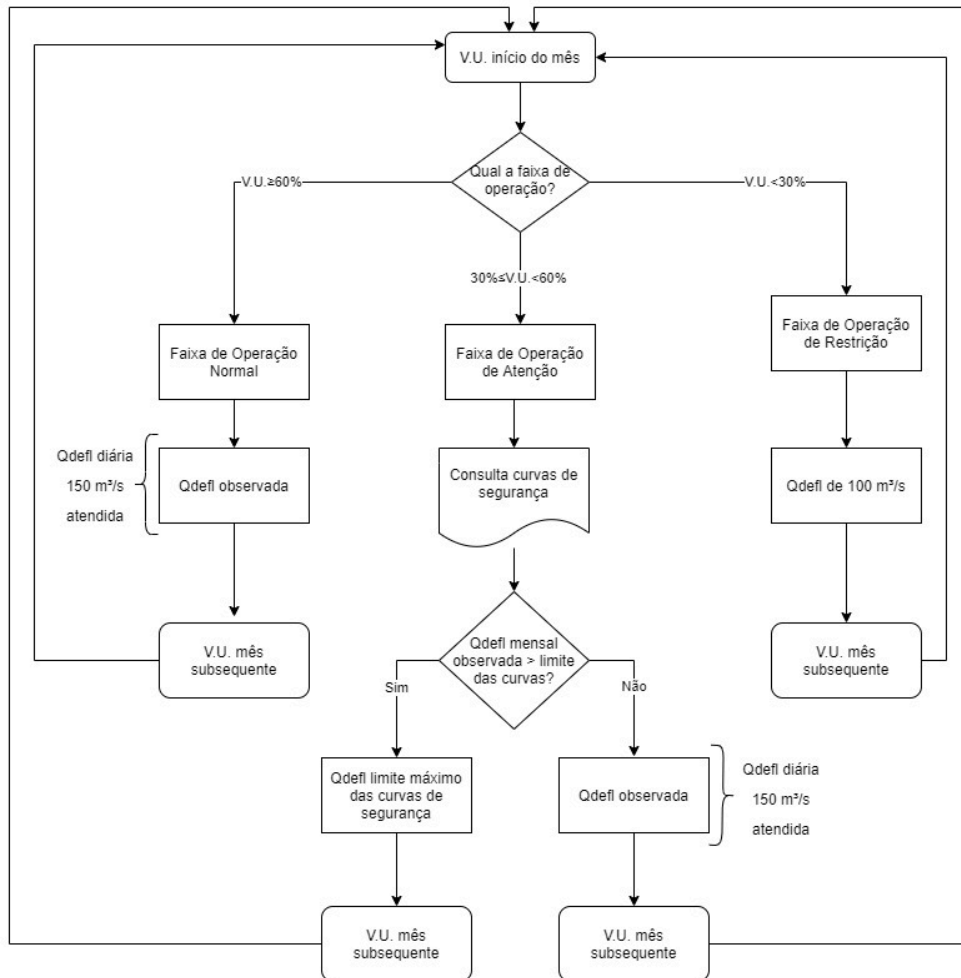


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Caso Três Marias inicie o mês com volume útil menor que 30%, ou seja, operando na Faixa de Restrição, a defluência considerada na simulação será de 100 m<sup>3</sup>/s, valor mínimo permitido pela Resolução 2081/2017 nesta faixa.

A Figura 20 apresenta as etapas para simulação da operação da UHE Três Marias no cenário 3.

Figura 20 - etapas para a simulação da operação de Três Marias no cenário 3



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tendo por base as defluências oriundas da operação de Três Marias, atendidas as condições estabelecidas na política de operação do cenário 3, parte-se para a simulação de Sobradinho neste mesmo cenário. Para simulação de Sobradinho foram adotadas as seguintes premissas adicionais uma vez que “[...] a defluência de Sobradinho deve ser suficiente para cobrir os usos consuntivos e a evaporação dos reservatórios no trecho até Xingó [...]” (ANA, 2019e, p.1):

- Itaparica operando com nível constante de 30% de seu volume útil; e
- Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV e Xingó, operando a fio d’água, com operação ininterrupta com 100% do volume útil.

Isso posto, na Faixa de Operação Normal, quando o armazenamento no início do mês for maior ou igual a 60% do volume útil, não há limitação de defluência para

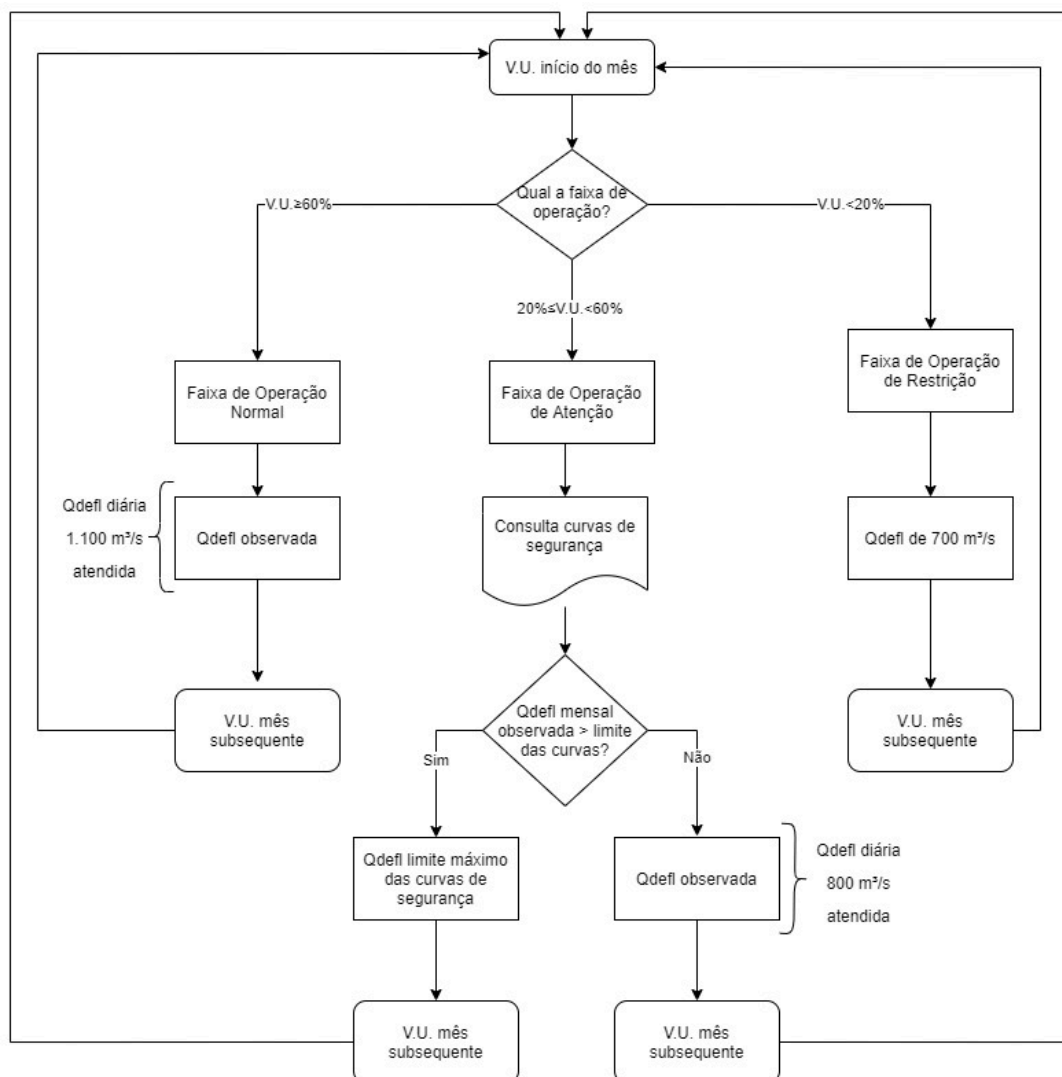
Sobradinho, desde que atendida uma defluência mínima de 1.100 m<sup>3</sup>/s na UHE Xingó (ANA, 2017b).

Se Sobradinho iniciar o mês com armazenamento menor que 60%, mas superior a 20%, ou seja, na Faixa de Operação de Atenção, a defluência máxima mensal será limitada pela curva de segurança do reservatório, respeitada a defluência mínima média diária de 800 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2017b).

Na Faixa de Operação de Restrição, abaixo de 20% do volume útil no início do mês, a defluência média mensal adotada na simulação será de 700 m<sup>3</sup>/s, menor valor autorizado nesta condição (ANA, 2017b).

A Figura 21 apresenta as etapas para simulação do reservatório de Sobradinho no cenário 3.

Figura 21 - etapas para a simulação da operação de Sobradinho no cenário 3



Fonte: Elaboração do próprio autor.

#### 4.3.4 Avaliação da efetividade do normativo e comparação dos cenários e impactos causados

A partir dos resultados de evolução do armazenamento em Sobradinho, simulados para os três cenários de operação, foi feita análise dos impactos causados às captações selecionadas em função do recuo do espelho d'água do reservatório durante todo o período avaliado.

Como premissa da avaliação, foi considerado que as captações selecionadas operavam sem intercorrências quando foram vistoriadas. Como destacado anteriormente, na data da vistoria o reservatório operava na cota 383,20 m (12,49% do volume útil).

Os pontos georreferenciados pela equipe de fiscalização referem-se às coordenadas das captações, não ao local onde elas estão no espelho d'água do reservatório (Figura 22). Por essa razão, foi necessário ajustar as coordenadas das captações para a borda do espelho d'água do reservatório à cota 383,20m.

Figura 22 - Vistoria à captação da Associação Comunitária dos Produtores Rurais do Riacho dos Algodões com detalhe das tubulações para alcance do espelho d'água no destaque em vermelho



Fonte: ANA (2018a, p. 12, adaptado).

Utilizando as ferramentas do *Arc Gis*, o primeiro passo foi obter a poligonal do espelho d'água de Sobradinho na cota 383,20m, empregando a ferramenta *Contour List*. Para a construção da área alagada de interesse, a ferramenta, localizada dentro da subpasta *Raster Surface* da pasta *3D Analyst Tools*, é alimentada com os dados do MDT do reservatório e com a cota de interesse.

Em seguida empregando a ferramenta *Near*, encontrada na subpasta *Proximity* da pasta *Analysis Tools*, o SIG aponta a menor distância entre as coordenadas levantadas e o lago na cota 383,20m. Para isso, basta fornecer as coordenadas levantadas e a superfície do reservatório.

Assim, foram realocadas as coordenadas das captações para tangenciar o espelho d'água no N.A. 383,20m, as quais servirão de referência para avaliação quanto aos eventuais impactos de recuo do reservatório.

Com os resultados das três simulações de evolução de Sobradinho, utilizando-se da ferramenta *Contour List*, foram desenhados os espelhos d'água para os menores níveis d'água verificados em cada cenário. Além dos cenários simulados, foi desenhado também o espelho d'água para o menor volume útil observado em todo o histórico de operação de Sobradinho, 380,76m (1,03% do volume útil) em 2 de dezembro de 2015.

Empregando a ferramenta *Near* é possível obter as maiores distâncias entre as captações de referência, cota 383,20m (12,49% do volume útil), e os espelhos d'água mínimos identificados nas simulações e o mínimo efetivamente observado. Além da maior distância em relação às captações obtidas a partir dos níveis mínimos identificados nas simulações, foram contabilizados os dias em que as captações de referência teriam sido impactadas por um espelho inferior a 383,20m.

Ainda, utilizando-se como referência as faixas de operação da Resolução 2.081/2017, foram apurados os dias em que o reservatório se manteve em cada uma dessas faixas dentro do período simulado. Por fim, foram contabilizadas as vazões defluentes efetivamente praticadas em cada um dos cenários simulados.

## 5 RESULTADOS

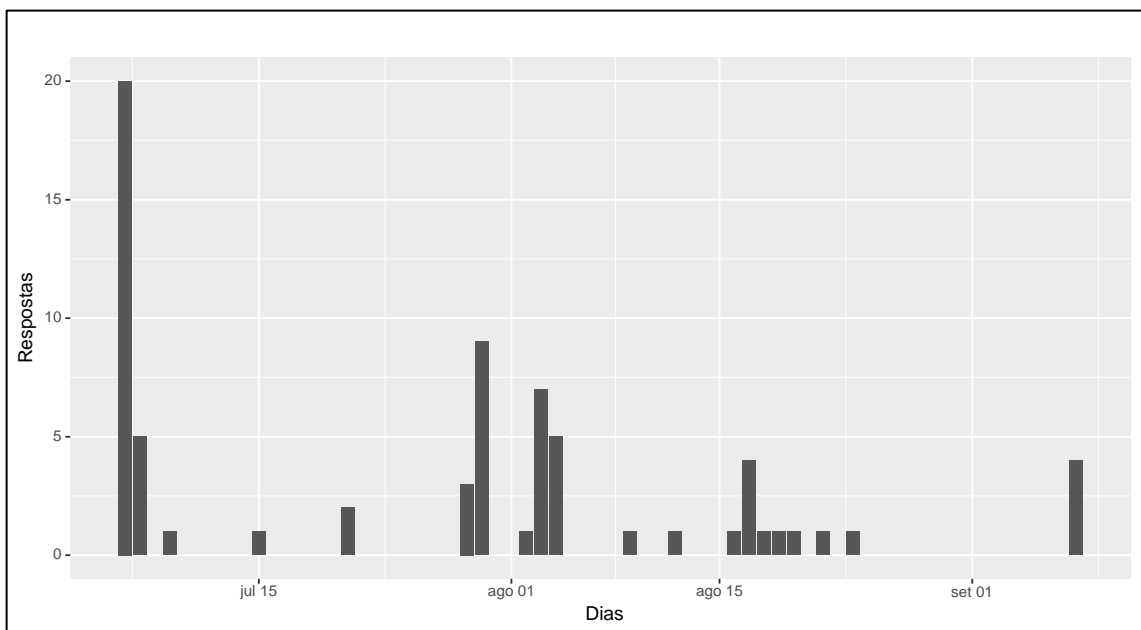
Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da aplicação das metodologias propostas para a avaliação de processo e de impacto descritas no capítulo 4.

## 5.1 Resultados da avaliação de processo

Durante os 65 dias (de 06/07/2021 a 08/09/2021) em que o questionário esteve aberto foram recebidas 70 respostas, o que representa uma participação de 29,8% da amostra investigada. Todos os respondentes manifestaram-se favoráveis ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

Conforme ilustra a Figura 23, assim que o questionário foi aberto observou-se o maior volume de respostas recebidas. À medida que o prazo de disponibilidade do questionário ia passando, diminuía o envolvimento dos participantes, com exceção de alguns picos de respostas recebidas, fruto, muito provavelmente, do reforço da importância de participação de todos na pesquisa comunicado durante a realização das reuniões da Sala de Acompanhamento do Sistema Hídrico do Rio São Francisco nos meses de agosto e setembro de 2021.

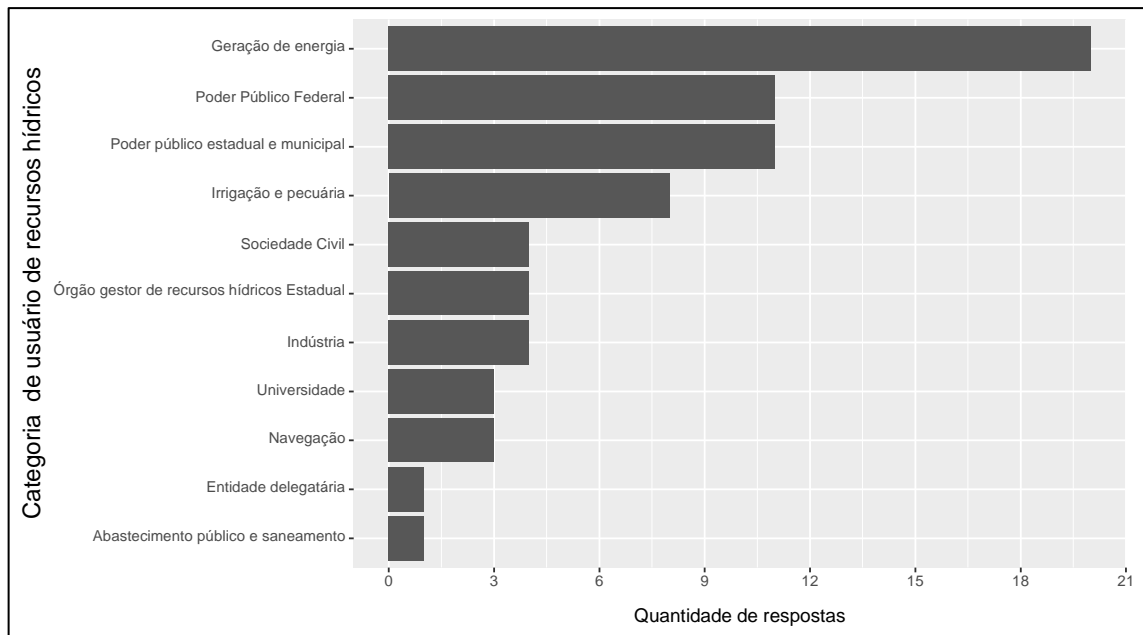
Figura 23 - Recebimento das respostas entre 06/09/2021 e 08/09/2021



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Onze respondentes identificaram-se como representantes de diferentes instituições públicas federais e foram agrupados em uma só categoria, denominada “Poder Público Federal”. A distribuição preliminar das respostas por categoria é apresentada na Figura 24.

Figura 24 - Distribuição preliminar das respostas por categoria de respondente



Fonte: Elaboração do próprio autor.

