



**Estudo:** Avaliação da Operação de Reservatórios de Água e Definição de Subsídios para Proposição de um Pacto das Águas na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

**Consultor:** Leonardo Mitre Alvim de Castro

**Produto 1A:** Avaliação da política de operação de reservatórios praticada na bacia hidrográfica do rio São Francisco ao longo dos anos de 2013 a 2018.

Belo Horizonte, Maio/2019



## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	3
ÍNDICE DE QUADROS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO E SEUS PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS .....	9
3. ANÁLISE LEGAL SOBRE O TEMA NA BACIA.....	13
4. PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS .....	23
4.1 Plano Nacional de Recursos Hídricos .....	23
4.2 Planos Estaduais de Recursos Hídricos .....	25
4.3 Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco .....	27
5. MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS AO LONGO DOS ÚLTIMOS ANOS NA BACIA .....	28
5.1 Vazões escoadas no rio São Francisco, afluentes e defluentes aos reservatórios .....	32
5.2 Variação dos índices pluviométricos ao longo do período histórico e dos últimos anos .....	51
5.3 Vazões afluentes e defluentes aos reservatórios e volumes acumulados.....	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
7. REFERÊNCIAS .....	72



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANA – Agência Nacional de Águas

AG Peixe Vivo – Agência de Águas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

CBH – Comitê de Bacia Hidrográfica

CBHSF – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONERH/BA – Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Bahia

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

PBHSF – Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PGIRH – Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos do Distrito Federal

PISF – Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

UHE – Usina Hidrelétrica



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Principais informações dos reservatórios das usinas hidrelétricas do rio São Francisco.....	12
Quadro 3.1 – Resoluções da ANA disciplinando a operação de reservatórios da bacia hidrográfica do rio São Francisco.....	17
Quadro 3.2 – Resoluções ANA sobre o Dia do Rio.....	22
Quadro 4.1 – Levantamento dos planos de recursos por unidade da federação desenvolvidos na bacia.....	25
Quadro 5.1 – Estações fluviométricas ao longo do eixo do rio São Francisco.....	32
Quadro 5.2 – Estações pluviométricas consideradas na análise.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Divisão da bacia hidrográfica do rio São Francisco.....	10
Figura 2.2 – Índices Médios Mensais Precipitados na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.....	11
Figura 2.3 – Principais reservatórios de usinas hidrelétricas no rio São Francisco.....	12
Figura 3.1 – Linha do tempo da redução de vazão mínima defluente dos reservatórios de Xingó e Sobradinho.....	21
Figura 5.1 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo do PBHSF.....	30
Figura 5.2 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo do PBHSF.....	31
Figura 5.3 – Unifilar do rio São Francisco com as estações de monitoramento fluviométrico.....	34
Figura 5.4 – Vazões médias anuais a montante de Três Marias.....	36

Figura 5.5 – Vazões médias anuais nas estações a jusante de Três Marias. ....	37
Figura 5.6 – Vazões médias anuais ao longo do rio São Francisco a jusante de Três Marias. .....	38
Figura 5.7 – Vazões médias anuais escoadas nas estações mais próximas e a montante de Sobradinho. ....	39
Figura 5.8 – Vazões médias anuais escoadas a jusante de Sobradinho.....	40
Figura 5.9 – Vazões médias anuais escoadas a jusante de Xingó.....	41
Figura 5.10 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 40100000 a montante de Três Marias. ....	42
Figura 5.11 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 44200000 a jusante de Três Marias. ....	43
Figura 5.12 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 46998000 a montante de Sobradinho.....	44
Figura 5.13 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 48290000 a jusante de Sobradinho. ....	45
Figura 5.14 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 49330000 a jusante de Xingó. ....	46
Figura 5.15 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 40100000 a montante de Três Marias e os anos mais secos.....	47
Figura 5.16 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 44200000 a jusante de Três Marias e os anos mais secos.....	48
Figura 5.17 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 46998000 a montante de Sobradinho e o ano mais seco. ....	49
Figura 5.18 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 48290000 a jusante de Sobradinho e os anos mais secos.....	50
Figura 5.19 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 49330000 a jusante de Xingó e os anos mais secos.....	51
Figura 5.20 – Precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio São Francisco. ....	52



Figura 5.21 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01845004. ....	54
Figura 5.22 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01943006. ....	55
Figura 5.23 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01943009. ....	55
Figura 5.24 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01945008. ....	56
Figura 5.25 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 02044009. ....	56
Figura 5.26 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 02045011. ....	57
Figura 5.27 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 02044042. ....	57
Figura 5.28 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01747005. ....	59
Figura 5.29 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01845004. ....	59
Figura 5.30 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01944027. ....	60
Figura 5.31 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01945002. ....	60
Figura 5.32 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 02045011. ....	61
Figura 5.33 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos de 2011/2012. ....	63
Figura 5.34 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos hidrológicos de 2012/2013 e 2013/2014. ....	63
Figura 5.35 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos hidrológicos de 2014/2015 e 2015/2016. ....	64
Figura 5.36 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos hidrológicos de 2016/2017 e 2017/2018. ....	65
Figura 5.37 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho no ano de 2012. ....	66
Figura 5.38 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho nos anos hidrológicos de 2012/2013 e 2013/2014. ....	67
Figura 5.39 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho nos anos hidrológicos de 2014/2015 e 2015/2016. ....	68



Figura 5.40 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho nos anos hidrológicos de 2016/2017 e 2017/2018. .... 69

## 1. INTRODUÇÃO

Este documento é o primeiro de uma série de quatro produtos previstos para serem desenvolvidos pela Agência Peixe Vivo visando à avaliação da operação de reservatórios de água e a definição de subsídios para proposição de um pacto de águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

O estudo em questão está sendo desenvolvido por meio do Contrato nº 04/2019 referente ao Contrato de Gestão nº 014/ANA/2010 celebrado entre a ANA e a Agência Peixe Vivo e abrange as seguintes etapas principais:

1. Avaliação da política de operações de reservatórios praticada na bacia hidrográfica do rio São Francisco ao longo dos anos de 2013 a 2018;
2. Apresentação de subsídios para a elaboração e caminhos para um Pacto das Águas na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Para o cumprimento das etapas e execução integral do estudo, foram previstas algumas atividades de acordo com o termo de referência, citadas a seguir:

- a) Análise histórica da operação dos reservatórios ao longo dos anos de 2013 a 2018;
- b) Simulação de cenários frente às operações alternativas da defluência dos reservatórios;
- c) Levantamento de usos de recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco;
- d) Construção de um modelo conceitual para um Pacto das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

Este relatório visa apresentar os resultados obtidos em atendimento à atividade a, que trata da análise da operação dos reservatórios da bacia hidrográfica do rio São Francisco ao longo dos últimos anos.

Nesse contexto, inicia-se por essa introdução, que apresenta os capítulos seguintes e estudos desenvolvidos. Em seguida, o segundo capítulo apresenta algumas informações sobre a bacia hidrográfica do rio São Francisco e as principais UHEs – Usinas Hidrelétricas com reservatórios de acumulação e regularização de vazões. O capítulo seguinte apresenta uma análise legal sobre a questão relacionada à operação de reservatórios de regularização de vazões na bacia. O quarto capítulo faz uma busca e avaliação de estudos técnicos como planos de re-



cursos hídricos com abrangência nacional, estadual e de bacia hidrográfica do rio São Francisco, de forma a identificar informações referentes à operação de reservatórios ou identificação da crise hídrica e ações para sua solução.

O capítulo seguinte faz a análise do monitoramento de recursos hídricos na bacia, envolvendo os índices de chuvas, vazões escoadas no rio São Francisco, afluentes e defluentes aos reservatórios das UHEs e seus volumes acumulados, de acordo com o previsto no termo de referência deste contrato. Finalmente, os dois últimos capítulos apresentam as considerações finais e as referências citadas ao longo do texto.