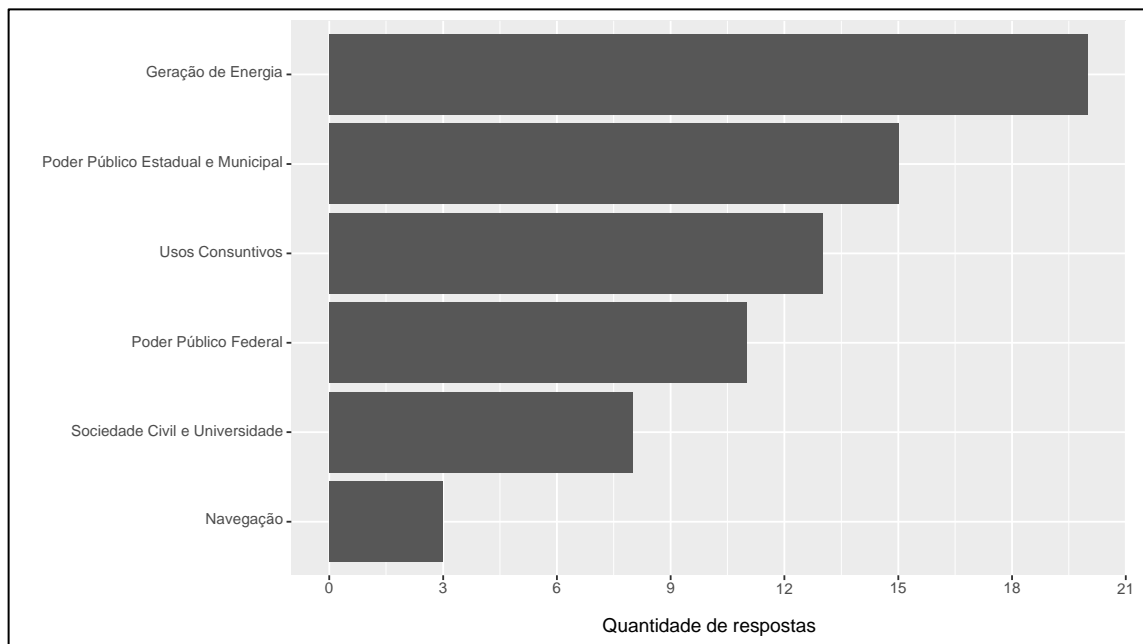
Considerando que algumas categorias tiveram poucas respostas, para maior representatividade das respostas e conhecendo a natureza dos atores participantes da pesquisa, foram feitos os seguintes agrupamentos:

- Poder público estadual e municipal: junção das respostas das categorias Poder Público Poder público estadual e municipal com as da categoria Órgão gestor de recursos hídricos estadual;
- Usos consuntivos: junção das respostas das categorias Irrigação e Pecuária, Indústria e Abastecimento público e saneamento; e
- Sociedade Civil e Universidade: junção das respostas das categorias Sociedade Civil, Universidade e Entidade delegatária.

A Figura 25 ilustra a distribuição final da categorização dos respondentes participantes da pesquisa.



Figura 25 - Distribuição final das respostas por categoria de respondente



Fonte: Elaboração do próprio autor.

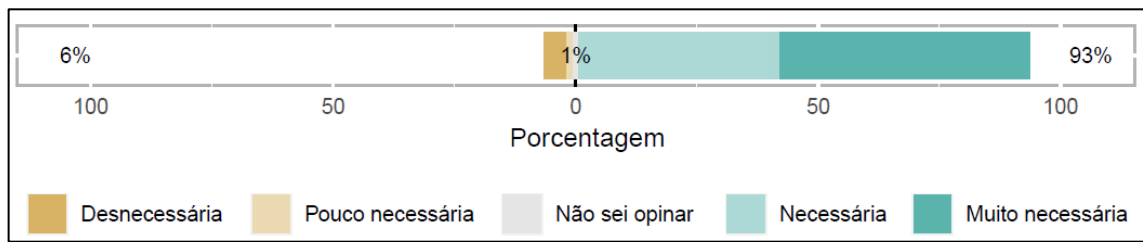
O cálculo do coeficiente de alfa de Chronbach aplicado retornou o valor de 0,76 o que, de acordo com Gaspar (2017), indica para alta credibilidade e coerência do questionário aplicado.

Nos itens a seguir, são apresentados os resultados globais, considerando a junção de todas as respostas recebidas, e de forma individualizada por categoria de respondente.

### 5.1.1 Respostas do questionário do ponto de vista global

De maneira geral, os respondentes entendem a implantação de novas condições de operação para os reservatórios do rio São Francisco como indispensável. Conforme ilustra a Figura 26, mais de 90% acreditam que novos limites para operação do SHRSF eram necessários ou muito necessários.

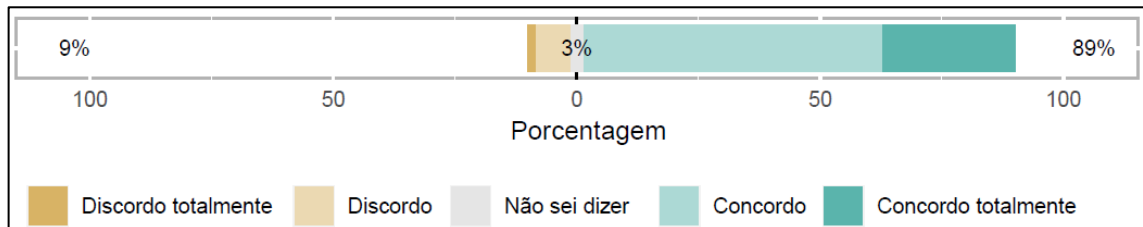
Figura 26 - Pergunta 1: No seu ponto de vista, a implantação de novas condições de operação para os reservatórios do rio São Francisco era necessária?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Quase 90% responderam concordar que as análises para a construção das regras operativas levaram em consideração o atendimento dos usos múltiplos da água. Em contrapartida, pouco menos de 10% acreditam que os usos múltiplos não foram levados em consideração na elaboração do normativo regulatório (Figura 27).

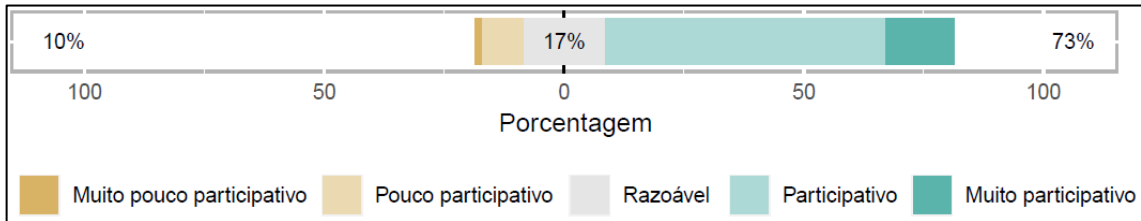
Figura 27 - Pergunta 2: Para você, as análises que resultaram nas condições de operação estabelecidas na Resolução ANA Nº 2.081/2017 levaram em consideração o atendimento aos usos múltiplos dos recursos hídricos no rio São Francisco?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Conforme ilustrado na Figura 28, a maioria dos respondentes, 73%, considera que houve participação dos diversos interesses de recursos hídricos durante as discussões que resultaram no novo regramento de operação dos reservatórios do rio São Francisco. 17% consideram como razoável o envolvimento dos diversos interesses nos debates, enquanto 10% entendem que essa participação foi deficiente.

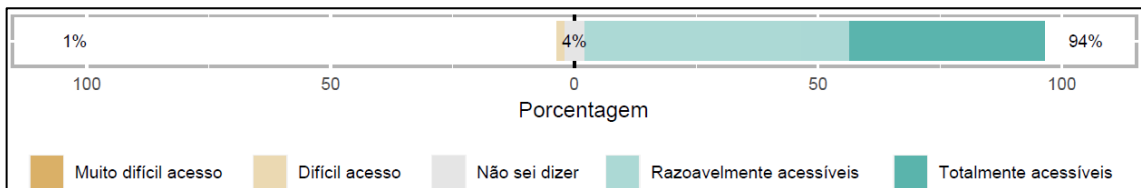
Figura 28 - Pergunta 3: Como classificaria o debate entre os diversos interesses de usos dos recursos hídricos na bacia do rio São Francisco que resultou nas condições de operação estabelecidas pela Resolução ANA Nº 2.081/2017?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Somente 1% dos respondentes julgam como difícil o acesso às informações sobre a operação dos reservatórios que integram o SHRSF, Figura 29. 40% entendem que as informações estão totalmente acessíveis e 54% como razoavelmente acessíveis.

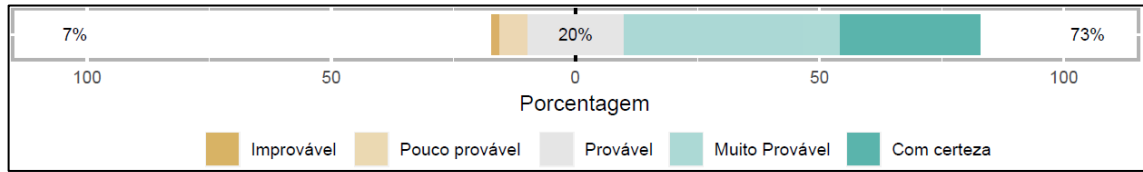
Figura 29 - Pergunta 4: Para você, como classificaria o acesso às informações sobre a operação dos reservatórios do rio São Francisco?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A Figura 30 mostra que para 73% dos respondentes as novas condições de operação irão contribuir para a preservação dos volumes armazenados nos reservatórios. 20% acham que é provável que o novo regramento preserve os estoques nos reservatórios e 7% não creem que as novas condições de operação sejam capazes de salvaguardar os acúmulos de água nos reservatórios.

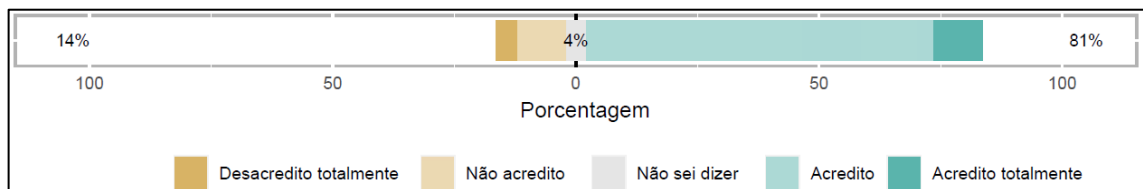
Figura 30 - Pergunta 5: Você acha que a Resolução ANA Nº 2.081/2017 irá contribuir para preservação dos volumes armazenados nos reservatórios do rio São Francisco?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A última pergunta do questionário avaliava a percepção dos participantes quanto à capacidade das novas condições de operação do SHRSF de reduzir os conflitos por recursos hídricos, Figura 31. De acordo com 81% dos respondentes, os conflitos serão reduzidos em oposição a 14%, que não creem na diminuição dos conflitos em razão das novas condições de operação.

Figura 31 - Pergunta 6: Você acredita que as condições de operação dos reservatórios do rio São Francisco fixadas pela Resolução ANA Nº 2.081/2017 ajudarão na redução dos conflitos por recursos hídricos?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Os coeficientes de correlação de *Pearson* calculados para análise do relacionamento entre as perguntas respondidas do ponto de vista global não encontrou valores iguais ou superiores a 0,7<sup>12</sup>, Figura 32.

<sup>12</sup> De acordo com Dancy e Reidy (2005 apud FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009) valores iguais ou superiores a 0,7 podem ser interpretados com o indicação de forte relacionamento.

Figura 32 - Matriz de correlação considerando todos os questionários respondidos

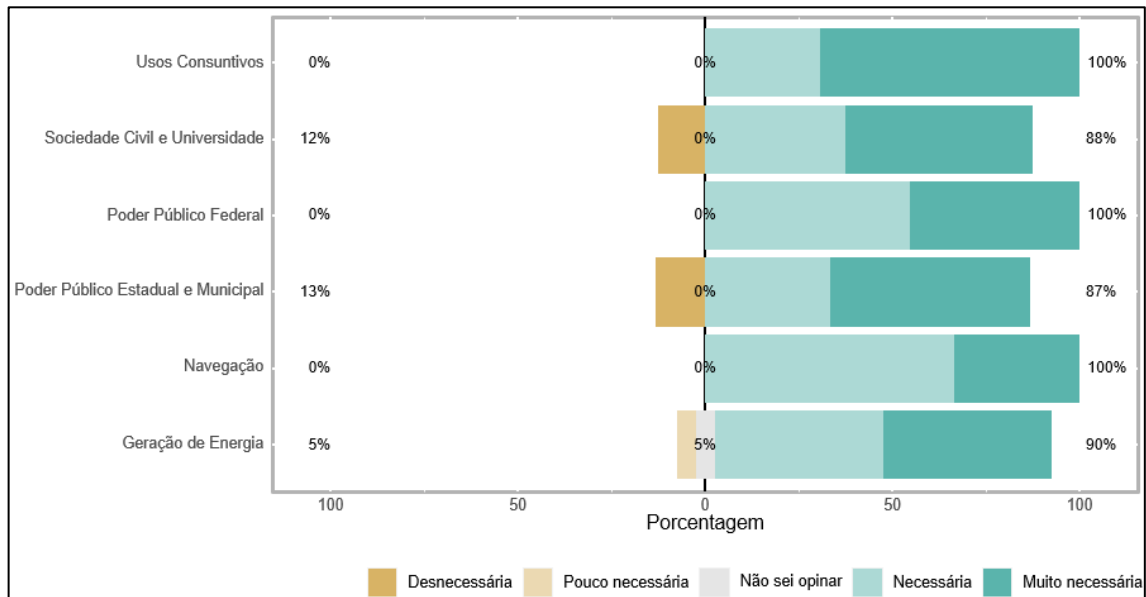
Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5	Pergunta 6	
	Corr: 0.543	Corr: 0.396	Corr: 0.225	Corr: 0.181	Corr: 0.360	Pergunta 1
		Corr: 0.377	Corr: 0.479	Corr: 0.283	Corr: 0.570	Pergunta 2
			Corr: 0.283	Corr: 0.252	Corr: 0.424	Pergunta 3
				Corr: 0.315	Corr: 0.253	Pergunta 4
					Corr: 0.298	Pergunta 5
						Pergunta 6

Fonte: Elaboração do próprio autor.

### 5.1.2 Respostas do questionário sob o ângulo das categorias de respondentes

De acordo com os representantes das categorias Usos Consuntivos, Poder Público Federal e Navegação, era necessário que fossem implementadas novas condições de operação para os reservatórios do rio São Francisco, Figura 33. Por outro lado, 12% dos respondentes da categoria Sociedade Civil e Universidade e 13% dos integrantes do grupamento Poder Público Estadual e Municipal entendem que novos regimentos eram desnecessários. Em relação aos participantes da categoria Setor Elétrico, 5% consideram que novas condições de operação eram pouco necessárias.

Figura 33 - Pergunta 1: No seu ponto de vista, a implantação de novas condições de operação para os reservatórios do rio São Francisco era necessária?

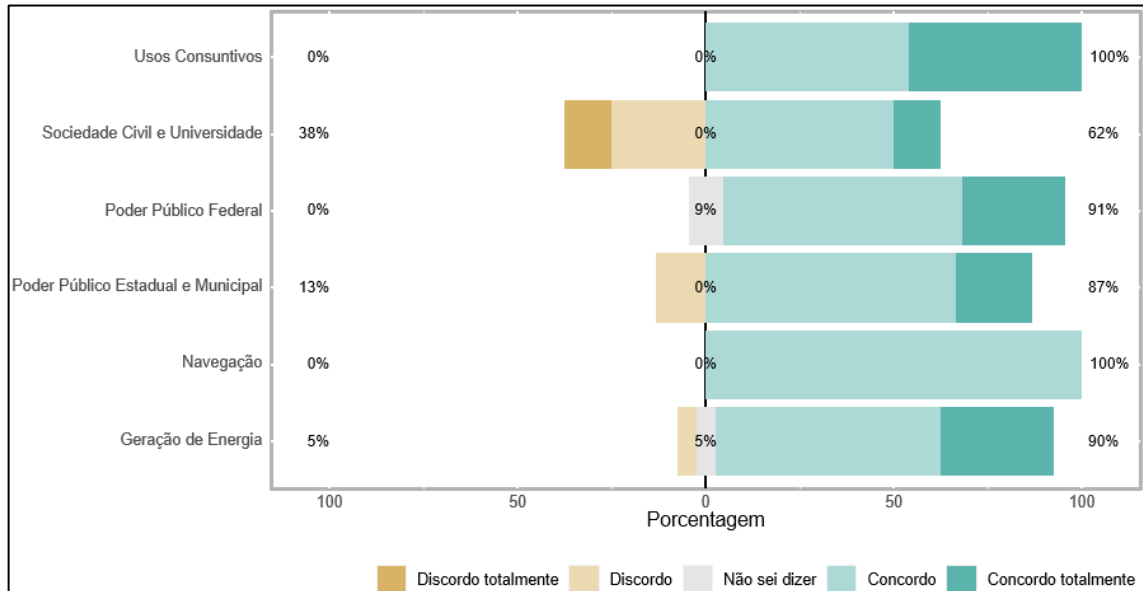


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Para os representantes das categorias Usos Consuntivos, Poder Público Federal e Navegação, o atendimento aos usos múltiplos da água foi levado em consideração nas análises que resultaram na elaboração da nova norma regulatória, Figura 34. A mesma percepção não se verifica para a categoria Sociedade Civil e Universidade onde parcela considerável dos membros, 38%, entendem que as análises não contemplaram o atendimento aos diferentes usos d'água existentes no rio São Francisco. Desses, 13% discordam totalmente que o atendimento aos usos múltiplos foi considerado nas análises para elaboração das novas condições de operação, enquanto 25% discordam da mesma afirmação.

Para 13% dos componentes da categoria Poder Público Estadual e Municipal e 5% dos participantes da categoria Geração de Energia o atendimento dos usos múltiplos da água não foi levado em consideração para elaboração das novas regras operativas, Figura 34.

Figura 34 - Pergunta 2: Para você, as análises que resultaram nas condições de operação estabelecidas na Resolução ANA Nº 2.081/2017 levaram em consideração o atendimento aos usos múltiplos dos recursos hídricos no rio São Francisco?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A Figura 35 apresenta os resultados referentes à percepção das categorias quanto à participação dos diversos interesses de usos de recursos nos debates que resultaram nas condições de operação estabelecidas pela Resolução 2.081/2017. A maioria dos componentes do grupo Usos Consuntivos, 77%, entendem que houve participação dos diferentes interesses nas discussões, enquanto 23% consideram razoável o nível de participação.

Já para a categoria Sociedade Civil e Universidade, 25% dos respondentes julgam que o processo de discussão com os diversos usuários de recursos hídricos foi pouco ou muito pouco participativo, 38% razoavelmente participativo e 38% participativo ou muito participativo.

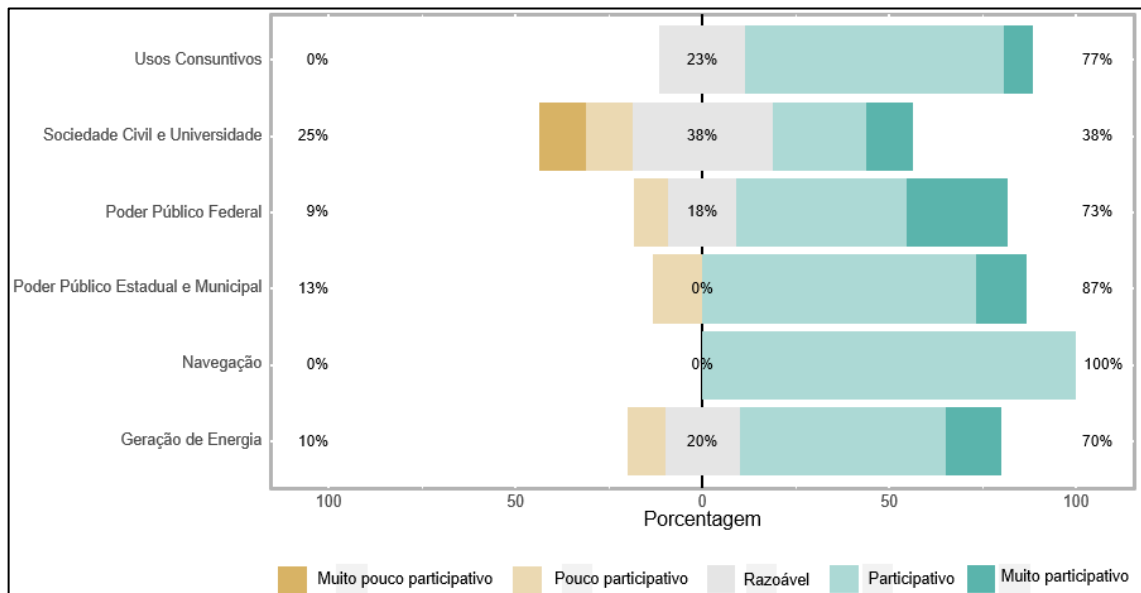
A maior parte dos membros da categoria Poder Público Federal, 73%, entende que houve participação dos diversos interesses de recursos hídricos nas discussões que resultaram na Resolução 2.081/2017, 18% que a participação foi razoável e 9% acham que houve pouca participação.

Na opinião de 87% dos integrantes do grupamento Poder Público Estadual e Municipal, houve satisfatório envolvimento dos variados interesses nos debates que originaram as novas condições de operação (participativo ou muito participativo) ao

passo que 13% da categoria considera deficiente a participação no processo que levou à elaboração do normativo.

Do ponto de vista dos integrantes da categoria Navegação houve participação dos variados interesses de recursos hídricos nas discussões que resultaram na nova norma. Já para a categoria Geração de Energia, a maioria, 70%, entende que o processo foi participativo ou muito participativo, 20% consideram razoável o envolvimento dos diversos interesses e 10% acham que o debate com os diversos interesses da água foi pouco participativo.

Figura 35 - Pergunta 3: Como classificaria o debate entre os diversos interesses de usos dos recursos hídricos na bacia do rio São Francisco que resultou nas condições de operação estabelecidas pela Resolução ANA Nº 2.081/2017?

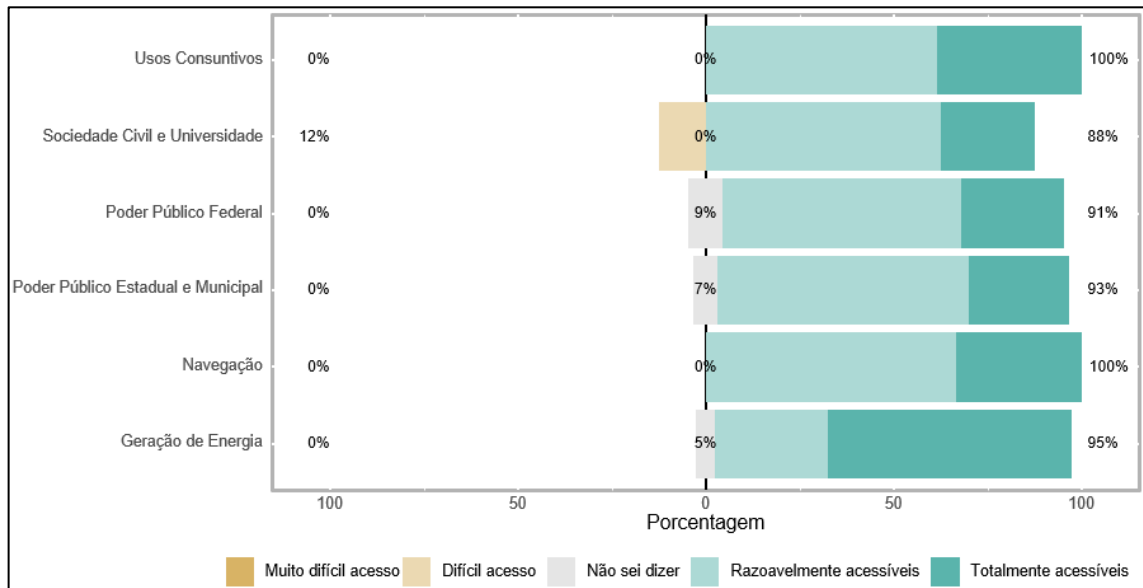


Fonte: Elaboração do próprio autor.

Conforme ilustra a Figura 36, com exceção da categoria Sociedade Civil e Universidade, os respondentes de quase a totalidade das outras categorias consideram acessíveis as informações acerca da operação dos reservatórios do rio São Francisco. Não obstante, 12% dos integrantes da categoria Sociedade Civil e Universidade julgam de difícil o acesso às informações sobre a operação do SHRSF.



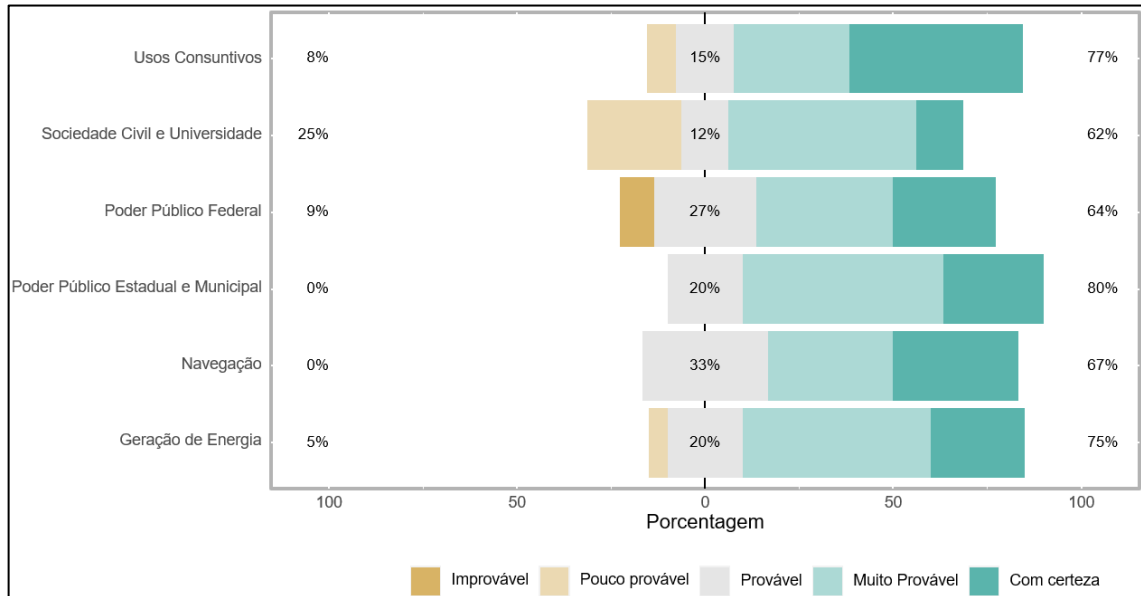
Figura 36 - Pergunta 4: Para você, como classificaria o acesso às informações sobre a operação dos reservatórios do rio São Francisco?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

As respostas dadas pelos integrantes das categorias Poder Público Estadual e Municipal e Navegação mostram um consenso de que as novas condições irão contribuir para a preservação dos estoques de água nos reservatórios, Figura 37. Essa mesma avaliação não é observada dentro das outras categorias. Consideram improvável que as novas regras venham a resguardar os volumes dos reservatórios: 8% dos integrantes do grupo Usos Consuntivos, 25% dos respondentes da categoria Sociedade Civil e Universidade, 9% dos componentes do grupamento Poder Público Estadual e Municipal e 5% dos representantes da categoria Geração de Energia.

Figura 37 - Pergunta 5: Você acha que a Resolução ANA Nº 2.081/2017 irá contribuir para preservação dos volumes armazenados nos reservatórios do rio São Francisco?

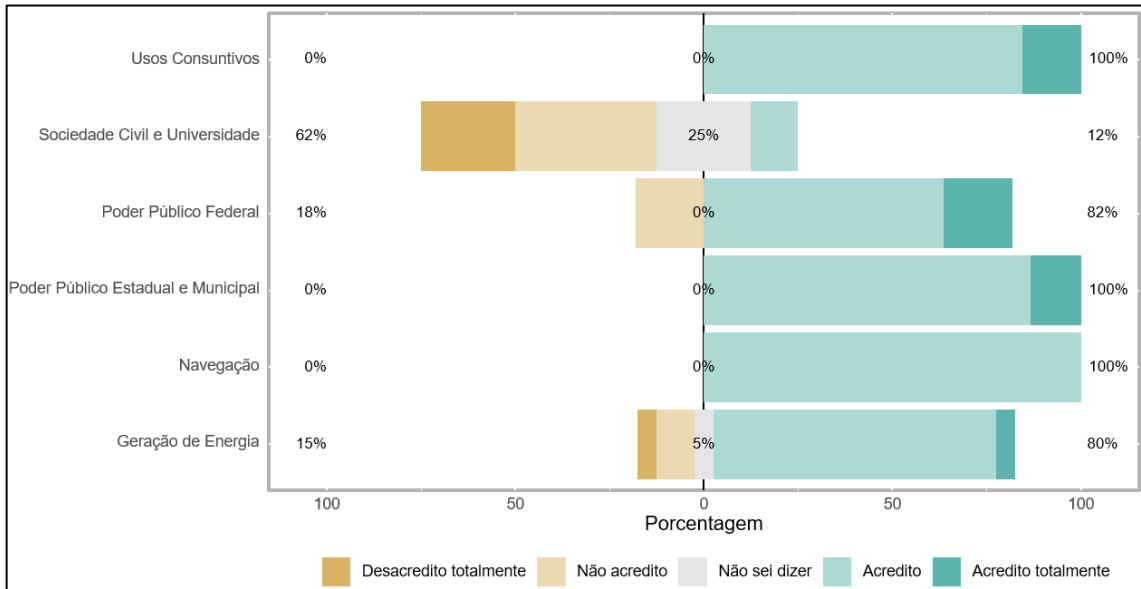


Fonte: Elaboração do próprio autor.

A Figura 38 apresenta os resultados quanto à confiança dos respondentes de que os conflitos serão reduzidos com a implementação das condições de operação fixadas pela Resolução 2.081/2017. Chama a atenção a incredulidade da maioria dos integrantes da categoria Sociedade Civil e Universidade de que o normativo possa diminuir os embates entre os usos de recursos hídricos. Desacreditam totalmente na atenuação dos conflitos pela implementação da resolução 25% dos membros da categoria, enquanto 37% julgam que as regras não serão suficientes para reduzir o confronto pelo recurso hídrico.

Há convergência de entendimento de que os conflitos serão reduzidos pelos integrantes das categorias Usos Consuntivos, Poder Público Estadual e Municipal e Navegação. Quase 20% do grupo Poder Público Federal não acredita na redução dos conflitos, entendimento esse compartilhado por 15% dos membros do grupamento Geração de Energia.

Figura 38 - Pergunta 6: Você acredita que as condições de operação dos reservatórios do rio São Francisco fixadas pela Resolução ANA N° 2.081/2017 ajudarão na redução dos conflitos por recursos hídricos?



Fonte: Elaboração do próprio autor.

O Apêndice C apresenta as matrizes de correlação de Pearson calculadas para cada categoria de forma a analisar estatisticamente o relacionamento entre as respostas. Seguindo a orientação de Dancey e Reidy (2005 apud FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009) que valores iguais ou superiores a 0,7 indicam forte relacionamento, podem ser feitas as seguintes inferências descritas a seguir.

A categoria Sociedade Civil e Universidade foi a que mais apresentou correlações significativas, o que permite inferir que:

- A percepção quanto à necessidade da implementação das novas regras varia no mesmo sentido da opinião quanto à acessibilidade das informações de operação;
- A percepção quanto à consideração de atendimento aos usos múltiplos nos debates que originaram a Resolução 2.081/2017 varia no mesmo sentido da opinião quanto à acessibilidade das informações de operação;
- A percepção quanto à consideração de atendimento aos usos múltiplos nos debates que originaram a Resolução 2.081/2017 varia no mesmo sentido da crença de que as novas condições de operação podem reduzir os conflitos acerca dos recursos hídricos;

- A opinião quanto à acessibilidade das informações de operação dos reservatórios desloca-se no mesmo sentido da consideração do envolvimento dos diversos interesses de usos da água nos debates que geraram o normativo regulatório;
- A crença de que os volumes dos reservatórios serão preservados com a implementação das novas condições de operação tem a mesma orientação da opinião quanto à acessibilidade das informações de operação dos reservatórios; e
- A crença de que as novas condições de operação podem reduzir os conflitos acerca dos recursos hídricos movimenta-se no mesmo sentido da opinião quanto à acessibilidade das informações de operação dos reservatórios.

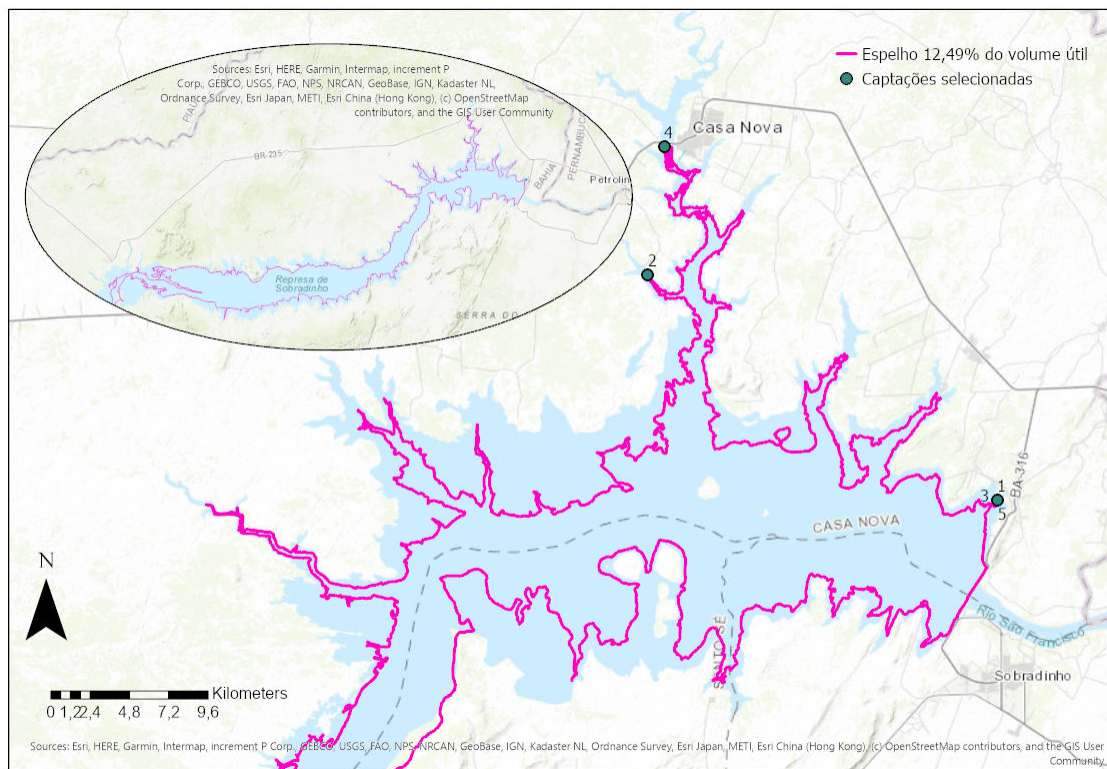
Para a categoria Poder Público Federal é possível depreender que o entendimento de seus integrantes quanto ao envolvimento dos diversos interesses de recursos hídricos nos debates que originaram as novas condições de operação varia no mesmo sentido da opinião de que o atendimento aos usos múltiplos foi levado em consideração nas análises de construção da resolução.

Por fim, para todas as outras categorias não foram encontrados coeficientes de correlação de Pearson que permitissem atribuir relacionamento entre as respostas.

## **5.2 Resultados da avaliação da efetividade do normativo e de impacto**

Conforme indicado na proposta metodológica, a avaliação parte da premissa de que as captações selecionadas neste estudo não são impactadas quando o lago do reservatório de Sobradinho opera com 12,49% de seu volume útil. A Figura 39 apresenta o lago de Sobradinho obtido a partir do MDT para esse volume útil e a Tabela 10 as coordenadas das captações selecionadas fruto da realocação para tangenciar o espelho d'água do reservatório nesse armazenamento.

Figura 39 - Espelho d'água de Sobradinho com 12,49% do volume útil



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 10 - Realocação das coordenadas geográficas dos pontos de captação

Ponto	NOME	Latitude (Sul)	Longitude (Oeste)
1	Associação Comunitária dos Produtores Rurais do Riacho dos Algodões	9,375073°	40,810381°
2	Associação dos Agricultores do Vale do Angical	9,251588°	41,002106°
3	Fazenda Riacho 1	9,375026°	40,810232°
4	Associação dos Produtores Agrícolas do São Vitor e Adjacências de Casa Nova	9,181402°	40,993296°
5	Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho	9,374946°	40,810237°

Fonte: Elaboração do próprio autor.