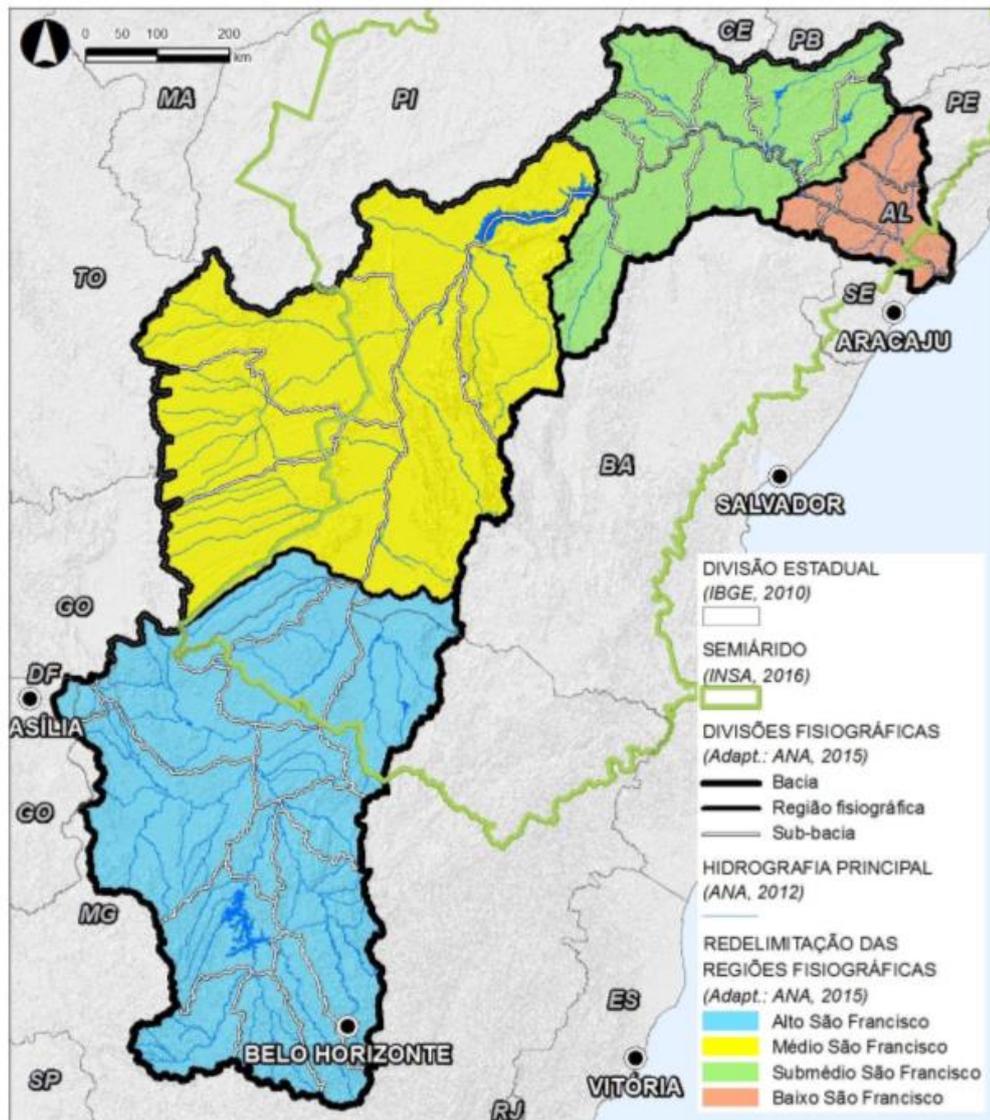
## **2. A BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO E SEUS PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS**

Para que o estudo apresente os resultados esperados, é fundamental que seja iniciado pelo conhecimento da bacia hidrográfica e seu sistema com os principais reservatórios existentes ao longo do eixo principal do rio São Francisco. Para isso, foram levantadas e avaliadas informações de estudos como o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – PBHSF 2016-2025, boletins de monitoramento dos reservatórios da bacia e outros estudos relacionados à região de estudo.

A bacia hidrográfica do rio São Francisco apresenta uma área de drenagem de 639.219km<sup>2</sup> e seu eixo principal tem extensão de 2.863km (PBHSF, 2016). Sua nascente é localizada em Minas Gerais, na Serra da Canastra e sua foz está localizada na divisa dos estados de Alagoas e Sergipe. Sua bacia hidrográfica tem parte de sete unidades da federação, sendo seis estados (Alagoas, Bahia, Goiás, Minas Gerais, Pernambuco e Sergipe) e o Distrito Federal. A bacia é dividida em quatro unidades de acordo com o apresentado no PBHSF (2016) em proposta de atualização da divisão estabelecida por meio da Deliberação nº 74/2012 do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF: Alto São Francisco; Médio São Francisco; Submédio São Francisco; e Baixo São Francisco (Figura 2.1).

Segundo informações do mesmo PBHSF (2016), a bacia hidrográfica possuía em 2010 uma população total de cerca de 14,3 milhões de habitantes, sendo metade na porção do Alto São Francisco, parcela em que está localizada a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Para o ano de 2012, o PIB – Produto Interno Bruto da bacia foi avaliado no PBHSF em cerca

de 250 bilhões de reais, correspondendo a 5,7% do total do país, mostrando importante relevância para o Brasil.

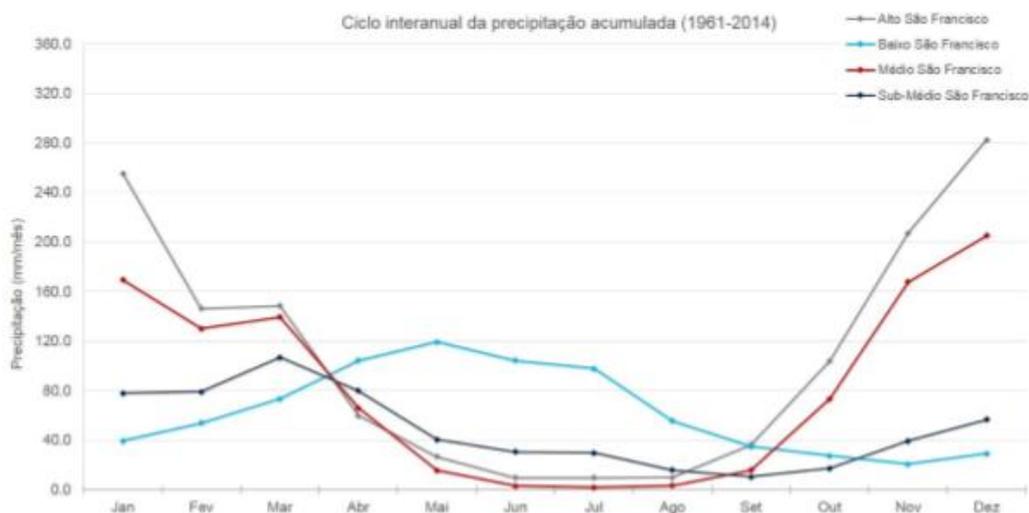


**Figura 2.1 – Divisão da bacia hidrográfica do rio São Francisco.**

Fonte: PBHSF (2016).

A bacia apresenta clima variando entre quente e úmido e semiárido, com índices pluviométricos médios anuais variando entre cerca de 400mm na região do Submédio São Francisco a cerca de 1400mm na região do Alto e Médio São Francisco (PBHSF, 2016). A precipitação apresenta, ainda, importante variação sazonal na bacia, com o período chuvoso ocorrendo entre outubro e março na região do Alto e Médio São Francisco, de janeiro a abril no Submédio

São Francisco e de março a agosto no Baixo São Francisco. A Figura 2.2 mostra essa variação para as regiões fisiográficas da bacia.



**Figura 2.2 – Índices Médios Mensais Precipitados na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.**

Fonte: PBHSF (2016).

No que se refere à disponibilidade hídrica, o PBHSF (2016) estimou uma vazão média de 2.769m<sup>3</sup>/s, vazão Q<sub>95</sub> (vazão de permanência igualada ou superada em 95% do tempo) de 800m<sup>3</sup>/s e vazão Q<sub>7,10</sub> (vazão mínima média de sete dias consecutivos com 10 anos de período de retorno) de 670m<sup>3</sup>/s. A demanda total para usos consuntivos foi estimada em 309,4m<sup>3</sup>/s em termos de retiradas e 215,8m<sup>3</sup>/s de consumo. O PBHSF ainda ressaltou o importante crescimento das retiradas para irrigação na bacia, que passaram de 114m<sup>3</sup>/s em 2000 para 244,4m<sup>3</sup>/s em 2010. Com essas informações e a discriminação das disponibilidades e demandas por sub-bacia, foi realizado o balanço hídrico no PBHSF mostrando condição crítica ou muito crítica para a maior parte das sub-bacias ao se comparar as demandas com as vazões de referência Q<sub>95</sub>.

Uma das características importantes da bacia trata da importante diversidade de setores usuários relacionados aos consuntivos e não consuntivos, ressaltando-se demandas importantes para uso industrial e mineração (principalmente no Alto São Francisco), irrigação (principalmente no Médio e Submédio São Francisco), abastecimento humano e a transposição devida ao PISF – Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional. Da mesma forma, há importantes aproveitamentos hidrelétricos na bacia, principalmente

ao longo do eixo principal do rio São Francisco, além do uso para navegação, ressaltando-se os trechos entre Pirapora e Juazeiro(BA)/Petrolina(PE) e entre Piranhas (AL) e a foz (PBHSF, 2016).

E, nesse sentido, considerando que importantes retiradas de água são realizadas no eixo principal do rio São Francisco ou nos reservatórios das usinas hidrelétricas, a sua operação se mostra de suma importância para a manutenção dos usos múltiplos na bacia. Dentre esses usos, resalta-se a navegação e a manutenção de uma vazão mínima residual na foz do rio.

A Figura 2.3 mostra a cascata com os principais reservatórios das usinas hidrelétricas na bacia hidrográfica do rio São Francisco, localizados em seu eixo principal e suas principais informações são apresentadas no Quadro 2.1.