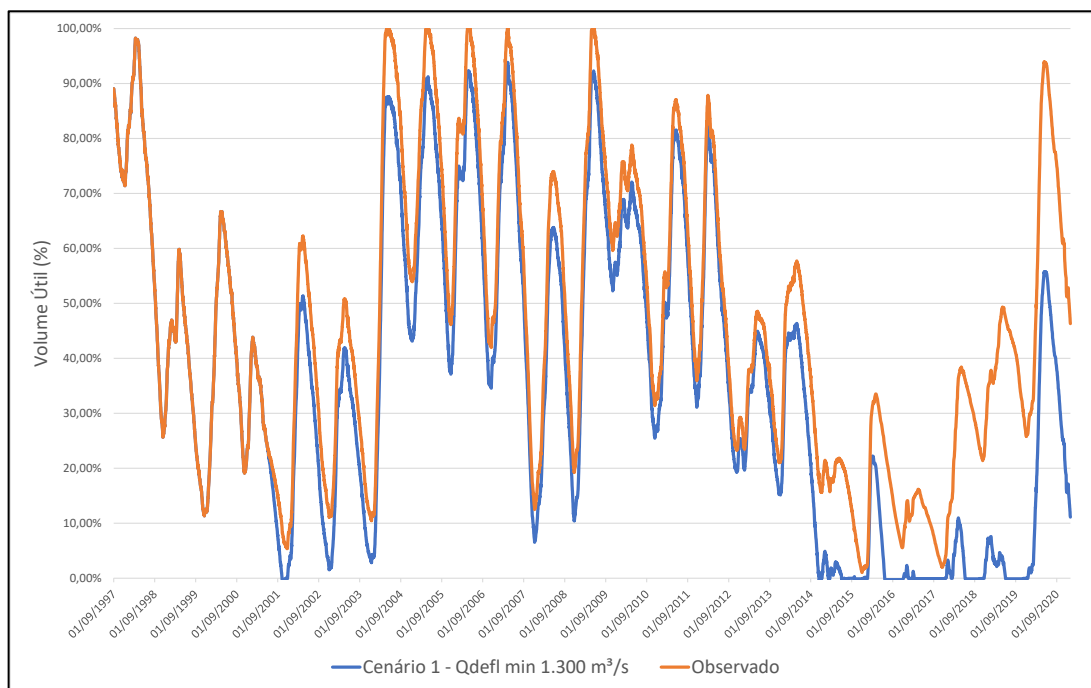
Tendo como referência a situação com o reservatório de Sobradinho armazenando 12,49% de seu volume útil, são apresentadas a seguir as repercussões

do recuo da área alagada do reservatório em cada um dos três cenários de política de operação para Sobradinho simulados e no mínimo armazenado observado no histórico.

### 5.2.1 Cenário 1 - Operação de Sobradinho com atendimento à defluência mínima diária de 1.300 m<sup>3</sup>/s

A Figura 40 compara a evolução efetivamente observada do armazenamento de Sobradinho com a obtida pela simulação de operação do reservatório com o estabelecimento da defluência mínima de 1.300 m<sup>3</sup>/s, aqui chamado de cenário 1, no período de 01/09/1997 a 31/12/2020.

Figura 40 - Evolução do armazenamento de Sobradinho Cenário 1 x Volumes efetivamente observados



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Conforme ilustrado, a observância de um limite mínimo de 1.300 m<sup>3</sup>/s de Sobradinho levaria ao esgotamento de seu volume útil em outubro de 2001, período

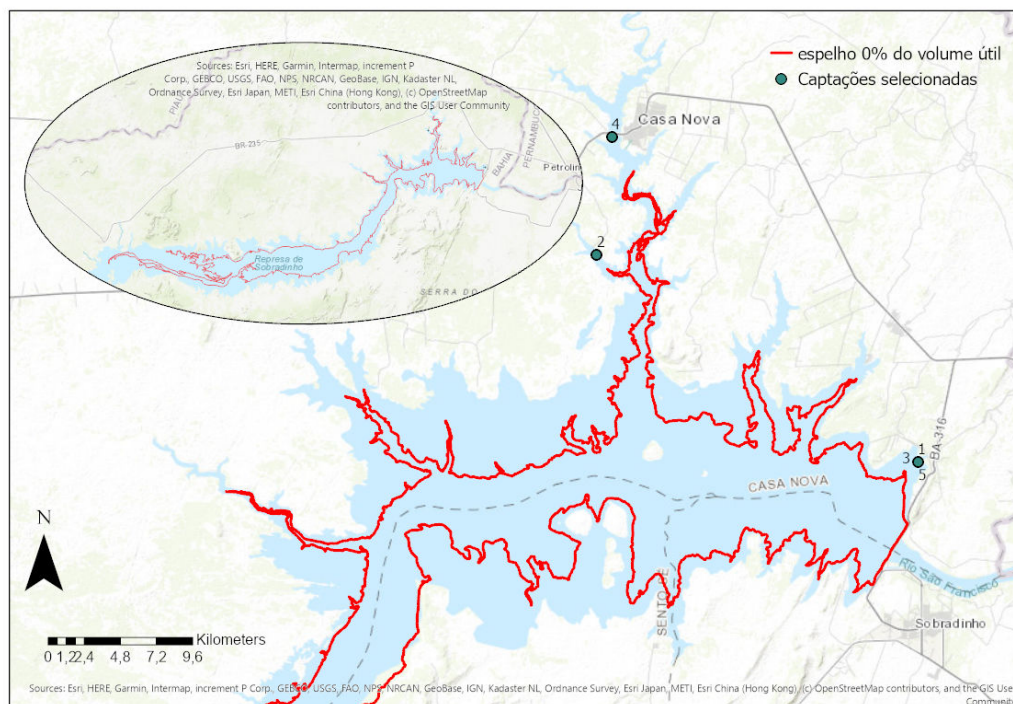
no qual ocorreu a “crise de energia elétrica de 2001, conhecida como apagão<sup>13</sup>” (MACEDO et al., 2014).

Sobradinho também atingiria o 0% do volume útil em diversos momentos entre 2014 e 2019, período no qual ocorreu a recente crise hídrica<sup>14</sup> na bacia do rio São Francisco que motivou a elaboração da Resolução 2.081/2017.

Com a implementação da política de operação do Cenário 1, em 27,96% do período simulado, 2.383 dias, o armazenamento seria inferior a 12,49% do volume útil de Sobradinho, o que poderia impactar o funcionamento pleno das captações selecionadas pelo estudo.

Utilizando o MDT de Sobradinho, traçou-se o espelho d’água para o armazenamento mínimo de 0% do volume útil apontado pela simulação do Cenário 1, conforme Figura 41, o que permitiu obter o máximo afastamento para as captações selecionadas, expressos na Tabela 11.

Figura 41 - Espelho d’água de Sobradinho com 0% do volume útil



Fonte: Elaboração do próprio autor.

<sup>13</sup> Durante a crise energética de 2001 as defluências de Sobradinho foram flexibilizadas para valores que chegaram a 1.000 m<sup>3</sup>/s o que permitiu evitar que o volume útil fosse totalmente consumido.

<sup>14</sup> Para preservar o estoque armazenado em Sobradinho, entre 2013 e 2019 foi necessário flexibilizar as defluências de Sobradinho para valores mínimos de até 550 m<sup>3</sup>/s.



Tabela 11 - Afastamento máximo das captações ao espelho d'água de 0%

Ponto	NOME	Afastamento (m)
1	Associação Comunitária dos Produtores Rurais do Riacho dos Algodões	1.014,59
2	Associação dos Agricultores do Vale do Angical	1.115,74
3	Fazenda Riacho 1	1.030,34
4	Associação dos Produtores Agrícolas do São Vitor e Adjacências de Casa Nova	2.683,05
5	Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho	1.035,68

Fonte: Elaboração do próprio autor.

Além disso, conforme premissa indicada na metodologia, atingido o 0% do volume útil, a simulação considerou a operação de Sobradinho a fio d'água com o repasse da vazão afluyente para jusante até que elas se mostrassem suficientes para atendimento do mínimo de 1.300 m<sup>3</sup>/s. Em razão disso, as defluências simuladas chegaram a atingir valores da ordem de 327 m<sup>3</sup>/s.

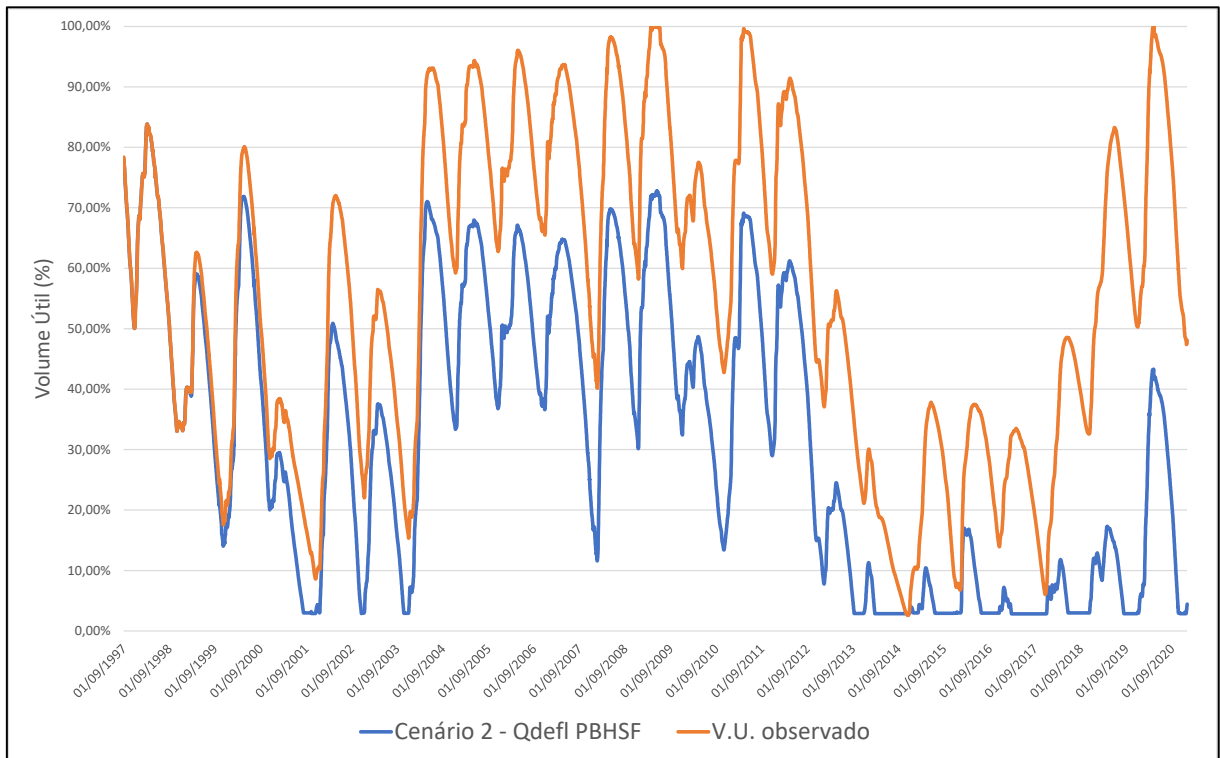
5.2.2 Cenário 2 - Operação de Sobradinho atendendo às defluências mínimas mensais da política de operação de balanço hídrico do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Como descrito na proposta metodológica, neste cenário, para que se possa simular o comportamento da evolução do volume útil em Sobradinho, é necessário antes simular a operação de Três Marias, que também tem condicionantes estabelecidos na política de operação de balanço hídrico do Plano de Recursos Hídricos.

A Figura 42 ilustra os volumes úteis efetivamente observados em Três Marias e o resultado da simulação da operação de reservatório com o atendimento dos requisitos de defluências mínimas mensais em função do Estado Hidrológico.



Figura 42 - Evolução do armazenamento de Três Marias  
Cenário 2 x Volumes efetivamente observados

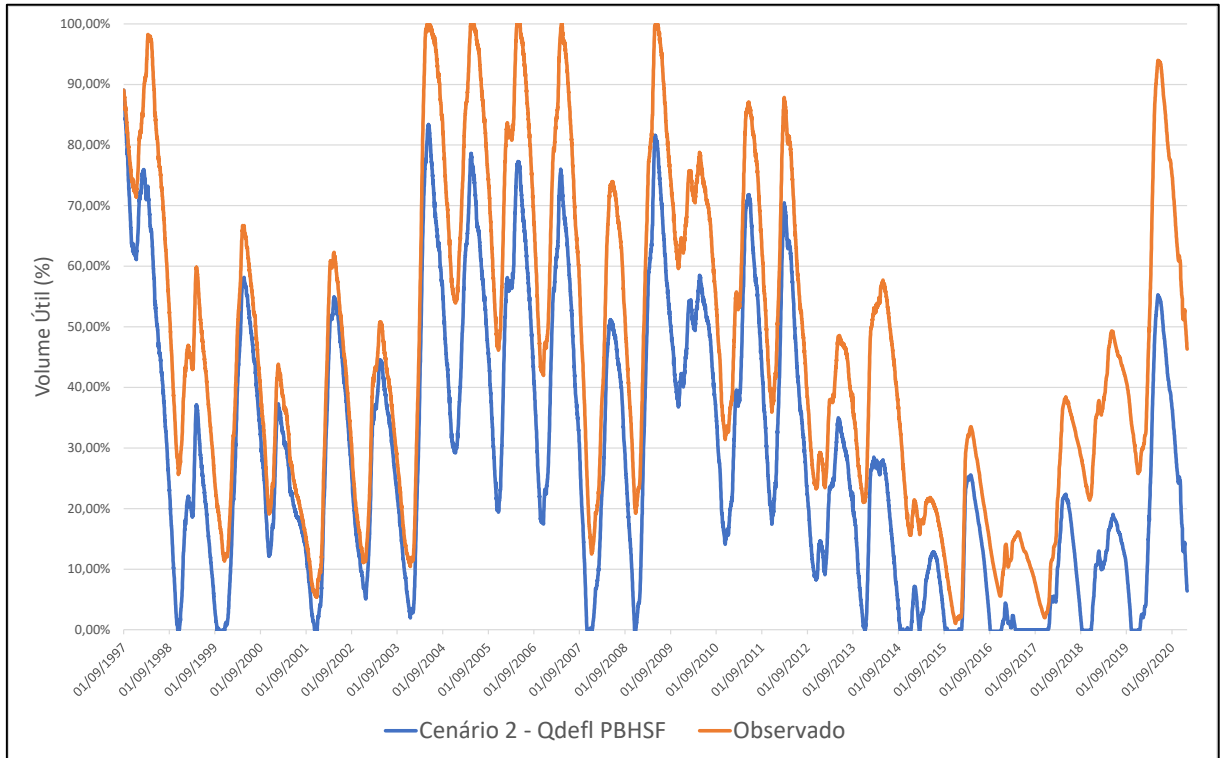


Fonte: Elaboração do próprio autor.

O atendimento das defluências mínimas mensais constantes do Plano de Recursos Hídricos levaria o reservatório de Três Marias a 3% de seu volume útil armazenamento a partir do qual passaria a operar a fio d'água, quando as defluências seriam da mesma ordem de grandeza das afluições até o atingimento do mínimo exigido pela política de operação do Cenário 2. Em razão disso, as mínimas mensais defluídas de Três Marias simuladas neste cenário foram inferiores a 80 m<sup>3</sup>/s.

Com o resultado das defluências de Três Marias oriundas da simulação no Cenário 2, a simulação da operação de Sobradinho em atendimento das defluências mínimas do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco obteve os volumes indicados na Figura 43.

Figura 43 - Evolução do armazenamento de Sobradinho  
 Cenário 2 x Volumes efetivamente observados



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Com a implementação da política de operação do Cenário 2, em 29,95% do período simulado, 2.553 dias, o armazenamento seria inferior a 12,49% do volume útil de Sobradinho, o que poderia impactar o funcionamento pleno das captações selecionadas pelo estudo.

Assim como na simulação do Cenário 1, o mínimo volume útil obtido na simulação de Sobradinho com o atendimento dos condicionantes da política de operação do Cenário 2 foi de 0%, obtendo-se também os mesmos afastamentos máximos estimados no Cenário 1 para as captações selecionadas.

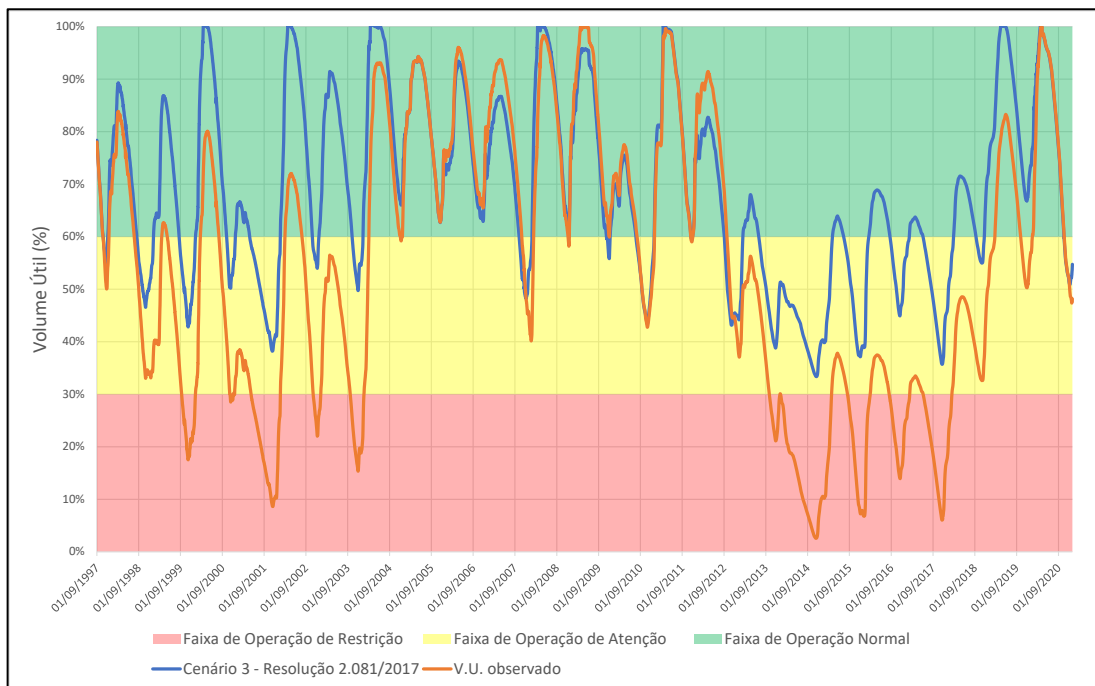
Uma vez que Sobradinho teve seu volume útil esgotado em algumas oportunidades, a simulação considerou a operação do reservatório a fio d'água até que as afluições se mostrassem suficientes para atendimento das defluências mínimas mensais colocadas pela política de operação de balanço hídrico do plano de

bacia. Em razão disso, as defluências mensais simuladas atingiram patamares mínimos de até 220 m<sup>3</sup>/s.

### 5.2.3 Cenário 3 - Operação de Sobradinho atendendo às condições de operação estabelecidas na Resolução N° 2.081/2017.

Para a simulação da operação de Sobradinho considerando as condições estabelecidas na Resolução N° 2.081/2017, é necessário antes obter as defluências do reservatório de Três Marias, considerando este operando também dentro do permitido pelo normativo regulatório.

Figura 44 - Evolução do armazenamento de Três Marias  
Cenário 3 x Volumes efetivamente observados



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A Figura 44 ilustra os volumes úteis que seriam observados em Três Marias caso o reservatório operasse cumprindo os condicionantes estabelecidos na Resolução N° 2.081/2017.

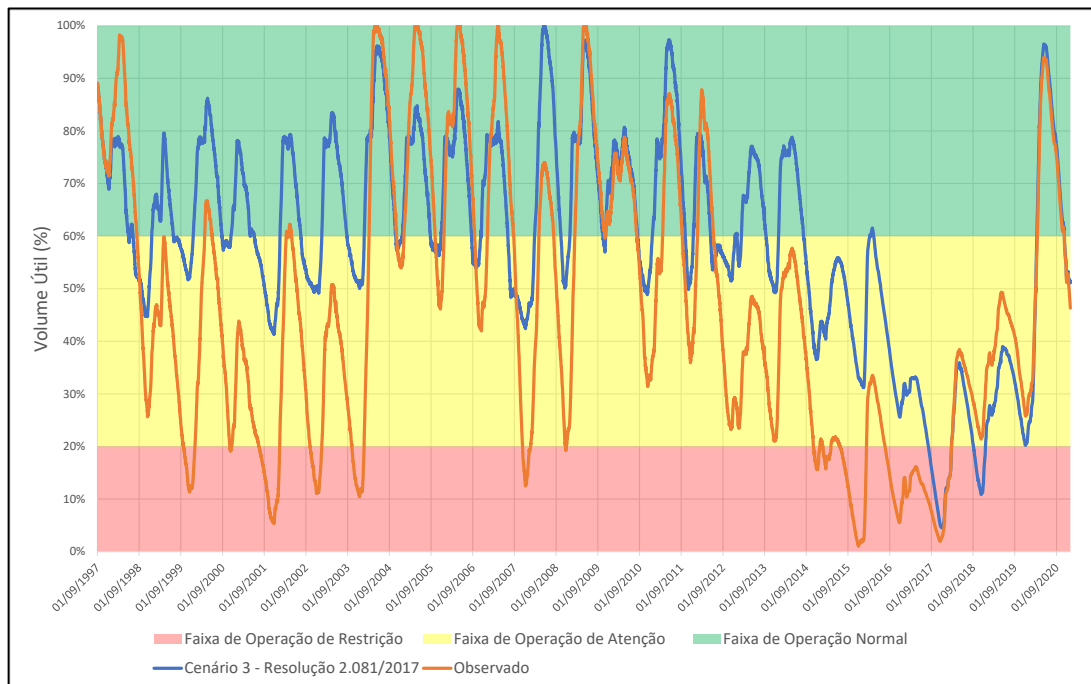
Neste cenário, Três Marias operaria sempre acima da Faixa de Operação de Restrição estabelecida pela resolução (30% do volume útil), o menor volume útil

armazenado seria de 33,36% e a defluência mínima média mensal praticada em todo o período simulado seria de 150 m<sup>3</sup>/s<sup>15</sup>.

Tendo por base as faixas de operação definidas pela Resolução, Três Marias apresentaria volumes úteis iguais ou superiores a 60%, faixa de operação normal, em 67,69% do período simulado (5.769 dias), e em 32,31% do período (2.754 dias) teria volumes úteis entre 30 e 60%, na faixa de operação de atenção.

Utilizando-se as defluências fornecidas pela simulação da operação de Três Marias, a simulação da evolução do armazenamento de Sobradinho em atendimento à política de operação do Cenário 3 obteve os resultados indicados na Figura 45.

Figura 45 - Evolução do armazenamento de Sobradinho  
Cenário 3 x Volumes efetivamente observados



Fonte: Elaboração do próprio autor.

A menor defluência média mensal praticada pelo reservatório dentro do período simulado foi de 749,40 m<sup>3</sup>/s com o reservatório atingindo seu menor armazenamento, 4,54% do volume útil, em 30/11/2017.

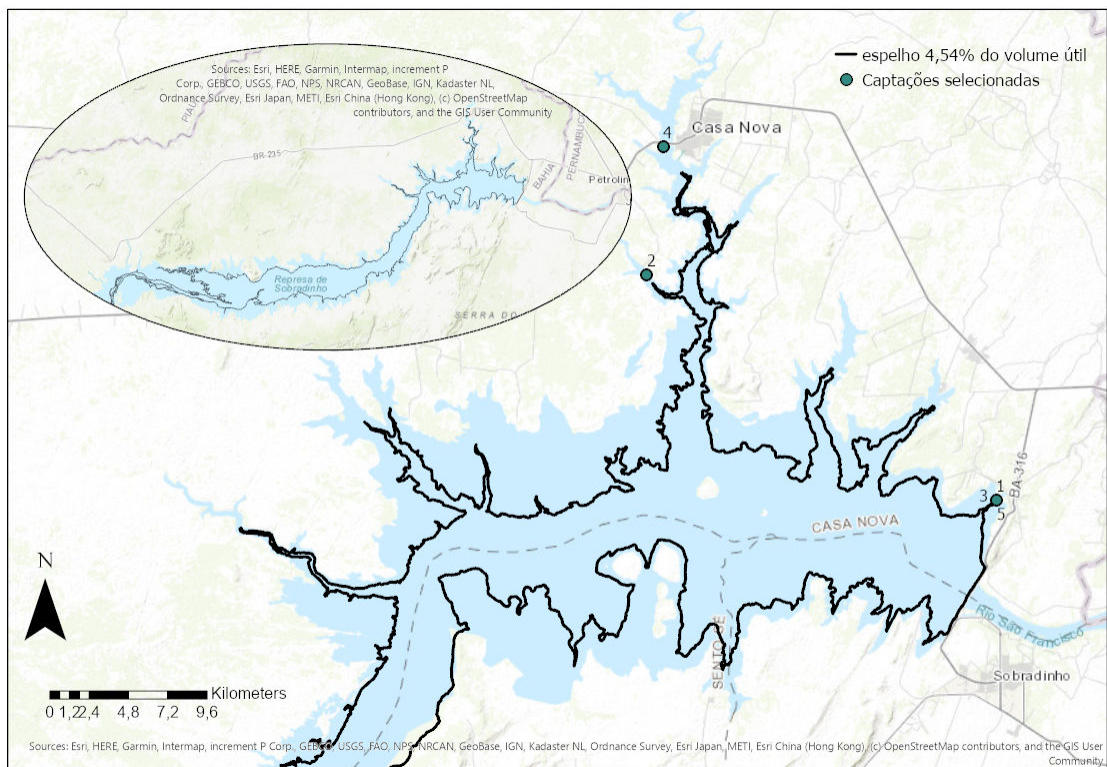
Com a implementação da política de operação do Cenário 3, em 1,8% do período simulado, 153 dias, o armazenamento seria inferior a 12,49% do volume útil

<sup>15</sup> Neste mesmo período, o menor volume útil efetivamente observado foi de 2,58% em 13/11/2014 e a menor defluência praticada chegou a 80 m<sup>3</sup>/s.

de Sobradinho, o que poderia impactar o funcionamento pleno das captações selecionadas pelo estudo.

A partir do menor volume útil calculado pela simulação de Sobradinho neste cenário, 4,54%, utilizando o MDT do reservatório traçou-se o espelho d'água ilustrado pela Figura 46, que permitiu obter as distâncias máximas de afastamento das captações selecionadas indicadas na Tabela 12.

Figura 46 - Espelho d'água de Sobradinho com 4,54% do volume útil



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 12 - Afastamento máximo das captações ao espelho d'água de 4,54%

Ponto	NOME	Afastamento (m)
1	Associação Comunitária dos Produtores Rurais do Riacho dos Algodões	168,99
2	Associação dos Agricultores do Vale do Angical	594,56
3	Fazenda Riacho 1	184,48
4	Associação dos Produtores Agrícolas do São Vitor e Adjacências de Casa Nova	1.944,67

Ponto	NOME	Afastamento (m)
5	Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho	190,10

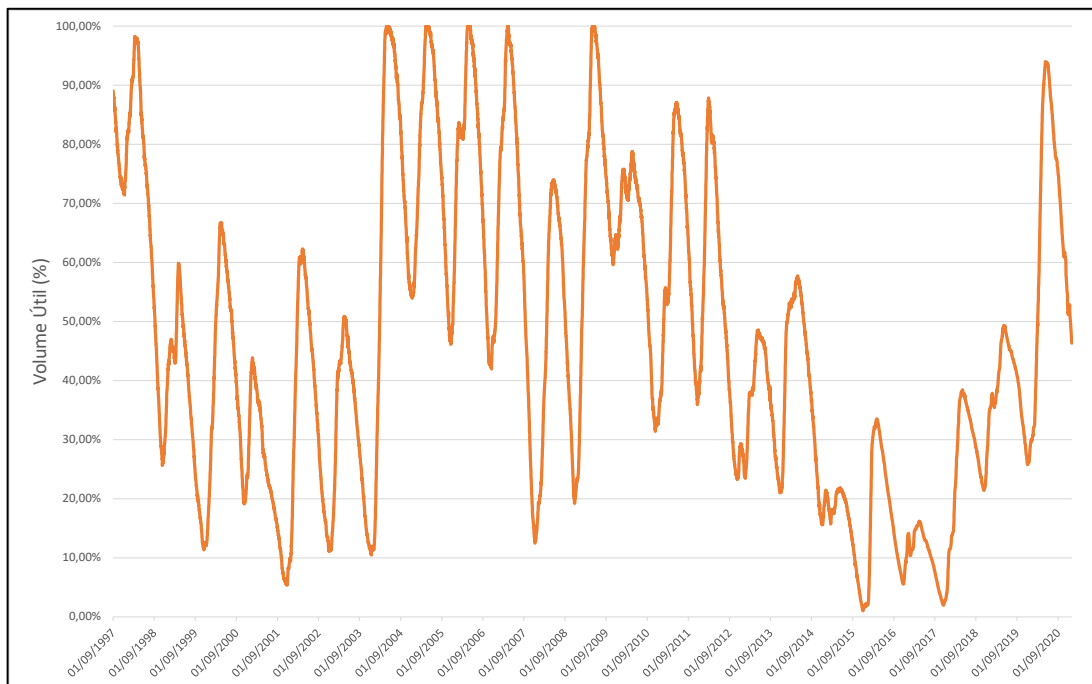
Fonte: Elaboração do próprio autor.

Dentro do período simulado, usando os níveis das faixas de operação de Sobradinho como referência, em 51,04% do tempo (4.350 dias) Sobradinho operaria com volumes úteis iguais ou superiores a 60% - faixa de operação normal, em 45,35% (3.865 dias) com volumes úteis entre 20 e 60% - faixa de operação de atenção, e em 3,61% (308 dias) com volumes úteis abaixo de 20% - faixa de operação de restrição.

#### 5.2.4 Operação de Sobradinho efetivamente realizada entre setembro de 1997 e dezembro de 2020.

A Figura 47 apresenta o armazenamento de Sobradinho efetivamente observado entre setembro de 1997 e dezembro de 2020. Nesse período, a menor defluência praticada pelo reservatório foi de 550 m<sup>3</sup>/s, enquanto o menor armazenamento observado ocorreu em 2 de dezembro de 2015, quando foi registrado somente 1,03% do volume útil do reservatório.

Figura 47 - Evolução do armazenamento de Sobradinho entre 1997 e 2020



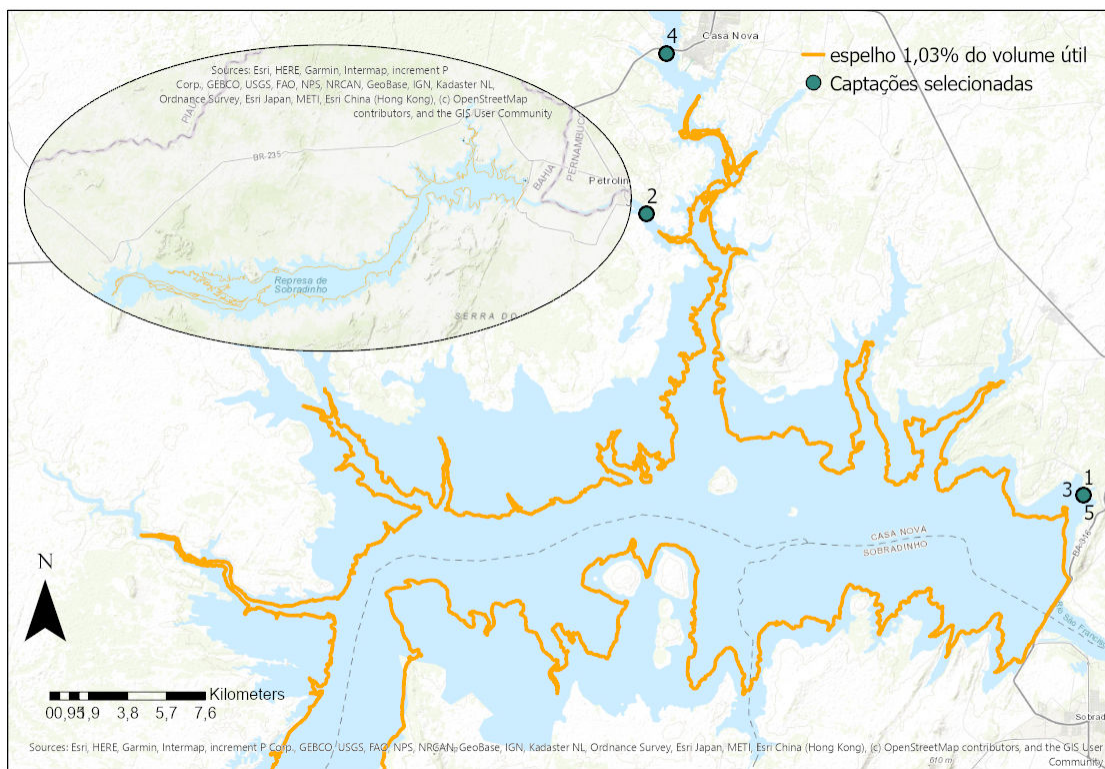
Fonte: Elaboração do próprio autor.



Utilizando a mesma premissa empregada nos três cenários de operação simulados, em 8,59% do período entre setembro de 1997 a dezembro de 2020 (732 dias) o volume útil de Sobradinho foi inferior à 12,49%, o que poderia impactar o funcionamento das captações selecionadas por este estudo em razão do recuo do espelho do reservatório.

A Figura 48 apresenta o espelho d'água obtido com o MDT de Sobradinho para o menor armazenamento do histórico, 1,03% do volume útil, e a Tabela 13 as distâncias máximas de afastamentos das captações selecionadas para a área alagada.

Figura 48 - Espelho d'água de Sobradinho com 1,03% do volume útil



Fonte: Elaboração do próprio autor.

Tabela 13 - Afastamento máximo das captações ao espelho d'água de 1,03%

Ponto	NOME	Afastamento (m)
1	Associação Comunitária dos Produtores Rurais do Riacho dos Algodões	972,88
2	Associação dos Agricultores do Vale do Angical	1.014,57

Ponto	NOME	Afastamento (m)
3	Fazenda Riacho 1	988,64
4	Associação dos Produtores Agrícolas do São Vitor e Adjacências de Casa Nova	2.580,38
5	Distrito de Irrigação do Perímetro Senador Nilo Coelho	993,75

Fonte: Elaboração do próprio autor.

### 5.2.5 Compilação dos resultados.

A Tabela 14 a seguir reúne os resultados obtidos com a simulação dos três cenários de política de operação de Sobradinho, seus efeitos sobre os principais parâmetros avaliados, em comparação com a operação efetivamente realizada entre setembro de 1997 e dezembro de 2020.

Tabela 14 - Compilação dos resultados obtidos

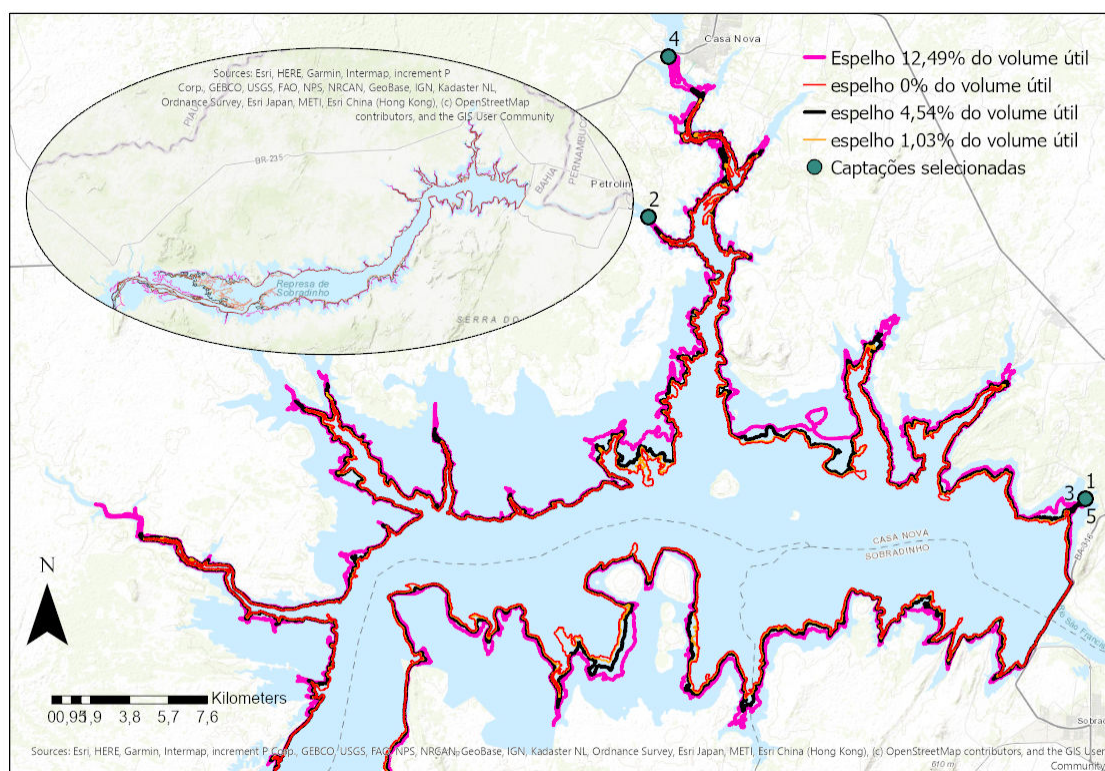
Política de Op. Medições	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Observado
V.U. Mínimo	0%	0%	4,54%	1,03%
Dias com VU<12,49%	2.383	2.553	153	732
Distância máxima da captação ponto 1 (m)	1.014,59	1.014,59	168,99	972,88
Distância máxima da captação ponto 2 (m)	1.115,74	1.115,74	594,56	1.014,57
Distância máxima da captação ponto 3 (m)	1.030,34	1.030,34	184,48	988,64
Distância máxima da captação ponto 4 (m)	2.683,05	2.683,05	1.944,67	2.580,38
Distância máxima da captação ponto 5 (m)	1.035,68	1.035,68	190,10	993,75
Vazão Defluente Mensal Mínima (m <sup>3</sup> /s)	327	220	750	550

Fonte: Elaboração do próprio autor.