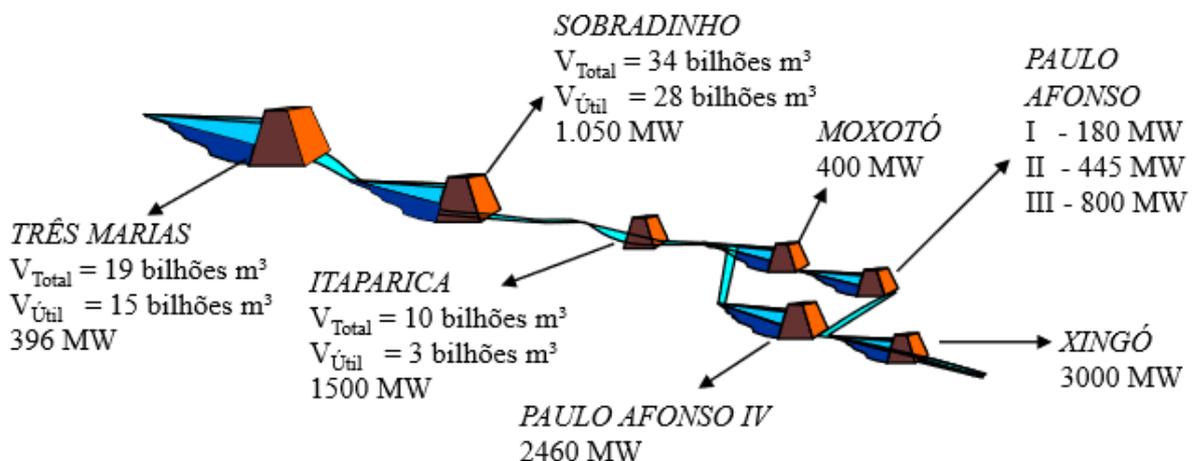


Figura 2.3 – Principais reservatórios de usinas hidrelétricas no rio São Francisco.

Fonte: ANA (2019).

Quadro 2.1 – Principais informações dos reservatórios das usinas hidrelétricas do rio São Francisco.

Reservatório	Mínimo Operacional		Máximo Operacional		Volume útil ( $hm^3$ )
	Cota (m)	Volume ( $hm^3$ )	Cota (m)	Volume ( $hm^3$ )	
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	N/A
Paulo Afonso 1/3	230,3	26	230,3	26	N/A
Paulo Afonso 4	251,5	121	251,5	121	N/A

Reservatório	Mínimo Operacional		Máximo Operacional		Volume útil (hm³)
	Cota (m)	Volume (hm³)	Cota (m)	Volume (hm³)	
Xingó	138,0	3.800	138,0	3.800	N/A

N/A: Não se aplica, reservatórios a fio d'água.

Fonte: ANA (2019).

Ao longo dos últimos anos, a partir de 2013, a bacia do rio São Francisco vem sofrendo com importante escassez hídrica, com redução dos índices pluviométricos e consequente alteração nas vazões escoadas, o que vem levando à necessidade de ajustes na operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Dessa forma, foi motivado o presente estudo com a finalidade de avaliar as alterações na política de operação dos reservatórios e, como será visto em produtos seguintes, seus efeitos no atendimento aos usos múltiplos na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

### 3. ANÁLISE LEGAL SOBRE O TEMA NA BACIA

O presente capítulo apresenta uma análise sobre os atos legais que regem os temas relacionados à operação de reservatórios, estabelecimento de marcos regulatórios e vazões de entrega, com o olhar mais específico para a bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Nesse sentido, são avaliados atos como:

- Leis e decretos federais sobre o tema;
- Resoluções e moções do CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- Resoluções da ANA – Agência Nacional de Águas;
- Resoluções do CBHSF – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

A Lei Federal nº 9.433/1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e estabelece entre suas diretrizes gerais de ação a de articular o planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional. Assim, mostra um dos pontos importantes da relação da operação de reservatórios, que deve ser articulada e observar as demandas e atendimento aos outros setores usuários de recursos hídricos. Dentre esses outros setores, importante atentar para o uso prioritário, em situações de escassez, para consumo humano e a dessedentação animal.

Ainda no que se refere à lei federal em questão, cita-se o objetivo previsto para a Política Nacional de Recursos Hídricos de prevenir contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado. Assim, o planejamento da operação do sistema de barramentos da bacia hidrográfica do rio São Francisco deve ser adequado para antecipar problemas esperados e usuais no período de estiagem do ano, bem como prevenir quanto a potenciais secas extremas que levem ao desabastecimento de algum setor usuário. Para isso, lança mão de uma série de instrumentos, como os planos de recursos hídricos, outorga de direito de uso de recursos hídricos e enquadramento de corpos de água em classes e que serão comentados oportunamente ao longo deste estudo. Aqui são ressaltados apenas alguns aspectos mais relacionados à otimização de usos e operação de reservatórios.

No que se refere aos planos de recursos hídricos, ressalta-se o fato de que devem constar de metas de racionalização de usos visando ao aumento da quantidade e melhoria na qualidade dos corpos d'água e medidas a serem adotadas para que essas metas sejam atendidas. Além disso, o plano de bacia deve prever propostas de áreas de restrição de usos para a proteção dos recursos hídricos. Essas áreas de restrição e as metas de racionalização de usos devem dar suporte ao processo de otimização e melhoria do balanço hídrico da bacia e impactar de forma positiva no processo de operação dos reservatórios da bacia. Assim, o plano de bacia hidrográfica do rio São Francisco, que será comentado mais adiante, deve constar de tais medidas que deverão levar a melhorias no processo de operação dos reservatórios e atendimento aos usuários.

Da mesma forma o instrumento outorga deve ser utilizado com diretrizes e determinações claras que levem ao fato de que os usuários devem atender às determinações relacionadas à operação de reservatórios em bacias cujo balanço hídrico apresente alto índice de comprometimento. Esse é o caso da bacia hidrográfica do rio São Francisco, em que os últimos anos de escassez hídrica levaram à necessidade de alteração na operação de reservatórios, modificando o atendimento a alguns setores usuários. Assim, os atos de outorga devem conter de forma expressa indicativos da necessidade de redução e otimização de seus usos em situações de escassez ou crise hídrica como a que vem ocorrendo na bacia hidrográfica do rio São Francisco. De toda forma, essa questão consta de forma objetiva no artigo 15 da mesma lei, em que as outorgas podem ser suspensas em definitivo ou por prazo determinado em situações de necessidade de água para atender a calamidade decorrente de condições climáticas adversas. Com isso, mais uma vez é lembrado que alguns usos com menor ordem



de prioridade podem ser suspensos em situações de escassez, no caso em tela por meio da operação de reservatórios.

A Lei Federal nº 9.433/1997 também cria o SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos indicando as entidades responsáveis pelo processo de gestão no âmbito nacional e estadual. Nesse contexto, cita-se os CBHs – Comitês de Bacia Hidrográfica com funções de promover o debate de questões relacionadas aos recursos hídricos em sua área de atuação, articular a atuação de entidades na bacia e arbitrar conflitos pelo uso dos recursos hídricos. Assim, é importante sempre ter em mente que o CBH é o ente principal responsável por chamar e participar das discussões na sua bacia de atuação, bem como mediar conflitos. Nesse sentido, situações em que a operação dos sistemas de reservatórios não atenda de forma adequada às demandas dos diferentes setores usuários e leve a conflitos entre suas demandas, o CBH deve ser o principal fórum de discussão e tomada de decisão arbitrando em primeira instância.

Como braço executivo do CBH constam as agências de água ou entidades delegatárias, que apresentam dentre suas funções a de promover estudos necessários à gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação sendo que este estudo em curso se enquadra no contexto da atribuição em questão.

Posteriormente, a Lei Federal nº 9.984/2000 dispôs sobre a criação da ANA – Agência Nacional de Águas como entidade federal da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenação do SINGREH. Nesse contexto, são apresentadas as suas atribuições, podendo ser ressaltadas aqui as de planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar efeitos de secas e a de definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos ou privados, com o objetivo de garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos. Em complemento, a lei estabelece, ainda, que a definição de condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos deve ser efetuada em articulação com o ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Importante citar, ainda, que a garantia do uso múltiplo prevista na lei deve seguir o que foi estabelecido nos planos de bacias hidrográficas, já existente para a bacia do rio São Francisco. Assim, em resumo, a ANA é a responsável pela definição da operação de reservatórios em articulação com o ONS, mas deve seguir diretrizes estabelecidas nos planos de bacia hidrográfica do rio São Francisco quanto ao atendimento aos usos múltiplos e quanto às prioridades para outorga na bacia.



O Decreto Federal nº 3.692/2000 dispõe sobre a instalação da ANA e reforça as atribuições referentes ao planejamento e promoção de ações destinadas à prevenção de efeitos de secas e à definição e fiscalização de condições de operação de reservatórios, visando garantir o uso múltiplo. De toda forma, é também reforçado o aspecto referente ao fato de que essa definição deve seguir o estabelecido nos planos de recursos hídricos, no caso o plano de bacia hidrográfica do rio São Francisco, que terá suas diretrizes avaliadas e discutidas mais adiante neste documento quanto a esse aspecto. O decreto em questão apresenta, ainda, a responsabilidade da ANA de declarar corpos d'água em regime de racionamento preventivo e aplicar as medidas necessárias para assegurar o atendimento aos usos prioritários, nesse caso ouvido o respectivo CBH. Assim, no caso da operação do rio São Francisco, alterações que levem ao racionamento preventivo de usos devem ter o aval do CBH para que possam ser formalizadas.