A Figura 49 apresenta o espelho d'água de Sobradinho utilizado como referência para o presente estudo, 12,49% do volume útil, em comparação com os outros espelhos d'água obtidos com o MDT de Sobradinho para os volumes úteis mínimos simulados nos três cenários de operação e o relativo ao mínimo efetivamente observado.

Figura 49 - Reunião de todos os espelhos d'água de Sobradinho utilizados para avaliação quanto ao impacto nas captações selecionadas



Fonte: Elaboração do próprio autor.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Considera-se que foram atingidos os objetivos pretendidos pela presente dissertação uma vez que a metodologia apresentada foi capaz de avaliar os resultados das condições de operação estabelecidas pela Resolução ANA nº 2.081/2017 com enfoque nos resultados causados a usos da água localizados no remanso do reservatório de Sobradinho.

No que concerne à avaliação do processo de implementação do novo marco regulatório a partir do ponto de vista dos atores envolvidos, os resultados obtidos permitem inferir as seguintes conclusões.

A utilização da ferramenta de pesquisa por questionário teve retorno de respostas superior ao que era esperado quando de sua escolha. É preciso destacar, entretanto, que o questionário foi encaminhado para um universo pequeno de pessoas quando comparado àquele que contempla todos os que têm interesse na operação dos reservatórios do rio São Francisco. É evidente a importância da mobilização do maior número possível de pessoas envolvidas com a temática de forma a evitar ruídos de entendimento das expectativas.

A maioria expressiva dos atores participantes da pesquisa enxergam a implementação das novas condições de operação dos reservatórios do Sistema Hídrico do Rio São Francisco como algo positivo, com potencial de preservar os volumes armazenados e reduzir os conflitos pelo uso da água, bem como consideram acessíveis as informações sobre a operação dos reservatórios.

Ao contrário do observado nas outras categorias de respondentes, chamam a atenção os índices de insatisfação da categoria “Sociedade Civil e Universidade” no que se refere à percepção dos atores quanto ao atendimento dos usos múltiplos da água e ao envolvimento dos diversos interesses nas discussões que originaram no novo normativo regulatório. Além disso, a categoria tem pouca convicção de que o normativo seja capaz de reduzir os conflitos por recursos hídricos. A aplicação sozinha do questionário não permite entender por completo as razões desses resultados negativos.

Os resultados indicam a necessidade de uma abordagem mais próxima junto aos integrantes da categoria “Sociedade Civil e Universidade” que permita pesquisar as razões desses resultados negativos, buscando aprimorar o processo de implantação de normativos.

O emprego do *software* R facilitou o manejo dos dados recebidos e exteriorização dos resultados. O programa não é de difícil utilização e o roteiro empregado permite sua adaptação para diferentes focos de pesquisa.

Como recomendações para melhorar o processo de implantação de regras de operação de reservatórios, sugere-se a realização de estudos que aprimorem a identificação das demandas e a análise da percepção de usuários por meio de oficinas, que podem ser conduzidas pelos órgãos gestores de recursos hídricos e

comitês, para apresentação e discussão do tema, bem como a junção de questionários com entrevistas mais orientadas.

Os resultados da avaliação da efetividade do normativo e do impacto gerado pelo recuo do espelho d'água de Sobradinho sob diferentes condições de operação mostram que os dispositivos estabelecidos pela Resolução ANA nº 2.081/2017 para o Sistema Hídrico do Rio São Francisco mantêm o reservatório em níveis mais elevados reduzindo, portanto, as dificuldades impostas aos usuários no lago.

Ainda, essa análise mostrou que não seria necessário descumprir nenhum dos condicionantes da Resolução ANA nº 2.081/2017 durante todo o período simulado (1997 a 2020), o que proporciona maior segurança regulatória e previsibilidade aos usuários da água. Ao contrário do que ocorreu durante a gestão da crise hídrica na bacia do rio São Francisco, de 2013 a 2019, quando as vazões defluentes de Sobradinho tiveram que ser flexibilizadas para valores de até 550 m<sup>3</sup>/s, a operação simulada com a nova regra manteve o atendimento das defluências mínimas permitidas por faixa de operação, com o menor valor simulado igual a 700 m<sup>3</sup>/s mesmo na Faixa de Restrição.

De forma geral, a metodologia proposta para a verificação do desempenho da regra na variação da área alagada de Sobradinho e sua relação com os danos aos usuários teve boa aplicação, com resultados objetivos e comparáveis.

Entende-se que o georreferenciamento dos espelhos d'água para diferentes níveis de armazenamento do reservatório, indicando os riscos para diferentes níveis e correspondentes áreas no lago, pode orientar melhor os usuários acerca dos locais mais seguros para instalação de captações, píeres, rampas náuticas, entre outros.

Os resultados obtidos na avaliação de impacto sobre as captações no lago de Sobradinho em função da variação do espelho d'água estão diretamente relacionadas com as premissas das simulações estabelecidas por esta pesquisa. Por exemplo, a tomada de decisão quanto à defluência a ser utilizada nas simulações em cada um dos três cenários foi baseada no histórico de operação efetivamente observado.

Uma lacuna observada é que a avaliação dos impactos sobre os usos da água se concentrou em captações próximas ao barramento de Sobradinho. Uma avaliação que contemplasse pontos de interesse por todo o espelho d'água poderia gerar resultados mais robustos dos efeitos da variação da área alagada.

Outro ponto que merece ressalva é que o presente estudo não considerou a ocorrência de externalidades com potencial de alterar as condições de operação

estabelecidas pela Resolução ANA nº 2.081/2017. Um bom exemplo disso foi a instituição pelo Governo Federal, por meio de Medida Provisória de junho de 2021, da Câmara de Regras Excepcionais para a Gestão Hidroenergética - CREG. Com poder de definir diretrizes de atendimento obrigatório, as determinações da CREG ignoraram atos regulatórios, entre os quais a Resolução ANA nº 2.081/2017.

Como recomendações para aperfeiçoamento da avaliação dos impactos de regras operativas sobre usuários localizados na área de remanso de reservatórios, sugere-se estudos que incluam não só usos consuntivos, mas também não consuntivos, tais como navegação de travessia e turismo, e suas implicações financeiras e sociais. Sugere-se também estudos que envolvam não só os impactos a usuários do lago de Sobradinho, mas também os existentes em Três Marias e Itaparica, além da sinergia existente na operação entre esses reservatórios.

A descrição dos passos utilizados para análise do processo de implementação da resolução com condições de operação para o Sistema Hídrico do Rio São Francisco, bem como da avaliação de impacto nos usuários do lago de Sobradinho afetados pelo recuo do espelho d'água, permite a replicação da metodologia para avaliação de outros regramentos de operação de reservatórios.

Por fim, a presente pesquisa apresenta resultados que podem contribuir para a melhoria regulatória de atos que estabelecem condições de operação de reservatórios, colaborando especificamente para a avaliação de resultado regulatório, fortalecendo, conseqüentemente, a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Diretorias Colegiadas ANA e ANEEL. Resolução Conjunta Nº 3, de 10 de agosto de 2010. Estabelecer as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 201, p. 124-125, 20 out. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA; AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Diretorias Colegiadas ANA e ANEEL. Resolução Conjunta Nº 1305, 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. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 152, n. 223, p. 121, 23 nov. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**: Edição Especial. Brasília: ANA, 2015. 163 p. ISBN 978-85-8210-027-1.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Superintendência de Operações e Eventos Críticos. **Nota Informativa nº 6/2016/CORSH/SOE**. Bacia do rio São Francisco com a prática de vazões reduzidas. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 6 jul. 2016a. 9 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA; COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF. **Mapeamento das áreas inundáveis nas margens do rio São Francisco no trecho entre o reservatório de Xingó e a foz**. Brasília: ANA, 2016. 42 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília: ANA, 2017a. 169 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Diretoria Colegiada. Resolução nº 2.081, de 04 de dezembro de 2017. Dispõe sobre as condições para a operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco, que compreende os reservatórios de Três Marias, Sobradinho, Itaparica (Luiz Gonzaga), Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV e Xingó. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 154, n. 233, p. 41, 6 dez. 2017b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO -ANA. Superintendência de Operações e Eventos Críticos. **Nota Técnica nº 15/2017/CORSH/SOE**. Minuta de resolução sobre as condições para a operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco. Brasília, DF: ANA, 28 nov. 2017c. 11 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **ANA define novas regras para operação de reservatórios do São Francisco**. [S. l.], 7 dez. 2017d. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias/ana-estabelece-novas-condicoes-para-operacao-de-reservatorios-da-bacia-do-sao-francisco>. Acesso em: 5 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO -ANA. Superintendência de Regulação. **Oficina sobre escassez hídrica e racionamento preventivo**. A necessária integração entre as políticas de recursos hídricos e de saneamento básico. Brasília, DF: ANA, 21 e 22 nov. 2017e. 37 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília: ANA, 2018. 72 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO -ANA. Superintendência de Operações e Eventos Críticos. **Relatório de campanha e vistoria Nº 08/2018/COFIU/SFI**. Relatório da campanha de fiscalização de uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco. Brasília, DF: ANA, 17 abr. 2018a. 33 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Ofício circular nº 1/2019/AA-CD-ANA**. Comunicado sobre a entrada em vigor da Resolução Nº 2.081, de 4 de dezembro de 2017 a partir de 1º de maio de 2019. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 30 abr. 2019a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília: ANA, 2019b. 100 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO -ANA. Superintendência de Operações e Eventos Críticos. **Nota Técnica nº 2/2019/CORSH/SOE**. Operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco segundo a Resolução ANA nº 2.081/ 2017 - Emissão do Comunicado. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 26 abr. 2019c. 13 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Operação dos reservatórios do Sistema Hídrico do Rio São Francisco passa a considerar faixas de volume e período hidrológico a partir de 1º de maio. *In*: WWW.GOV.BR/ANA. **Operação dos reservatórios do Sistema Hídrico do Rio São Francisco passa a considerar faixas de volume e período hidrológico a partir de 1º de maio**. [S. l.], 2019d. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt->

br/assuntos/noticias/operacao-dos-reservatorios-do-sistema-hidrico-do-rio-sao-francisco-passa-a-considerar-faixas-de-volume-e-periodo-hidrologico-a-partir-de-1o-de-maio. Acesso em: 25 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Ofício circular nº 58/2019/SOE/ANA**. Condições de Operação da UHE Sobradinho. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 25 set. 2019e. 2p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Boletim mensal de monitoramento dos reservatórios do rio São Francisco. Abril/2021**. Brasília, DF, 2021. 10 p. Disponível em: [https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/sao-francisco/boletins/mensal/boletim\\_mensal\\_sf\\_abril-2021.pdf](https://www.gov.br/ana/pt-br/sala-de-situacao/sao-francisco/boletins/mensal/boletim_mensal_sf_abril-2021.pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Outorgas emitidas**: Planilha de outorgas. [S. l.], 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas>. Acesso em: 6 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **2ª reunião extraordinária da Sala de Acompanhamento do Sistema Hídrico do Rio São Francisco**. [S. l.: s. n.], 2021b. 1 vídeo (178 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QSToFRvMvJA>. Acesso em: 30 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Salas de Crise**. [S. l.], 2021c. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/eventos-criticos/salas-de-crise>. Acesso em: 4 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. **Parecer Técnico nº 227/2021/SGH**. Avaliação do Relatório Final para atualização das curvas Cota x Área x Volume da UHE Sobradinho, enviado pela Companhia Hidro Elétrica do São Francisco - CHESF, por meio das Cartas nº CE-CHESF-DEPG-011/2020, de 29/04/2020 (Documento nº 21548/2020) e nº CE-CHESF-DEPG-005/2021, de 08/04/2021 (Documento nº 14061/2021), em atendimento à Resolução Conjunta ANA/ANEEL nº 3, de 10/08/2010. Brasília, DF: ANA, 14 jun. 2021d. 26 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios**: Glossário. [S. l.], 2021e. Disponível em: [https://www.ana.gov.br/sar-glossario/busca#c4=all&c2=sortable\\_title&b\\_start=0](https://www.ana.gov.br/sar-glossario/busca#c4=all&c2=sortable_title&b_start=0). Acesso em: 27 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Código de Águas**. [S. l.], [2003]. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/home?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_returnToFullPageURL=%2F&\\_101\\_assetEntryId=15045479&\\_101\\_type=content&\\_](https://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_returnToFullPageURL=%2F&_101_assetEntryId=15045479&_101_type=content&_)

101\_groupId=656835&\_101\_urlTitle=codigo-de-aguas&inheritRedirect=true#:~:text=Nome%20pelo%20qual%20%C3%A9%20conhecido,do%20c%C3%B3digo%20sobre%20gera%C3%A7%C3%A3o%20hidrel%C3%A9trica. Acesso em: 02 abr. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Breve histórico da regulação antes da ANEEL**: Linha do tempo. [S. l.], 2003a. Disponível em: [https://www.aneel.gov.br/home?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_assetEntryId=14468831&\\_101\\_type=content&\\_101\\_urlTitle=historico-da-aneel&inheritRedirect=true](https://www.aneel.gov.br/home?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14468831&_101_type=content&_101_urlTitle=historico-da-aneel&inheritRedirect=true). Acesso em: 4 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Diretoria Colegiada. Resolução Normativa nº 425, de 1º de fevereiro de 2011. Aprova os critérios para definição das instalações de geração de energia elétrica de interesse do sistema elétrico interligado e daquelas passíveis de descentralização das atividades de controle e fiscalização, sob coordenação da Superintendência de Fiscalização dos Serviços de Geração – SFG/ANEEL. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 158, n. 30, p. 56, 11 fev. 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **Bacia do Rio São Francisco**: Relatório Executivo. Brasília: UFSC/LabTrans, 2013. 52 p.

ARAÚJO, M.; GAZZOLA, R. Políticas públicas: Prestação de contas dos atores. **Revista de Política Agrícola**, [s. l.], v. 26, ed. 1, p. 25-37, 2017. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1251>. Acesso em: 13 dez. 2021.

BASTO, Isabela Dantas Reis Gonçalves. **Estudo das regras de defluência do sistema de reservatórios no rio São Francisco e suas consequências para o atendimento às demandas da irrigação e outros usos da água**. 2018. 154 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) - Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

BARROS, A. M. L. *et al.* Desafios da gestão dos usos múltiplos da água para atendimento energético ante a crise hídrica da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 27, ed. 1, p. 258-278, 2017.

BATISTA, M. L.; DOMINGOS, A. Mais que boas intenções: Técnicas quantitativas e qualitativas na avaliação de impacto de políticas públicas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 1-24, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoc/a/5ZNdYqMxxshpBCTzdKTYt5S/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 dez. 2021.

BOUNTHAVONG, M. **Data visualization Communicating data effectively with data visualization**: Part 15 (Diverging stacked bar chart for Likert scales). [S. l.], 2019.



Disponível em: <https://mbounthavong.com/blog/tag/Likert+scale>. Acesso em: 1 nov. 2021.

BRAGA, B.P.F. *et al.* Impacts of Sobradinho Dam, Brazil. *In: TORTAJADA, C. et al. Impacts of Large Dams: A Global Assessment*. Berlim: Springer-Verlag, 2012. cap. 7, p. 153-170. ISBN 978-3-642-23570-2.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. **Código de Águas**, Rio de Janeiro, 1934. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d24643compilado.htm#:~:text=DECRET O%20N%C2%BA%2024.643%2C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE%20193 4.&text=Decreta%20o%20C%C3%B3digo%20de%20%20C3%81guas.&text=%C3%81 GUAS%20P%C3%9ABLICAS-,Art.,de%20uso%20comum%20ou%20dominicais](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm#:~:text=DECRET O%20N%C2%BA%2024.643%2C%20DE%2010%20DE%20JULHO%20DE%20193 4.&text=Decreta%20o%20C%C3%B3digo%20de%20%20C3%81guas.&text=%C3%81 GUAS%20P%C3%9ABLICAS-,Art.,de%20uso%20comum%20ou%20dominicais). Acesso em: 2 abr. 2021.

BRASIL. Decreto-Lei nº 1.699, de 24 de outubro de 1939. Dispõe sobre o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica e seu funcionamento e dá outras providências. **Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica**, Rio de Janeiro, 1939. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCiVil\\_03/Decreto-Lei/1937-1946/Del1699.htm](http://www.planalto.gov.br/CCiVil_03/Decreto-Lei/1937-1946/Del1699.htm). Acesso em: 2 abr. 2021.

BRASIL. [Constituição (1946)]. **CONSTITUIÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS DO BRASIL (DE 18 DE SETEMBRO DE 1946)**. Rio de Janeiro: Presidência da República, 1946. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao46.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm). Acesso em: 2 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 83.567, de 12 de junho de 1979**. Cria Comissão interministerial de estudos para controle das enchentes do rio São Francisco e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1979. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/45142-cria-comissao-interministerial-de-estudos-para-controle-das-enchentes-do-rio-sao-francisco-e-da-outras-providencias.html>. Acesso em: 30 abr. 2021.

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, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Presidência da República, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

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, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9648cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9648cons.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 9.203, de 22 de novembro de 2017**. Dispõe sobre a política de governança da administração pública federal direta, autárquica e fundacional. Brasília: Presidência da República, 2017. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/D9203.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.411, de 30 de junho de 2020**. Regulamenta a análise de impacto regulatório, de que tratam o art. 5º da Lei nº 13.874, de 20 de setembro de 2019, e o art. 6º da Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019. Brasília: Presidência da República, 2020. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/Decreto/D10411.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/Decreto/D10411.htm). Acesso em: 14 nov. 2020.

BRITANNICA. **Tennessee Valley Authority**: *government agency, United States*. [S. l.], 20 jul. 1998. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/Tennessee-Valley-Authority>. Acesso em: 2 mar. 2021.

BUENO, M. L. *et al.* Usinas hidrelétricas com reservatório de acumulação e a fio d'água: Estudo de caso aplicado à bacia do rio Iguaçu. **XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, [s. l.], p. 1-9, 2019. Disponível em: <http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/107/XXIII-SBRH0989-1-20190505-183431.pdf>. Acesso em: 31 out. 2020.

CACHAPUZ, P.B.B.C. (coord.). **Usinas da Cemig: 1952-2005**. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2005. 304 p. ISBN 85-85147-70-9.

CACHAPUZ, P.B.B.C. (coord.). **CHESF: 70 anos de história**. 1. ed. Rio de Janeiro: Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2018. 156 p. ISBN 978-85-85147-95-2.

CANAL ENERGIA (org.). **Glossário: Vazão Média a Longo Termo ou Vazão Média Histórica**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.canalenergia.com.br/glossario?letra=V>. Acesso em: 26 fev. 2022.

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Guia da política de governança pública.** Casa Civil da Presidência da República, Brasília: 2018a. 86 p.

CASA CIVIL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Diretrizes gerais e guia orientativo para elaboração de Análise de Impacto Regulatório - AIR.** Presidência da República, Brasília: 2018b. 108 p.

CAVALCANTI, B. S.; MARQUES, G. R. G. Recursos hídricos e gestão de conflitos: A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, v. 15, n. 1, p. 4-16, 2016.

CHAER, G. *et al.* A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Revista Evidência**, Araxá, v. 7, ed. 7, p. 251-266, 2011. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia\\_artigos/pesquisa\\_social.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf). Acesso em: 30 mar. 2021.

CHAGAS, A. T. R. O questionário na pesquisa científica. **Administração online**, [s. l.], v. 1, ed. 1, 2000. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38538199/questionarios.pdf?1440207442=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DO\\_QUESTIONARIO\\_NA\\_PESQUISA\\_CIENTIFICA\\_An.pdf&Expires=1620736911&Signature=FOIYubFI0FqP4xLUPp4X715~vx6YVOT~TQtUxkNkFw8XSsSVowfsXOK2bKQXLTKEEdy5eapOxeT32F5pioknu5~HbxWf02-x4MrbHcSeB9rDd-0c1qOgquxaxejaVkfua4cQ5p8itRej9xmXERQosISJIZtMMhDQYdAaj7EdEG1dtor8n9tEacWlg4JHZAWtYMT0MoDtXPUP7g4fQ3FEMdfN5pbPjjsvDAkgg-11DvWjbpQdLomg0H8caBESWUVifhqn~XvUqlGjBMV0oqxCV4gnnK3k4rkZeXv~rF5go04bijOeHggSvJSU3cRCX2~JvTz6xzwnA8ro0trab0BQ\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38538199/questionarios.pdf?1440207442=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DO_QUESTIONARIO_NA_PESQUISA_CIENTIFICA_An.pdf&Expires=1620736911&Signature=FOIYubFI0FqP4xLUPp4X715~vx6YVOT~TQtUxkNkFw8XSsSVowfsXOK2bKQXLTKEEdy5eapOxeT32F5pioknu5~HbxWf02-x4MrbHcSeB9rDd-0c1qOgquxaxejaVkfua4cQ5p8itRej9xmXERQosISJIZtMMhDQYdAaj7EdEG1dtor8n9tEacWlg4JHZAWtYMT0MoDtXPUP7g4fQ3FEMdfN5pbPjjsvDAkgg-11DvWjbpQdLomg0H8caBESWUVifhqn~XvUqlGjBMV0oqxCV4gnnK3k4rkZeXv~rF5go04bijOeHggSvJSU3cRCX2~JvTz6xzwnA8ro0trab0BQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 12 fev. 2021.

CHAVES, Nilva. **História.** [S. l.]: Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba, 7 nov. 2017. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/acesso-a-informacao/institucional/historia>. Acesso em: 2 abr. 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025.** Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Alagoas: CBHSF, 2016a. 520 p.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO – CBHSF. **Resumo Executivo do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025.** Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Alagoas: CBHSF, 2016b. 300 p.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF. **Cenários prospectivos para os vales do São Francisco**

**e do Parnaíba : 2009 a 2028.** Brasília: Fundação Getúlio Vargas, 2010. 258 p. ISBN 978-85-89503-10-5.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF. **Sistema Itaparica.** [S. /], 2011. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/sistema-itaparica>. Acesso em: 3 abr. 2021.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF. **Plano diretor perímetros irrigados Bebedouro / Nilo Coelho/ M<sup>a</sup> Tereza.** Brasília: Codevasf, 2013

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF. **Relatório de Gestão 2019.** Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, Brasília: Codevasf, 2020. 96 p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Histórico da legislação hídrica no Brasil.** [S. /], 2013. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/>. Acesso em: 11 abr. 2021.

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF. **Sobradinho.** [S. /], 2009. Disponível em: <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Sobradinho.aspx>. Acesso em: 3 abr. 2021.

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF. Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Segurança Hídrica. O reservatório de Sobradinho, pulmão do submédio e baixo São Francisco. **Sala de Crise do Rio São Francisco de 18 de janeiro de 2016,** [S. /], p. 1-18, 18 jan. 2016.

COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF. **Sistema Chesf: Xingó.** [S. /], 2016a. Disponível em: <https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Xingo.aspx>. Acesso em: 30 jun. 2021.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. Resolução nº 129, de 29 de junho de 2011. Estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 148, n. 185, p. 68, 26 setembro 2011.

CORRÊA, Maria Letícia. Contribuição para uma história de regulamentação do setor de energia elétrica no Brasil: o Código de Águas de 1934 e o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Política & Sociedade**, v. 4, n. 6, p. 255-292, 2005.

CORRÊA, K. M. A.; PORTO, J. L. R. Integração energética e desenvolvimento regional no Amapá. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenau, v. 7, n. 2, p. 5-22, 17 jan. 2020. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/7193>. Acesso em: 15 set. 2021.

CUNHA, C. G. S. Avaliação de Políticas Públicas e Programas Governamentais: tendências recentes e experiências no Brasil. **Revista Estudos de Planejamento**, Porto Alegre, v. 1, n. 12, p. 27-57, 2018. Disponível em: <http://200.198.145.164/index.php/estudos-planejamento/article/view/4298>. Acesso em: 27 set. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. **DNIT retoma operação da eclusa de Sobradinho**: Serviço de transposição restabelece a navegação neste trecho do rio São Francisco, interrompida desde 2018. [S. l.], 27 mar. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/noticias/dnit-retoma-operacao-da-eclusa-de-sobradinho>. Acesso em: 27 abr. 2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS DE SANEAMENTO - DNOS. **Relatório da Comissão Interministerial de estudos para controle das enchentes do rio São Francisco**. Brasília: DNOS, 1980. 220 p.

DISTRITO DE IRRIGAÇÃO NILO COELHO - DINC. **Distrito de Irrigação Nilo Coelho**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.dinc.org.br/>. Acesso em: 29 abr. 2021.

DISTRITO DE IRRIGAÇÃO NILO COELHO - DINC. **Plano Operativo 2021**. Petrolina: DINC, 2020a. 78 p.

ELETROBRÁS FURNAS - FURNAS. **Perguntas frequentes**: O que é volume útil de um reservatório?. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.furnas.com.br/subsecao/232/perguntas-frequentes?culture=pt#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20o%20volume,usada%20para%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20energia>. Acesso em: 27 fev. 2022.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanço Energético Nacional**: Ano Base 2020. Rio de Janeiro: EPE, 2021. 268 p. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-596/BEN2021.pdf>. Acesso em: 8 set. 2021.

ESTADO DE MINAS. Falha do projeto da usina de Três Marias impede o uso de volume morto durante a seca. **Estado de Minas**, Belo Horizonte, 17 set. 2014. Economia, p. s.l. Disponível em: [https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2014/09/17/internas\\_economia,569798](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2014/09/17/internas_economia,569798)

/falha-no-projeto-da-usina-de-tres-marias-impede-uso-de-volume-morto-durante-a-seca.shtml. Acesso em: 16 nov. 2020.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson. **Revista Política Hoje**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 115-146, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Dalson-Figueiredo/publication/290157754\\_Desvendando\\_os\\_Misterios\\_do\\_Coeficiente\\_de\\_Correlacao\\_de\\_Pearson\\_r/links/5695032908ae820ff07492cb/Desvendando-os-Misterios-do-Coeficiente-de-Correlacao-de-Pearson-r.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Dalson-Figueiredo/publication/290157754_Desvendando_os_Misterios_do_Coeficiente_de_Correlacao_de_Pearson_r/links/5695032908ae820ff07492cb/Desvendando-os-Misterios-do-Coeficiente-de-Correlacao-de-Pearson-r.pdf). Acesso em: 1 nov. 2021.

FREITAS, M. A. S.; FILHO, J. G. C. G. Disponibilidade hídrica do sistema formado pelos reservatórios Três Marias e Sobradinho na bacia hidrográfica do rio São Francisco para fins de alocação de água. **VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, [s. l.], p. 1-16, 2004. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58777481/Disp\\_tresmarias\\_abrh2004\\_192.pdf?1554222279=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDisponibilidade\\_Hidrica\\_Do\\_Sistema\\_Forma.pdf&Expires=1620676708&Signature=Q4GhSpQLnogDak-3NVRTTsoJwL04GHeAkWMDRfi53R4J~N9nhz5UzOVZDhMNng13fEIO1fz557bMTxGiptrjhpRtVQhm6hIV7vHoDUPn4VxEsuTJaHyAGTB4rY9PHpea0WNwAfRBfAnsO1hHfQJLQVZ2W5qf2QNbKoRfuM1YK1HVQCIB8yVWLLxgloNdX0fsaOFmMA7tmkGFf9MGjQ-lpMU6MGgb5ZWjCr~V1X6AVJNhKpSQFVWB15t2qqjBxa~E5nGkLBR5hTKL3IEX~4fLw~bHaCwvOLJcBTMG-dWaKG24VvsSyld4EY5Dvl3LBeiFN254IKHMDrLTNtPvhF6HA\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/58777481/Disp_tresmarias_abrh2004_192.pdf?1554222279=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDisponibilidade_Hidrica_Do_Sistema_Forma.pdf&Expires=1620676708&Signature=Q4GhSpQLnogDak-3NVRTTsoJwL04GHeAkWMDRfi53R4J~N9nhz5UzOVZDhMNng13fEIO1fz557bMTxGiptrjhpRtVQhm6hIV7vHoDUPn4VxEsuTJaHyAGTB4rY9PHpea0WNwAfRBfAnsO1hHfQJLQVZ2W5qf2QNbKoRfuM1YK1HVQCIB8yVWLLxgloNdX0fsaOFmMA7tmkGFf9MGjQ-lpMU6MGgb5ZWjCr~V1X6AVJNhKpSQFVWB15t2qqjBxa~E5nGkLBR5hTKL3IEX~4fLw~bHaCwvOLJcBTMG-dWaKG24VvsSyld4EY5Dvl3LBeiFN254IKHMDrLTNtPvhF6HA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 22 abr. 2021.

GASPAR, I. A.; SHIMOYA, A. Avaliação da confiabilidade de uma pesquisa utilizando o coeficiente alfa de Cronbach. *In*: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Simpósio de Engenharia de Produção**. Catalão: [s. n.], 2017. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/ISAAC\\_DE\\_ABREU\\_GASPAR\\_2\\_-\\_email.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/ISAAC_DE_ABREU_GASPAR_2_-_email.pdf). Acesso em: 28 out. 2021.

GONTIGO JR., W. C. Apêndice V - Estudo de caso baixo São Francisco – geração hidrelétrica e usos múltiplos. *In*: JÚNIOR, Wilde Cardoso Gontijo. **Uma avaliação da política brasileira de recursos hídricos baseada em dez casos de estudo**. 2013. Tese (Doutorado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. p. 46.

GUILHON, L. G. F. *et al.* A gestão da crise hídrica da bacia do rio São Francisco e seus impactos da operação do Sistema Interligado Nacional. **XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, [s. l.], p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/107/XXIII-SBRH0501-1-20190809-095254.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2022.

HEIBERGER, R. M.; ROBBINS, N. B. Design of diverging stacked bar charts for Likert scales and other applications. **Journal of Statistical Software**, [s. l.], v. 57, n. 5, p. 1-

32, 2014. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v057i05>. Acesso em: 21 out. 2021.

HILL, M. M.; HILL, A.. **Investigação por Questionário**. 2. ed. rev. Lisboa: Sílabo, 2016. 384 p. ISBN 978-9726182733.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTUDOS DE CONCORRÊNCIA, CONSUMO E COMÉRCIO INTERNACIONAL – IBRAC. **Institucionalização e prática da Análise de Impacto Regulatório no Brasil**. São Paulo: IBRAC, 2019. 333 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (Brasil). **Semiárido Brasileiro: o que é**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 26 fev. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Licença de Operação nº 147/2001 - 2ª Retificação, 2ª Renovação**. Brasília, DF: Ibama, 9 nov. 2016a. Disponível em: [servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta\\_empresendimentos.php](https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empresendimentos.php). Acesso em: 15 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Licença de Operação nº 406/2004 - 2ª Retificação, de 9 de novembro de 2016**. Brasília, DF: Ibama, 9 nov. 2016b. Disponível em: [https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta\\_empresendimentos.php](https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empresendimentos.php). Acesso em: 15 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Licença de Operação nº 509/2005 - 2ª Retificação**. Brasília, DF: Ibama, 9 nov. 2016c. Disponível em: [servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta\\_empresendimentos.php](https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empresendimentos.php). Acesso em: 15 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Licença de Operação nº 510/2005 - 2ª Retificação**. Brasília, DF: Ibama, 9 nov. 2016d. Disponível em: [https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta\\_empresendimentos.php](https://servicos.ibama.gov.br/licenciamento/consulta_empresendimentos.php). Acesso em: 15 nov. 2020.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE - INEA. **Ar, água e solo: Estiagem x seca**. [S. l.], 1 fev. 2020. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/seguranca-hidrica/estiagem/#:~:text=Estiagem%20%C3%A9%20um%20per%20pr%20pr%20provoque%20grave%20desequil%20hidrol%20B3gico>. Acesso em: 1 maio 2021.

LIMA, L. L.; D'ASCENZI, L. **Políticas públicas, gestão urbana e desenvolvimento local**. Porto Alegre: Metamorfose, 2018. 186 p. ISBN 978-85-53074-06-8. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/174972/001066342.pdf?sequence=1>. Acesso em: 13 dez. 2021.

MACEDO, H. R. *et al.* Expansão e perspectivas do sistema de transmissão brasileiro após a crise energética de 2001. **5ª Jornada de Iniciação Científica e Extensão - Instituto Federal do Tocantins**, [s. l.], p. 1-8, 2014. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/5jice/paper/view/6449>. Acesso em: 17 nov. 2021.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B. A elaboração de questionários na pesquisa quantitativa. **Departamento de Ciência de Computação e Estatística-IBILCE-UNESP**, p. 1-17, 2012.

MASCARENHAS, A. C. M. **Conflitos e Gestão de Águas**: O caso da bacia hidrográfica do rio São Francisco. 2008. 241 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MEDEIROS, Y. D. P. *et al.* Conflitos pelo uso da água para a irrigação, geração de energia hidroelétrica e manutenção do ecossistema aquático no baixo trecho do rio São Francisco. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 4, p. 195-210, 2015. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/3346](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/3346). Acesso em: 28 fev. 2022.

MEDEIROS, Y. D. P. *et al.* Efeitos da adoção de um regime de defluência do sistema de reservatórios do rio São Francisco, para atendimento às demandas dos múltiplos usos da água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 25, ed. 31, p. 1-22, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh/a/9NS8WG8PPBdHyVC7rvDZdvG/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 jan. 2022.

MELO, P. *et al.* A operação econômica do Sistema Interligado Nacional e o uso múltiplo da água – Caso do Rio São Francisco. **Agência Canal Energia**, [s. l.], p. 1-4, 2020. Disponível em: [http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/49\\_melo\\_2020\\_08\\_25.pdf](http://gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/49_melo_2020_08_25.pdf). Acesso em: 3 abr. 2021.

MENDONÇA, Bruna Craveiro de Sá. **A coordenação em crises hídricas**: Sala de Crise do São Francisco. 2019. 34 f. Curso de Especialização (Administração Governança e Controle da Regulação em Infraestrutura) - Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2019.

MENEGUIN, F. B.; FREITAS, I. V. B. Por que avaliar políticas públicas?. **Aplicações em Avaliação de Políticas Públicas**: Metodologia e Estudos de Caso, Brasília, p. 1-



3, 2013. Disponível em: <http://www.brasil-economia-governo.org.br/wp-content/uploads/2013/03/por-que-avaliar-politicas-publicas.pdf>. Acesso em: 27 set. 2021.

MINAS GERAIS (Estado). Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM. 30 de junho de 2020. [CONSULTA PÚBLICA SOBRE PLANO AMBIENTAL DE CONSERVAÇÃO E USO DO ENTORNO DE RESERVATÓRIO ARTIFICIAL (PACUERA) CEMIG GERAÇÃO TRÊS MARIAS S.A - UHE TRÊS MARIAS]. **Diário Oficial do Estado de Minas Gerais**: Caderno 1: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável: Poder Executivo, Belo Horizonte, ano 128, n. 131, p. 10, 30 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MI (Brasil). Secretaria de Infraestrutura Hídrica *et al.* **Projeto de Integração do Rio São Francisco**: Sumário Executivo. Brasília: [s. n.], 2016. 15 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA (Brasil). Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica do São Francisco**. 2. ed. Brasília: MMA, 2006. 148 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA (Brasil). Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno setorial de recursos hídricos: geração de energia elétrica**. 2. ed. Brasília: MMA, 2006a. 112 p.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO - MP. **Glossário de Defesa Civil**: Estudos de riscos e medicina de desastres. 2. ed. aum. Brasília: MP, 1998. 173 p.

MOTA, R. K. B. *et al.* Concepções teóricas sobre accountability. **4º Congresso UFU de Contabilidade**, [s. l.], p. 1-19, 2021. Disponível em: <https://eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/contufu2021.completo0078.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

NETO, Tomaz Espósito. Uma análise histórico-jurídica do Código de Águas (1934) e o início da presença do Estado no setor elétrico brasileiro no primeiro Governo Vargas. **Revista Eletrônica História em Reflexão**, v. 9, n. 17, p. 16, 2015.

NOGUEIRA, Roberto. **Elaboração e análise de questionários: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real**. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPEAD, 2002. 27 p. ISBN 85-7508-038-5.

OCDE. Closing the regulatory governance cycle through systematic ex post evaluation. Separata de: **OECD Regulatory Policy Outlook 2015**. Paris: OECD Publishing, 2015. cap. 5, p. 119-139. ISBN 978-92-64-23877-0. Disponível em: [https://read.oecd-ilibrary.org/governance/oecd-regulatory-policy-outlook-2015\\_9789264238770-en#page3](https://read.oecd-ilibrary.org/governance/oecd-regulatory-policy-outlook-2015_9789264238770-en#page3). Acesso em: 16 nov. 2020.