Em consulta aos atos legais do CNRH, envolvendo suas moções e resoluções aprovadas e publicadas, não foi identificado nenhum ato específico sobre o tema relacionado à operação dos reservatórios da bacia hidrográfica do rio São Francisco ou a questões relacionadas à solução de conflitos específicos na bacia e que tenha sido necessária sua deliberação.

Foi realizada, ainda, consulta à base de dados de resoluções do CBH São Francisco, não sendo identificados atos específicos relacionados à operação de reservatórios. Cabe ressaltar, nesse caso, a Resolução CBHSF nº 82/2014 que institui e disciplina Procedimento Administrativo para a Resolução de Conflitos pelo Uso de Recursos Hídricos no âmbito do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Dessa forma, situações em que seja identificado algum conflito pelo uso dos recursos hídricos em função de qualquer questão, inclusive a operação de reservatórios, apresentam o procedimento e trâmite necessário, de forma a atender a competência legal do CBH de arbitrar em primeira instância administrativa os conflitos relacionados ao uso de recursos hídricos.

Conforme apresentado anteriormente neste capítulo, a Lei Federal nº 9.984/2000 estabeleceu dentre as atribuições da ANA a de definir as condições de operação de reservatórios por agentes públicos ou privados, com o objetivo de garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos. Para isso, ao longo dos últimos anos com a crise hídrica verificada na bacia hidrográfica do rio São Francisco, foram emitidas diversas resoluções disciplinando o tema, de acordo com o apresentado no Quadro 3.1. De uma forma geral, a linha do tempo apresentada na Figura 3.1 mostra as reduções de vazão defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, que foram

reduzidas de 1.300m<sup>3</sup>/s para 1.100m<sup>3</sup>/s a partir de abril de 2013 até os valores de 550m<sup>3</sup>/s médios diários e instantâneos de 523m<sup>3</sup>/s a partir de julho de 2017. Apenas com a melhoria dos volumes afluentes e, conseqüentemente, reservados nos reservatórios, pôde ser iniciada, em maio de 2019, a operação do sistema por meio de regras estabelecidas pela Resolução ANA nº 2081/2017, que compreende os reservatórios de Três Marias, Sobradinho, Itaparica (Luiz Gonzaga), Moxotó, Paulo Afonso I, II, III, IV e Xingó. A Resolução em questão estabelece diferentes vazões mínimas defluentes dos reservatórios de Três Marias, Sobradinho e Xingó, em função de faixas de operação relacionadas aos seus volumes de armazenamento. Assim, de uma forma geral, de acordo com o volume útil dos reservatórios de Sobradinho e Três Marias ao longo do mês, é definida a vazão mínima defluente que ocorrerá no mês seguinte.

A operação dos sistemas em questão será discutida com maior detalhe em capítulos seguintes deste documento. De toda forma, pode-se verificar ter sido realizada de forma eficiente, considerando que foi possível atravessar o período de crise hídrica mais intensa na bacia hidrográfica do rio São Francisco com bom índice de atendimento aos usos da bacia. Vale ressaltar, nesse caso, a importância das Reuniões de Acompanhamento da Operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco, realizadas por meio de videoconferência, com a coordenação da ANA e que têm a participação de diversos entes como o ONS, CBH São Francisco, órgãos gestores estaduais de recursos hídricos e dos principais usuários de águas da bacia. Essas reuniões foram iniciadas com a identificação da crise hídrica na bacia e têm sido realizadas desde então, tendo sido realizadas com frequência semanal durante o período mais intenso da escassez ocorrida e a partir de maio de 2019 foi indicada a frequência mensal. As análises e discussões realizadas nessa videoconferência foram de grande valia para o estabelecimento das reduções de vazão defluentes dos reservatórios de Sobradinho e Xingó, mantendo-se o atendimento aos usos múltiplos da bacia.

**Quadro 3.1 – Resoluções da ANA disciplinando a operação de reservatórios da bacia hidrográfica do rio São Francisco.**

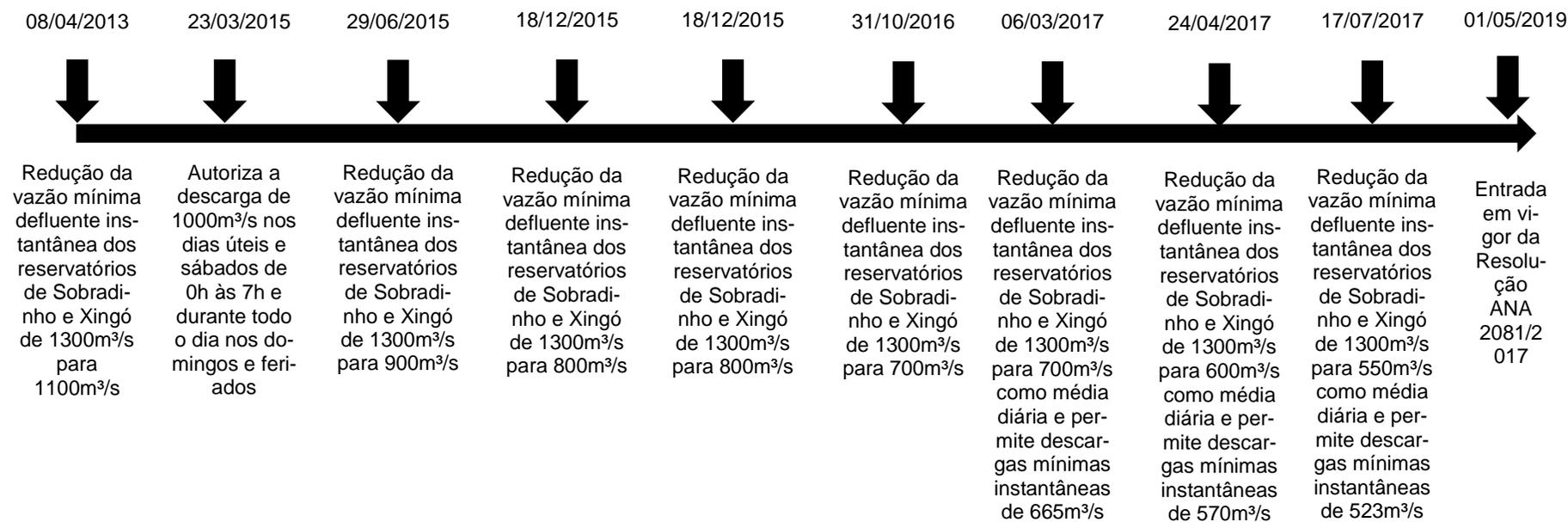
<b>Resolução</b>	<b>Data</b>	<b>Disposição</b>	<b>Prazo</b>
442/2013	08/04/2013	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente instantânea dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 1100m <sup>3</sup> /s	30/11/2013
1406/2013	04/12/2013	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/12/2013

<b>Resolução</b>	<b>Data</b>	<b>Disposição</b>	<b>Prazo</b>
1589/2013	30/12/2013	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/01/2014
102/2014	30/01/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	28/02/2014
333/2014	25/02/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/03/2014
416/2014	26/03/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/04/2014
680/2014	30/04/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/07/2014
1046/2014	28/07/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/08/2014
1258/2014	25/08/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/09/2014
1514/2014	29/09/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/10/2014
1604/2014	30/10/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/11/2014
1778/2014	26/11/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/12/2014
2050/2014	19/12/2014	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/01/2015
85/2015	29/01/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	28/02/2015
132/2015	23/02/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/03/2015
206/2015	23/03/2015	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente instantânea dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 1100m <sup>3</sup> /s. Autoriza a descarga de 1000m <sup>3</sup> /s nos dias úteis e sábados de 0h às 7h e durante todo o dia nos domingos e feriados	30/04/2015
499/2015	30/04/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/05/2015
602/2015	26/05/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/06/2015

Resolução	Data	Disposição	Prazo
713/2015	29/06/2015	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente instantânea dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 900m <sup>3</sup> /s	31/07/2015
852/215	27/07/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/10/2015
1208/2015	27/10/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/11/2015
1307/2015	30/11/2015	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	20/12/2015
1492/2015	18/12/2015	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente instantânea dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 800m <sup>3</sup> /s	31/01/2016
066/2016	28/01/2016	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/03/2016
287/2016	28/03/2016	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/05/2016
560/2016	30/05/2016	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/06/2016
642/2016	27/06/2016	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/09/2016
1161/2016	26/09/2016	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/10/2016
1283/2016	31/10/2016	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente instantânea dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 700m <sup>3</sup> /s	31/01/2017
224/2017	30/01/2017	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/04/2017
347/2017	06/03/2017	Retifica a Resolução 224/2017, considerando a vazão mínima defluente de 700m <sup>3</sup> /s como média diária e permitindo descargas mínimas instantâneas de até 665m <sup>3</sup> /s	30/04/2017
478/2017	20/03/2017	Autoriza a realização de testes com a redução de vazões de Sobradinho e Xingó para 650 e 600m <sup>3</sup> /s de média diária	Não se aplica
742/2017	24/04/2017	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente média diária dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 600m <sup>3</sup> /s e instantânea para 570m <sup>3</sup> /s	30/11/2017

<b>Resolução</b>	<b>Data</b>	<b>Disposição</b>	<b>Prazo</b>
1291/2017	17/07/2017	Autoriza a redução temporária da vazão mínima defluente média diária dos reservatórios de Sobradinho e Xingó de 1300m <sup>3</sup> /s para 550m <sup>3</sup> /s e instantânea para 523m <sup>3</sup> /s	30/11/2017
1943/2017	06/11/2017	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/11/2017
30/2018	23/04/2018	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/07/2018
51/2018	26/07/2018	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/11/2018
90/2018	26/11/2018	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	31/03/2019
19/2019	25/03/2019	Prorroga a redução temporária da descarga mínima defluente dos reservatórios de Sobradinho e Xingó	30/04/2019
2081/2017	04/12/2017	Estabelece 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	Entrada em vigor em 01/05/2019, a partir de emissão de comunicado pela ANA

Fonte: elaboração própria, com base em consulta a [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br).



**Figura 3.1 – Linha do tempo da redução de vazão mínima defluente dos reservatórios de Xingó e Sobradinho.**

Fonte: elaboração própria, com base em consulta a [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br).

Ainda no contexto da operação dos usos da água na bacia hidrográfica do rio São Francisco ao longo dos últimos anos, vale ressaltar também o estabelecimento do Dia do Rio, por meio da Resolução ANA nº 1043/2017, em que eram suspensas, às quartas-feiras, as captações de água nos corpos de água de domínio da União, à exceção dos usos para consumo humano e dessedentação animal. Essa resolução teve a finalidade de dar suporte ao enchimento dos reservatórios da bacia, principalmente aqueles da porção mais baixa da bacia, como Sobradinho e Xingó. Ela vigorou por um período de cerca de um ano, de junho de 2017 até julho de 2018, conforme apresentado no Quadro 3.2 e sofreu vários questionamentos à época, uma vez que diversos empreendimentos, principalmente industriais e minerários, teriam muita dificuldade de paralização de suas operações ao longo de um dia da semana. Além disso, foi também questionado que a redução poderia ser mais útil por meio da otimização de usos, o que seria feito por meio de melhoria nos processos dos usuários, levando a maior efetividade que a suspensão de usos em um dia da semana. Dessa forma, vigorou por período específico de tempo, não estando mais em vigência.

**Quadro 3.2 – Resoluções ANA sobre o Dia do Rio.**

Resolução	Data	Disposição	Prazo
1043/2017	19/06/2017	Estabelece o Dia do Rio às quartas feiras com suspensão de captações nos corpos hídricos de domínio da União, exceto para consumo humano e dessedentação animal	30/11/2017
1277/2017	04/07/2017	Inclui os setores de indústria e mineração dentre as exceções para o Dia do Rio	Não se aplica
1290/2017	17/07/2017	Estabelece critérios para as restrições para o Dia do Rio Para setores de indústria e mineração	Não se aplica
2082/2017	04/12/2017	Prorroga o Dia do Rio	30/04/2018
2219/2017	11/12/2017	Restringe o Dia do Rio à primeira e terceira quarta feira de cada mês	30/11/2018
033/2018	30/04/2018	Restringe o Dia do Rio às quartas feiras e reduz o prazo final	31/07/2018

Fonte: elaboração própria, com base em consulta a [www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br).

#### **4. PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS**

Seguindo a avaliação quanto à política de operação de reservatórios praticada na bacia hidrográfica do rio São Francisco ao longo dos últimos anos, foram avaliados os planos de recursos hídricos em vigência na bacia e seus indicativos sobre o tema. De acordo com o previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, os planos de recursos hídricos podem ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o país. Assim, foram avaliados os planos já concluídos e com informações disponíveis na bacia, de forma a verificar aqueles que porventura disponham de indicativos ou diretrizes sobre a operação de reservatórios. Assim, serão apresentadas, a seguir, informações obtidas das análises dos planos em questão, ressaltando-se os seguintes:

- PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos;
- PERHs – Planos Estaduais de Recursos Hídricos e PGIRH – Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos do Distrito Federal;
- PBHSF – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco.

A análise desses planos visou identificar e apresentar possíveis diretrizes ou questões relacionadas à operação ou estudos indicativos sobre os reservatórios da bacia.

##### **4.1 Plano Nacional de Recursos Hídricos**

O PNRH foi elaborado nos anos de 2004 e 2005, sendo constituído de quatro volumes principais:

- Volume 1 – Panorama e Estado dos Recursos Hídricos do Brasil;
- Volume 2 – Águas para o Futuro: Cenários para 2020;
- Volume 3 – Diretrizes;
- Volume 4 – Programas Nacionais e Metas.

Ao mesmo tempo, foram elaborados cadernos temáticos, relacionados a questões relevantes referentes aos principais setores usuários na bacia: agropecuária; geração de energia hidrelétrica; indústria e turismo; saneamento e transporte hidroviário. Para o estudo em questão, foram, ainda, elaborados cadernos técnicos pela equipe técnica da ANA sobre temas específicos relacionados ao gerenciamento de recursos hídricos como panorama da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, disponibilidade e demanda pelos recursos hídricos, panorama do enquadramento, fiscalização, diagnóstico da outorga, entre outros.

Finalmente, foram elaborados 12 cadernos, um para cada uma das regiões hidrográficas do País, com informações referentes à caracterização detalhada de cada uma delas. No entanto, mesmo com todos esses estudos desenvolvidos e com um volume com o título de “Programas Nacionais e Metas”, o PNRH não teve metas estabelecidas para serem cumpridas ao longo de seu horizonte de planejamento. Dessa forma, não definiu onde deveria chegar e quais os benefícios eram esperados para o país ao longo de seu período de vigência. Com isso, também não foram propostos indicadores de monitoramento.

O PNRH teve sua primeira revisão realizada nos anos de 2010 e 2011 e a segunda em 2016, quando foram estabelecidas 16 prioridades e cerca de 70 metas para o horizonte de 2016-2020, aprovadas por meio da Resolução do CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 181/2016. As prioridades, ações e metas estabelecidas foram avaliadas para verificar a existência de alguma relacionada especificamente à operação de reservatórios. Nesse contexto, foi verificado não haver nenhuma específica para tal finalidade. Apesar de uma prioridade ser para *“identificar, avaliar e propor ações para áreas com risco de ocorrência de inundações, secas, entre outros eventos extremos relacionados à água, que gerem situações adversas à população”*, suas ações previstas são mais voltadas ao monitoramento propriamente dito ou enfrentamento de escassez hídrica considerando o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas. Dentre as metas para atendimento a essa prioridade, há questões mais voltadas à segurança de barragens e os potenciais efeitos de seu rompimento, não sendo previstas ações voltadas a estudos para a otimização da operação de reservatórios.

Há, entretanto, uma meta relacionada à pesquisa voltada ao desenvolvimento e aprimoramento de modelos de gestão de recursos hídricos para aumentar a resiliência e mitigar os efeitos de eventos extremos que gerem situações adversas à população. Apesar de não ser apresentado de forma expressa, considera-se que a otimização da operação de reservatórios pode ser uma ação de melhoria do modelo de gestão de forma a mitigar eventos extremos. Assim, seria relevante que ao desenvolver tais estudos, sejam previstas e avaliadas alternativas voltadas à otimização da política de operação de reservatórios, inclusive com a consideração do exemplo da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

## 4.2 Planos Estaduais de Recursos Hídricos

Seguindo a análise dos planos de recursos hídricos já desenvolvidos para a bacia hidrográfica do rio São Francisco, foram identificados e avaliados PERHs desenvolvidos para todos os estados da bacia e PGRH para o Distrito Federal. O Quadro 4.1 apresenta a relação de planos de abrangência por unidade da federação desenvolvidos para a bacia.