OLIVEIRA, L. R.; PASSADOR, C. S. Ensaio teórico sobre as avaliações de políticas públicas. **Cadernos Ebape.BR**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 324-337, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/svZxsKnLTZ4RWnLGG93bYfH/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 dez. 2021.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. **Submódulo 20.1: Glossário de termos técnicos**. Rio de Janeiro: ONS, 2009. 46 p. v. 1.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. **Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos**. Operador Nacional do Sistema Elétrico, Rio de Janeiro: ONS, Revisão-1 de 2018. 191 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Sobre o SIN: O que é o SIN**, 2020. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin>. Acesso em: 29 out. 2020.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. Diretorias de Planejamento e Operação. **Nota Técnica 0113/2020**. Curvas de segurança para os reservatórios das UHE Três Marias e UHE Sobradinho para o período hidrológico 2020-2021. Rio de Janeiro, RJ: ONS, 17 nov. 2020a. 34 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. Hidrologia. **Submódulo 23.5**. Critérios para estudos hidrológicos. Rio de Janeiro, RJ: ONS, 2020b. 11 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. **Mapa dinâmico do SIN: Hidroelétricas do SIN - 2021-2025** - janeiro 2021. [S. l.]: ONS, 2021. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/mapas>. Acesso em: 3 abr. 2021.

PAHL-WOSTL, C. *et al.* Enhancing water security for the benefits of humans and nature — the role of governance. **Current Opinion in Environmental Sustainability: Aquatic and marine systems**, [s. l.], v. 5, ed. 6, p. 535-714, 2013.

POLITIZE. **Órgãos públicos: O que faz a ANEEL?**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.politize.com.br/aneel/>. Acesso em: 6 mar. 2022.

RAMOS, M. P.; SCHABBACH, L. M. O estado da arte da avaliação de políticas públicas: conceituação e exemplos de avaliação no Brasil. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 5, p. 1271-1294, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/bPM5xsjhwWgL54mdx3R7cnP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 27 set. 2021.

REINO UNIDO. HM Treasury. **Better Regulation Framework, Interim guidance**. London: mar. 2020a. Disponível em:

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/872342/better-regulation-guidance.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/872342/better-regulation-guidance.pdf). Acesso em: 16 nov. 2020.

REINO UNIDO. HM Treasury. **Magenta Book Annex A, Analytical methods for use within an evaluation**. London: mar. 2020b. Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/879418/Magenta\\_Book\\_Annex\\_A\\_Analytical\\_methods\\_for\\_use\\_within\\_an\\_evaluation.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/879418/Magenta_Book_Annex_A_Analytical_methods_for_use_within_an_evaluation.pdf). Acesso em: 23 mar. 2021.

SANTOS, C. O. R. *et al.* As barragens hidrelétricas e os conflitos socioambientais na Amazônia. **Multidisciplinary reviews**, [s. l.], p. 1-9, 2018. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Junior-36/publication/325385310\\_As\\_barragens\\_hidreletricas\\_e\\_os\\_conflitos\\_socioambientais\\_na\\_Amazonia\\_Hydroelectric\\_dams\\_and\\_socio-environmental\\_conflicts\\_in\\_the\\_Amazon/links/5b0979154585157f8718cce7/As-barragens-hidreletricas-e-os-conflitos-socioambientais-na-Amazonia-Hydroelectric-dams-and-socio-environmental-conflicts-in-the-Amazon.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Antonio-Junior-36/publication/325385310_As_barragens_hidreletricas_e_os_conflitos_socioambientais_na_Amazonia_Hydroelectric_dams_and_socio-environmental_conflicts_in_the_Amazon/links/5b0979154585157f8718cce7/As-barragens-hidreletricas-e-os-conflitos-socioambientais-na-Amazonia-Hydroelectric-dams-and-socio-environmental-conflicts-in-the-Amazon.pdf). Acesso em: 1 mar. 2022.

SCHMULLER, J. **Projetos em R para leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019. 352 p. ISBN 978-85-508-0484-2.

SERRA, J. P.; OLIVEIRA, T. A. Impactos ambientais decorrentes da construção de barragens de usinas hidrelétricas: Reflexões e desdobramentos físico-naturais. **Ciências ambientais: diagnósticos ambientais**, Ribeirão Preto, ed. 1, p. 64-83, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Thomaz-De-Oliveira/publication/344503533\\_IMPACTOS\\_AMBIENTAIS\\_DECORRENTES\\_DA\\_CONSTRUCAO\\_DE\\_BARRAGENS\\_DE\\_USINAS\\_HIDRELETRICAS\\_REFLEXOES\\_E\\_DESDOBRAMENTOS\\_FISICO-NATURAIS/links/5f7cfc57a6fdccfd7b4c937f/IMPACTOS-AMBIENTAIS-DECORRENTES-DA-CONSTRUCAO-DE-BARRAGENS-DE-USINAS-HIDRELETRICAS-REFLEXOES-E-DESDOBRAMENTOS-FISICO-NATURAIS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Thomaz-De-Oliveira/publication/344503533_IMPACTOS_AMBIENTAIS_DECORRENTES_DA_CONSTRUCAO_DE_BARRAGENS_DE_USINAS_HIDRELETRICAS_REFLEXOES_E_DESDOBRAMENTOS_FISICO-NATURAIS/links/5f7cfc57a6fdccfd7b4c937f/IMPACTOS-AMBIENTAIS-DECORRENTES-DA-CONSTRUCAO-DE-BARRAGENS-DE-USINAS-HIDRELETRICAS-REFLEXOES-E-DESDOBRAMENTOS-FISICO-NATURAIS.pdf). Acesso em: 4 jan. 2022.

SILVA, M. J. A. A evolução legal e institucional na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 146-157, 2017.

SILVA FILHO, A. S.; SOUZA, A. C. Estatística aplicada a administração usando o software R. **Revista de Ciências Gerenciais**, [s. l.], v. 17, n. 26, p. 175-193, 2013. Disponível em: <https://cienciasgerenciais.pgsskroton.com.br/article/view/1627>. Acesso em: 28 out. 2021.

SOUZA, M. K. *et al.* Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE): Fatores que interferem na adesão. **Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 200-205, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abcd/a/PZYGqFG7mwwDH9sBzZjZ4Vw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2021.

TAVARES, M. L.; FERREIRA, E. C.; DIAS, J. A. S. Análise da evolução institucional da atividade de regulação no setor elétrico brasileiro:1920-1997. In: ENCONTRO DE

ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: [s. n.], 2006. Disponível em: [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100007&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000100007&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 4 maio 2021.

VAINSENER, Semira Adler. **Paulo Afonso (usina hidrelétrica)**. [S. l.], 2004. Disponível em: [http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=606](http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=606). Acesso em: 1 abr. 2021.

## APÊNDICE A – Questionário aplicado

# Processo de implantação da Resolução N° 2.081/2017, Sistema Hídrico do Rio São Francisco

Em 1º de maio de 2021 a Resolução ANA N° 2.081/2017 comemorou dois anos desde a sua entrada em vigor. Com o objetivo de proporcionar maior segurança hídrica e adaptação a um novo referencial hidrometeorológico, a Resolução estabeleceu novas condições de operação para o Sistema Hídrico do Rio São Francisco composto pelos reservatórios de Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV e Xingó.

Este questionário busca obter a percepção dos usuários, gestores de recursos hídricos e outros interessados diretos no tema sobre o processo de implantação da regulação vigente.

A pesquisa faz parte das atividades do Programa de Pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, mestrado profissional pela Faculdade de Planaltina -FUP ligada à Universidade de Brasília – UnB.

Sua resposta é muito importante. O questionário é anônimo e não retém o nome do participante nem faz o rastreio da origem da resposta. Todos os dados obtidos a partir desta pesquisa serão tratados de forma conjunta. Caso tenha alguma dificuldade ou dúvida no preenchimento do questionário, por favor, entre em contato com Antonio Augusto Borges de Lima, pelo e-mail [lima.antonio@aluno.unb.br](mailto:lima.antonio@aluno.unb.br) (<mailto:lima.antonio@aluno.unb.br>) .

\* Obrigatória

### Termo de consentimento livre e esclarecido

1. Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa sobre o processo de implantação das condições de operação dos reservatórios do rio São Francisco, dispostas na Resolução ANA N° 2.081/2017. Sua colaboração é espontânea, não envolvendo riscos e prejuízos. O questionário é anônimo e não retém o nome do participante e você poderá pedir a qualquer momento para não receber mais este questionário. Você concorda em participar da pesquisa?

Sim

Não

## Categorização

2. Em qual categoria de usuário de recursos hídricos ou interessado você mais se enquadra? \*

- Abastecimento público e saneamento
- Irrigação e pecuária
- Poder público estadual e municipal
- Navegação
- Pesca e aquicultura
- Geração de energia
- Turismo e lazer
- Indústria
- Sociedade Civil
- Órgão gestor de recursos hídricos Estadual
- Universidade

Outra

### Processo de implantação da Resolução ANA Nº 2.081/2017

3. No seu ponto de vista, a implantação de novas condições de operação para os reservatórios do rio São Francisco era necessária? \*

Desnecessária	Pouco necessária	Não sei opinar	Necessária	Muito necessária
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Para você, as análises que resultaram nas condições de operação estabelecidas na Resolução ANA Nº 2.081/2017 levaram em consideração o atendimento aos usos múltiplos dos recursos hídricos no rio São Francisco? \*

Discordo totalmente	Discordo	Não sei dizer	Concordo	Concordo totalmente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Como classificaria o debate entre os diversos interesses de usos dos recursos hídricos na bacia do rio São Francisco que resultou nas condições de operação estabelecidas pela Resolução ANA Nº 2.081/2017? \*

Muito pouco participativo	Pouco participativo	Razoável	Participativo	Muito participativo
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Para você, como classificaria o acesso às informações sobre a operação dos reservatórios do rio São Francisco? \*

Muito difícil acesso	Difícil acesso	Não sei dizer	Razoavelmente e acessíveis	Totalmente acessíveis
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Você acha que a Resolução ANA Nº 2.081/2017 irá contribuir para preservação dos volumes armazenados nos reservatórios do rio São Francisco? \*

	Improvável	Pouco provável	Provável	Muito Provável	Com certeza
Instrução 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Você acredita que as condições de operação dos reservatórios do rio São Francisco fixadas pela Resolução ANA Nº 2.081/2017 ajudarão na redução dos conflitos por recursos hídricos? \*

	Desacredito totalmente	Não acredito	Não sei dizer	Acredito	Acredito totalmente
Instrução 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

---

Este conteúdo não é criado nem endossado pela Microsoft. Os dados que você enviar serão enviados ao proprietário do formulário.



## APÊNDICE B – Script “R”

```

#pacotes

library(plyr)
library(tidyverse)
library(lubridate)
library(readxl)
library(likert)

# Local onde arquivo com as respostas será salvo
setwd("INSERIR ENDEREÇO DO ARQUIVO")

# Importando o excel
questionario_profagua<- read_excel("NOME DO ARQUIVO.xlsx")

# Limpando os nomes das colunas (retirar espaços e acentos)
questionario_profagua<-janitor::clean_names(questionario_profagua)

# Renomeando as colunas
questionario_profagua<-rename(questionario_profagua,
  categoria_usuario=em_qual_categoria_de_usuario_de_recursos_hidricos
_ou_interessado_voce_mais_se_enquadra,
  implantacao_novas_condicoes_necessarias=columnn,
  consideracao_usos_multiplos=x2,
  participacao_debates_condicoes=x3,
  informacoes=x4,
  preservacao_volumes=instrucao_1,
  reducao_conflitos=instrucao_12)

# Exclusão de colunas
questionario_profagua<- questionario_profagua %>% select(-email,-nome,-voc
e_esta_sendo_convidado_a_participar_de_uma_pesquisa_sobre_o_processo_de_im
plantacao_das_condicoes_de_operacao_dos_reservatorios_do_rio_sao_francisco
_dispostas_na_resolucao_ana_no_2_081_2017_s)

# Contar o número de respostas por dia (gráfico colunas e tabela diário)*
count(questionario_profagua, dia=as_date(hora_de_conclusao)) %>%
  ggplot(aes(x=dia,y=n))+geom_col() + labs(title='Colunas') + theme(plot.t
itle = element_text(size = 16,
  hjust = 0.5)) +labs(title = "Respostas por dia", x = "Dia",
  y = "Respostas")

#Gráfico de colunas das categorias que responderam
count(questionario_profagua,categoria_usuario,sort=TRUE) %>%
ggplot(aes(x=fct_reorder(categoria_usuario,n),n))+geom_col()+
  scale_y_continuous(breaks = seq(0,21,3))+
  coord_flip()

#5 Nova categorização (nova coluna) ctrl clica no objeto
questionario_profagua <- questionario_profagua %>%

```

```

mutate(nova_categoria=
  case_when(
    str_detect(categoria_usuario,'energia') ~ 'Geração de Energia
',
    str_detect(categoria_usuario,'(?i)federal') ~ 'Poder Público
Federal',
    str_detect(categoria_usuario,'(?i)estadual') ~ 'Poder Público
Estadual e Municipal',
    str_detect(categoria_usuario,'(?i)sociedade|(?i)universidade|
(?i)entidade') ~ 'Sociedade Civil e Universidade',
    str_detect(categoria_usuario,'(?i)irrigação|(?i)indústria|(?i
)saneamento') ~ 'Usos Consuntivos',
    TRUE~'Navegação'
  ))

#Gráfico de colunas das novas categorias que responderam
count(questionario_profagua,nova_categoria,sort=T) %>%
  ggplot(aes(x=fct_reorder(nova_categoria,n),n))+geom_col()+
  scale_y_continuous(breaks = seq(0,21,3))+
  coord_flip()

# Transformando as variáveis em fatores, e depois em números
questionario_profagua<- questionario_profagua %>%
  mutate(implantacao_novas_condicoes_necessarias= factor(implantacao_novas
_condicoes_necessarias,levels=c('Desnecessária', 'Pouco necessária', 'Não se
i opinar', 'Necessária', 'Muito necessária')),
    consideracao_usos_multiplos=factor(consideracao_usos_multiplos,le
vels=c('Discordo totalmente', 'Discordo', 'Não sei dizer', 'Concordo', 'Concor
do totalmente')),
    participacao_debates_condicoes=factor(participacao_debates_condic
oes,levels=c('Muito pouco participativo', 'Pouco participativo', 'Razoável',
'Participativo', 'Muito participativo')),
    informacoes=factor(informacoes,levels=c('Muito difícil acesso', 'D
ifícil acesso', 'Não sei dizer', 'Razoavelmente acessíveis', 'Totalmente acce
síveis')),
    preservacao_volumes=factor(preservacao_volumes,levels=c('Improváv
el', 'Pouco provável', 'Provável', 'Muito Provável', 'Com certeza')),
    reducao_conflitos=factor(reducao_conflitos,levels=c('Desacredito
totalmente', 'Não acredito', 'Não sei dizer', 'Acredito', 'Acredito totalmente
'))))

# Alfa de Crombach
questionario_profagua %>%
  select(c(5:10)) %>%
  mutate(across(where(is.factor),as.numeric)) %>%
  psych::alpha()

#Likert
likert_geral <- questionario_profagua %>%
  select(-c(1:4),-nova_categoria) %>%
  as.data.frame() %>%
  likert()
gerar_plot_likert_geral <- function(perguntas, ...) {

```

```

lik_perguntas <- questionario_profagua %>% select(perguntas) %>%
  as.data.frame() %>% likert()
plot(lik_perguntas, ...)
}

#gerar gráfico para uma pergunta de forma geral (exemplo pergunta 5)
gerar_plot_likert_geral(5,plot.percent=T)

todas_perguntas <- map(5:10,gerar_plot_likert_geral)
#% do gráfico
gerar_plot_likert_geral(5,plot.percent=T)$data

#gerar gráfico de 3 em 3 perguntas de forma geral
patchwork::wrap_plots(todas_perguntas[1:3],ncol = 1)

patchwork::wrap_plots(todas_perguntas[4:6],ncol = 1)

#porcentagem dos gráficos (ver no console)
map(todas_perguntas,pluck('data')) %>%
  map(function(x){
    x%>%
      group_by(variable)%>%
      summarise(
        pergunta=unique(Item),
        pct=sum(abs(value))%>%
      ungroup()%>%
      relocate(pergunta)
    })

#Likert por categoria
gerar_plot_likert_cat <- function(variavel, ...){
  tab_lik <- questionario_profagua %>%
  select(variavel,nova_categoria) %>%
  as.data.frame()

  lik <- likert(tab_lik[,1,drop=FALSE],
               grouping = tab_lik$nova_categoria)

  plot(lik, ...)
}

#g(erar gráfico porpergunta com separação das novas categorias
(p6 <- gerar_plot_likert_cat(5))

(p7 <- gerar_plot_likert_cat(6))

(p8 <- gerar_plot_likert_cat(7))

(p9 <- gerar_plot_likert_cat(8))

(p10 <- gerar_plot_likert_cat(9))

(p11 <- gerar_plot_likert_cat(10))

pegar_tabelas_likert <- function(grafico) {
  grafico$data %>%

```

```

group_by(Group,variable) %>%
summarise(value=sum(abs(value))/100) %>%
pivot_wider(names_from = variable,
             values_from = value) %>%

ungroup() %>%
gt::gt() %>%
gt::tab_header(grafico$data$Item[1]) %>%
gt::fmt_percent(-1)
}

testes_graficos <- list(p6,p7,p8,p9,p10,p11)
map(testes_graficos,pegar_tabelas_likert)

# % dos gráficos
gerar_plot_likert_cat(5)$data %>% view()
gerar_plot_likert_cat(6)$data %>% view()
gerar_plot_likert_cat(7)$data %>% view()
gerar_plot_likert_cat(8)$data %>% view()
gerar_plot_likert_cat(9)$data %>% view()
gerar_plot_likert_cat(10)$data %>% view()

# Matriz de Correlação
# 1 Poder Público Federal
# 2 Geração de Energia
# 3 Navegação
# 4 Sociedade Civil e Universidade
# 5 Usos Consuntivos
# 6 Poder Público Estadual e Municipal

#tabela da matriz de correlação
#todas categorias juntas
cor(questionario_profagua[,5:10] %>%
     mutate_all(as.numeric))

questionario_profagua[,5:10] %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')

#correlação por categoria
questionario_profagua %>%
  filter(nova_categoria=='Poder Público Federal') %>%
  select(5:10) %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')

```

```
questionario_profagua %>%
  filter(nova_categoria=='Geração de Energia') %>%
  select(5:10) %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')
```

```
questionario_profagua %>%
  filter(nova_categoria=='Navegação') %>%
  select(5:10) %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')
```

```
questionario_profagua %>%
  filter(nova_categoria=='Sociedade Civil e Universidade') %>%
  select(5:10) %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')
```

```
questionario_profagua %>%
  filter(nova_categoria=='Usos Consuntivos') %>%
  select(5:10) %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')
```

```
questionario_profagua %>%
  filter(nova_categoria=='Poder Público Estadual e Municipal') %>%
  select(5:10) %>%
  mutate_all(as.numeric) %>%
  GGally::ggpairs(lower='blank', diag='blank', labeller='label_parsed')
```







# ANEXO A – Outorgas emitidas até 24/03/2021 para captações na calha do Rio São Francisco