**Quadro 4.1 – Levantamento dos planos de recursos por unidade da federação desenvolvidos na bacia.**

Estado	Aprovação do PERH / Ato Legal	Link para os documentos do Plano	Ano de Conclusão / Horizonte de Planejamento
Alagoas	Plano aprovado em 2011 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos	<a href="http://perh.se-marh.al.gov.br/">http://perh.se-marh.al.gov.br/</a>	2010 / 2030
Bahia	Resolução CONERH/BA – Conselho Estadual de Recursos Hídricos da Bahia nº01/2005 - Aprova o PERH/BA	<a href="http://www.inema.ba.gov.br/plano-estadual-rh/">http://www.inema.ba.gov.br/plano-estadual-rh/</a>	2011 / 2025
Distrito Federal	Plano aprovado em reunião do Conselho de Recursos Hídricos do DF em 2012	<a href="http://www.adasa.df.gov.br/regulacao/planos">http://www.adasa.df.gov.br/regulacao/planos</a>	2012 / 2040
Goiás	Lei Estadual nº 11.548/1991 - aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais; Lei Estadual nº 13.040/1997 - aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais; Lei Estadual nº 13.061/1997 - Altera o Plano Estadual de Recursos Hídricos e Minerais	<a href="http://www.secima.go.gov.br/post/ver/207710/plano-estadual-de-recursos-hidricos-do-estado-de-goias">http://www.secima.go.gov.br/post/ver/207710/plano-estadual-de-recursos-hidricos-do-estado-de-goias</a>	2015 / 2035
Minas Gerais	Decreto nº 45.565, de 22 de março de 2011, aprova o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais.	<a href="http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/planos/plano-estadual">http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/gestao-das-aguas/planos/plano-estadual</a>	2010 / 2030
Pernambuco	Plano concluído em 1998	<a href="http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=3&amp;subpage_id=82">http://www.apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=3&amp;subpage_id=82</a>	1998 / 2010*
Sergipe	Não foram encontradas informações sobre aprovação do PERH/SE	<a href="http://sirhse.se-marh.se.gov.br/sirhse/index.php/macroplanejamento/planosRecursos-Hidricos">http://sirhse.se-marh.se.gov.br/sirhse/index.php/macroplanejamento/planosRecursos-Hidricos</a>	2011 / 2026

\* Plano atualmente em revisão.

Fonte: Elaboração própria.



Como pode ser verificado no Quadro 4.1, a maior parte dos planos de recursos hídricos de abrangência por unidade da federação foi elaborado antes do período dessa última escassez hídrica observada na bacia hidrográfica do rio São Francisco e em análise neste documento. Além disso, suas análises foram realizadas por abrangência estadual ou do Distrito Federal, em recorte diferente da bacia hidrográfica do rio São Francisco como um todo. Assim, apesar de terem identificado problemas de comprometimento hídrico em suas análises de balanço hídrico, não apresentaram propostas de ações relacionadas à melhoria da política de operação dos reservatórios do eixo principal do rio São Francisco.

O PERH/AL propôs em seu plano de ações, programas com ações estruturais e não estruturais envolvendo ações de gestão e construção de estruturas como barragens para regularização de vazões, mas mais voltadas aos cursos de água estaduais. O mesmo ocorre com o PERH/BA, que propôs ações para a gestão da oferta hídrica, voltadas à construção de barragens para a regularização de vazões nos cursos de água do estado. No entanto, não apresentou ações relacionadas à otimização da operação dos reservatórios, ainda mais para aqueles específicos do eixo principal do rio São Francisco como é o caso de Sobradinho, que inunda parcela importante do estado. Também o PERH/SE não previu ações de melhoria operacional de reservatórios de grande porte ou a avaliação de impactos da operação dos reservatórios do eixo principal do rio São Francisco nos usos localizados no estado na foz do rio, que está localizada na divisa com o estado de Alagoas. O PERH/PE é o mais antigo dentre esses planos estaduais, tendo sido concluído em 1998, mas encontra-se atualmente em fase de revisão. Esse plano também seguiu a mesma linha dos outros, prevendo obras estruturais para incremento das ofertas hídricas, mas não tratou de sistemas para otimização de sua operação propriamente dita.

Apesar do Distrito Federal e do estado de Goiás terem porções de seus estados como parte da bacia hidrográfica do rio São Francisco, referem-se a pequenas parcelas e que não margeiam o eixo principal do rio. Assim, como previsto, foi realmente verificado que seus programas propostos nos planos de ações não apresentam ações voltadas ao incremento da oferta hídrica ou otimização dos sistemas operacionais dessa porção da bacia.

O PERH/MG considera em sua área de abrangência uma importante parcela da bacia do rio São Francisco, notadamente a parte responsável pela maior disponibilidade hídrica. Da mesma forma, apresenta importantes demandas e um dos maiores reservatórios de usinas hidrelétricas, o de Três Marias. Assim como os outros PERH, previu ações voltadas a estudos



e projetos de grandes obras e intervenções de infraestrutura hídrica em escala estadual e macrorregional. No entanto, não realizou análise de risco que apresentasse a possibilidade da escassez hídrica de grande vulto ocorrida nos últimos anos e, assim, não previu ações em seu plano de ações que fossem relacionadas à melhoria da operação da infraestrutura hídrica. Dessa forma, da análise realizada verificou-se que os PERH previam ações voltadas ao estudo e construção de obras de infraestrutura hídrica de incremento de oferta de água nos respectivos estados. No entanto, não realizaram análises de riscos que previssem a possibilidade de crises hídricas de maior monta como a que vem ocorrendo na bacia hidrográfica do rio São Francisco e, com isso, não previram ações voltadas à melhoria de sua operação ou implementação de sistemas voltados à otimização das políticas operacionais dos reservatórios existentes.

#### **4.3 Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco**

A bacia do rio São Francisco teve seu primeiro plano decenal elaborado pela equipe técnica da ANA, para o período de 2004 a 2013. Posteriormente, foi elaborada sua revisão, com período de planejamento também de 10 anos, de 2016 a 2025, sendo este o plano em vigência atualmente. Apesar do momento de sua elaboração já ter sido em pleno período de escassez hídrica em boa parte do país, seus estudos de disponibilidade hídrica não proporcionaram um detalhe para o período em questão. Seria interessante que o estudo de disponibilidade hídrica tivesse feito alguma análise específica do que ocorreu ao longo dos últimos anos, se era um fenômeno possível de prever e que pode ocorrer novamente no futuro e quais os problemas poderiam ser acarretados pela escassez hídrica. Além disso, função dessa análise, deveriam ter sido indicados monitoramentos e estudos voltados à previsão da continuidade do período de escassez e como tratar situações tão extremas da forma a melhor atender aos usos de água da bacia.

O processo de construção do plano de ações seguiu uma metodologia de definição de um cenário ideal, voltado à “bacia que queremos”, seguido de uma análise em nível de viabilidade estabelecendo o cenário possível que trata da “bacia que podemos”. Para esse cenário foram definidas as metas para serem atingidas até o ano de 2025 e, a partir daí, foi construído o plano de ações.

O plano de ações construído para o PBHSF considerou seis eixos de atuação:



- Eixo I – Governança e mobilização social;
- Eixo II – Qualidade da água e saneamento;
- Eixo III – Quantidade de água e usos múltiplos;
- Eixo IV – Sustentabilidade hídrica do semiárido;
- Eixo V – Biodiversidade e requalificação ambiental;
- Eixo VI – Uso da terra e segurança de barragens.

O tema relacionado à otimização do balanço hídrico por meio do incremento da oferta, redução de demandas, dentre outras ações, foi previsto no eixo III, relacionado aos aspectos quantitativos e de usos múltiplos. Nesse contexto, a atividade III.2.d – promoção de usos múltiplos da água e redução de conflitos previu atividades para “*revisão da política de gestão de reservatórios, definição de estratégias de gestão de conflitos, investimentos em segurança hídrica, apoio às iniciativas para viabilização da hidrovia, desenvolvimento sustentável da pesca e aquicultura e do turismo associado aos recursos hídricos*”.

A primeira ação prevista para essa atividade teve exatamente o título de “*revisão da política de gestão dos reservatórios, no sentido de otimizar o atendimento aos usos múltiplos, incluindo a proteção dos ecossistemas*”. Dessa forma, percebe-se que, mesmo que o diagnóstico de disponibilidade hídrica não tenha apresentado análise específica relacionada à crise hídrica ocorrida nos últimos anos, verifica-se que seu plano de ações foi construído de forma atenta às condições de escassez hídrica ocorridas ao longo dos anos imediatamente anteriores à elaboração da revisão do plano e que levaram à necessidade de revisão da política de operação dos reservatórios. Este estudo pode, inclusive, ser considerado nesse contexto, assim, como a participação do CBH nas reuniões e discussões ocorridas periodicamente com a coordenação da ANA para a revisão da operação dos reservatórios e suas vazões defluentes na bacia. Assim, pode ser verificado que o CBH São Francisco esteve atento quando da construção de seu novo plano de ações à previsão de discussões sobre o tema.

## **5. MONITORAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E OPERAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS AO LONGO DOS ÚLTIMOS ANOS NA BACIA**

Para a elaboração das avaliações das vazões ocorridas na bacia ao longo dos últimos anos, foi realizada busca das informações de monitoramento fluviométrico e pluviométrico na bacia

hidrográfica do rio São Francisco. Para isso, foram buscadas informações no PBHSF (2016) e no SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, na plataforma Hidroweb. Segundo informações obtidas nesse sistema, com atualização de maio de 2019, há 1010 estações pluviométricas e 1217 estações fluviométricas e de qualidade das águas em operação na bacia do rio São Francisco, totalizando 2227 estações de monitoramento. O PBHSF (2016) apresentou que à época havia 1412 estações fluviométricas e 1684 estações pluviométricas no sistema hidroweb sem, entretanto, informar quantas estavam em operação. Para aquele estudo, considerando que o objetivo era desenvolver estudo de regionalização de vazões para toda a bacia hidrográfica e estimar a disponibilidade hídrica para os usos em todas as porções da bacia, foram selecionadas 101 estações fluviométricas e 331 estações pluviométricas. A Figura 5.1 apresenta a relação de estações fluviométricas utilizadas no estudo do PBHSF e a Figura 5.2 mostra as estações pluviométricas.

Para o presente estudo e mais especificamente neste relatório, o objetivo foi realizar a análise histórica da operação dos reservatórios ao longo dos anos de 2013 a 2018. Para isso, foram escolhidas algumas estações de monitoramento da seguinte forma:

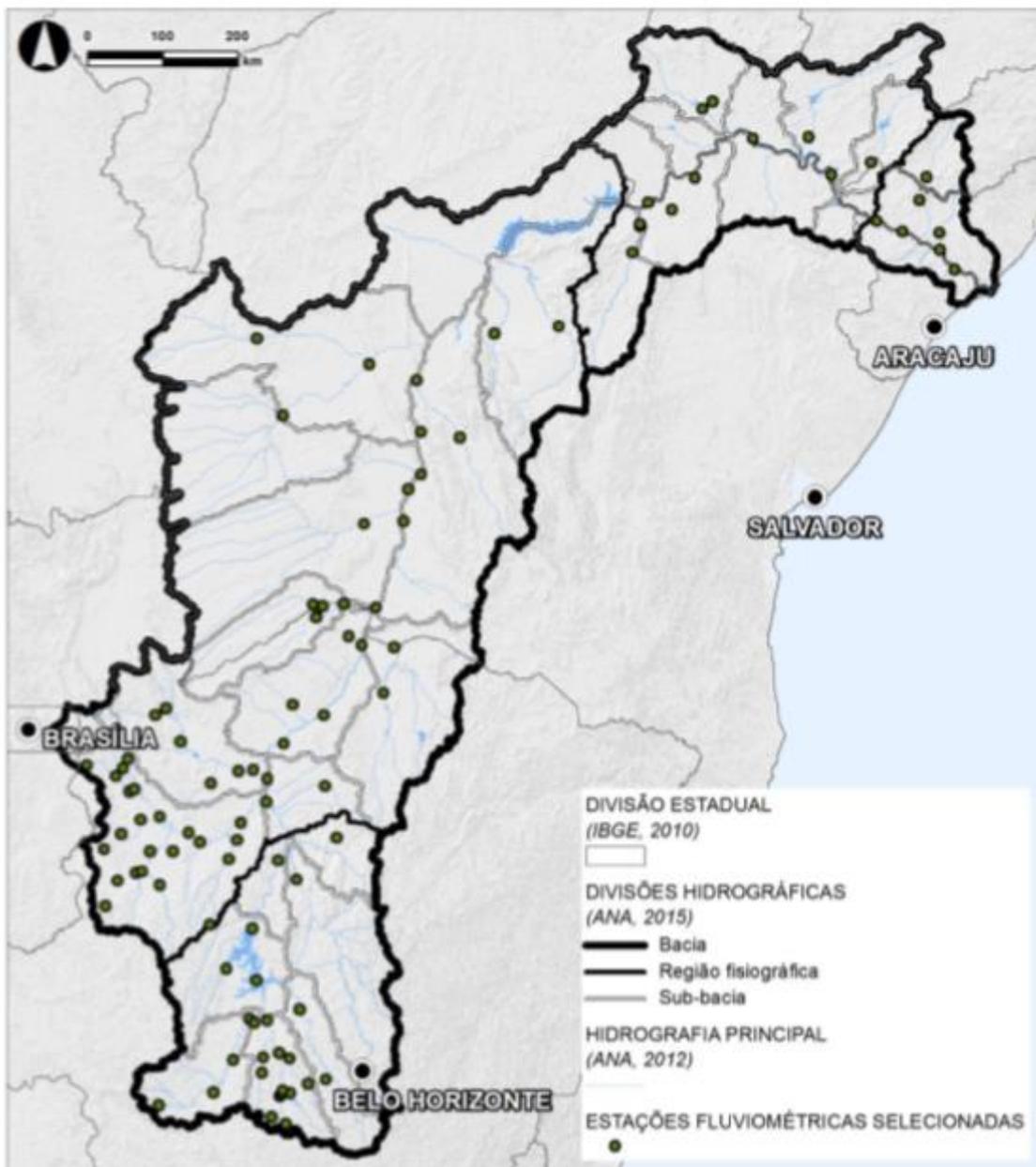
- Estações pluviométricas: foram escolhidas estações representativas e com maior extensão de série de dados nas diferentes porções da bacia do rio São Francisco, com a finalidade de comparar os índices médios de chuva do período de 2013 a 2018 com o período histórico;
- Estações fluviométricas: foram escolhidas estações de montante e jusante aos reservatórios, com a finalidade de verificar a operação dos reservatórios. Foram também selecionadas estações ao longo do leito principal do rio São Francisco, para verificar a continuidade do escoamento ao longo do rio.

Para efeito de comparação com os resultados do PBHSF, foram selecionadas estações coincidentes com aquelas utilizadas para o estudo do plano. Os resultados das análises realizadas são apresentados nos próximos subitens deste capítulo.

Foram, ainda, consideradas nas análises, as estações definidas pela ANA em seus atos legais que dispõem sobre as condições de operação do sistema hídrico do rio São Francisco, a exemplo da Resolução ANA nº2081/2017:

- Controle das defluências do reservatório de Três Marias: estação fluviométrica UHE Três Marias-Jusante (código ANA 41020002);

- Controle das defluências do reservatório de Sobradinho: estação fluviométrica Juazeiro (código ANA 48020000);
- Controle das defluências do reservatório de Xingó: estação fluviométrica Propriá (código ANA 49705000).



**Figura 5.1 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo do PBHSF.**  
Fonte: PBHSF (2016)

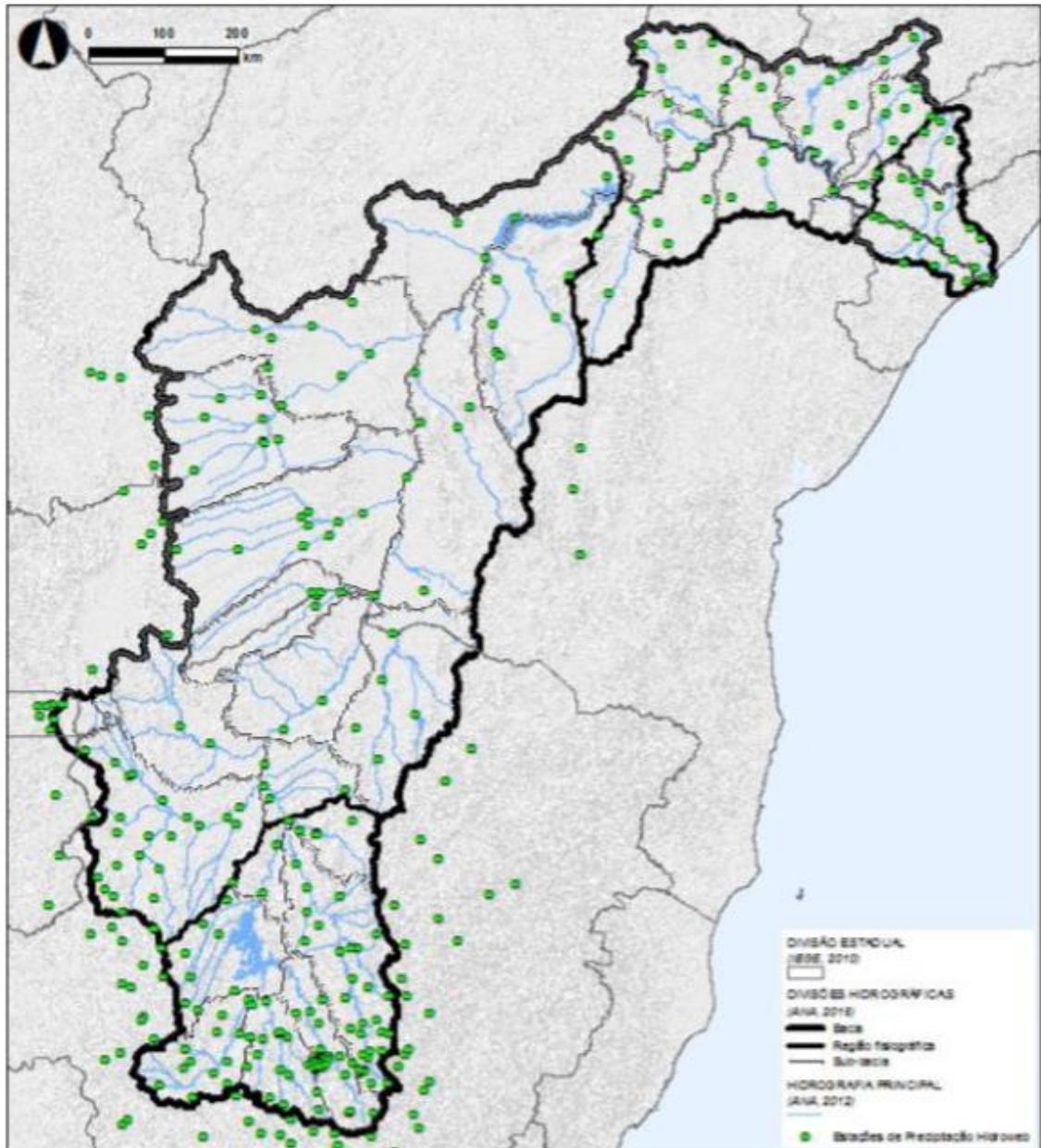


Figura 5.2 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo do PBHSF.  
Fonte: PBHSF (2016)

### 5.1 Vazões escoadas no rio São Francisco, afluentes e defluentes aos reservatórios

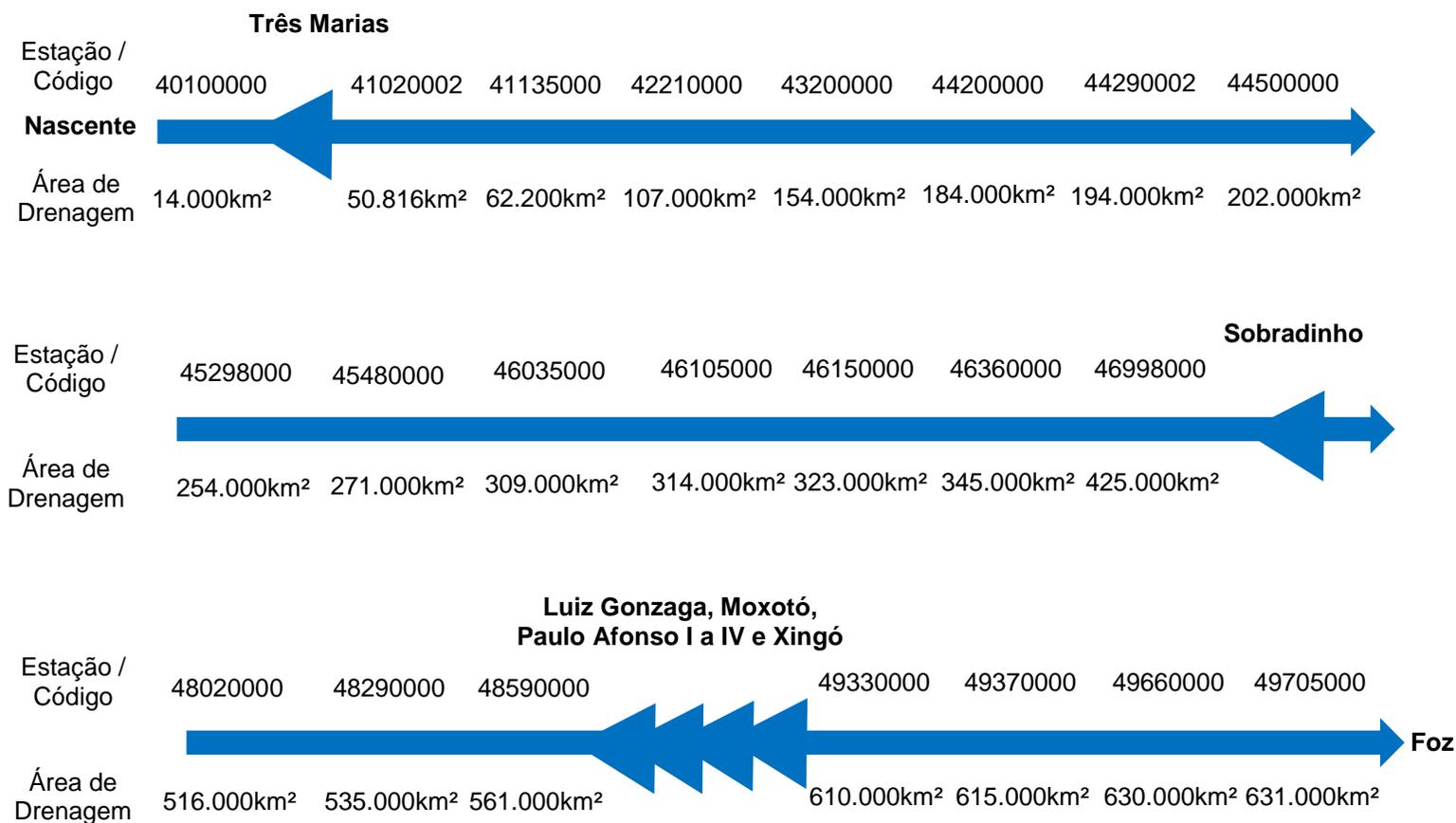
Para a avaliação das vazões escoadas no rio São Francisco e a sua relação com os reservatórios existentes, foram inicialmente identificadas as estações fluviométricas existentes e com informações disponíveis ao longo do eixo do rio principal. Conforme apresentado anteriormente, minimamente foram avaliadas as estações estabelecidas pela Resolução ANA nº2081/2017. Posteriormente, foi realizada consulta ao sistema hidroweb junto ao SNIRH de forma a verificar quais estações dispõem de informações ao longo do eixo principal do rio São Francisco e que poderiam ser consideradas na análise. Dessa forma, foram avaliadas todas as informações disponíveis, sendo obtidas as informações referentes às estações apresentadas no Quadro 5.1 e na Figura 5.3, com o unifilar mostrando sua localização ao longo do eixo do rio São Francisco.

**Quadro 5.1 – Estações fluviométricas ao longo do eixo do rio São Francisco.**

Código	Nome	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	Período de dados
40100000	Porto das Andorinhas	Abaeté	19°16'53,04"	45°16'31,08"	14.000	08/1956 a 12/2018
41020002	UHE Três Marias Jusante	Três Marias	18°11'12,84"	45°15'10,08"	50.816	01/1957 a 10/2006
41135000	Pirapora Barreiro	Pirapora	17°22'9,12"	44°56'35,16"	62.200	06/1968 a 02/2019
42210000	Cachoeira da Manteiga	Buritzeiro	16°39'25,92"	45°04'50,88"	107.000	02/1959 a 02/2019
43200000	São Romão	São Romão	16°22'21,00"	45°04'12,00"	154.000	07/1952 a 02/2019
44200000	São Francisco	São Francisco	15°56'57,84"	44°52'04,08"	184.000	10/1924 a 01/2019
44290002	Pedras de Maria da Cruz	Pedras de Maria da Cruz	15°36'03,96"	44°23'48,12"	194.000	09/1972 a 02/2019
44500000	Manga	Manga	14°45'25,92"	43°55'55,92"	202.000	10/1932 a 02/2019
45298000	Carinhanha	Carinhanha/BA	14°18'15,84"	43°45'47,88"	254.000	09/1927 a 01/2019
45480000	Bom Jesus da Lapa	Bom Jesus da Lapa/BA	13°15'25,92"	43°26'06,00"	271.000	07/1972 a 12/2018
46035000	Gameleira	Sítio do Mato/BA	12°52'06,96"	43°22'46,92"	309.000	01/1969 a 12/2018

<b>Código</b>	<b>Nome</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Área de Drenagem (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Período de dados</b>
46105000	Paratinga	Paratinga/BA	12°41'48,12"	43°13'35,04"	314.000	11/1969 a 12/2018
46150000	Ibotirama	Ibotirama/BA	12°10'57,00"	43°13'23,16"	323.000	08/1952 a 12/2018
46360000	Morpará	Morpara (BA)	11°33'29,88"	43°16'57,00"	345.000	06/1954 a 12/2018
46998000	Barra	Barra/BA	11°05'34,08"	43°08'25,08"	425.000	10/1925 a 03/2016
48020000	Juazeiro	Juazeiro	9°24'23,04"	40°30'12,96"	516.000	09/1928 a 02/2015
48290000	Santa Maria da Boa Vista	Santa Maria da Boa Vista/PE	8°48'34,92"	39°49'26,04"	535.000	01/1959 a 09/2018
48590000	Ibó	Belém de São Francisco (PE)	8°37'33,96"	39°14'39,84"	561.000	01/1977 a 01/2019
49030000	Petrolândia	Petrolândia (PE)	9°04'00,12"	38°18'00,00"	592.000	01/1937 a 02/1988
49330000	Piranhas	Piranhas (AL)	9°37'33,96"	37°45'21,96"	610.000	01/1931 a 01/2019
49370000	Pão de Açúcar	Pão de Açúcar (AL)	9°45'05,04"	37°26'47,04"	615.000	01/1931 a 01/2019
49660000	Traipu	Traipu (AL)	9°58'17,04"	37°00'10,08"	630.000	01/1977 a 01/2019
49705000	Propriá	Propriá (SE)	10°12'50,04"	36°49'26,04"	631.000	01/1977 a 01/2019

Fonte: SNIRH (2019).



**Figura 5.3 – Unifilar do rio São Francisco com as estações de monitoramento fluviométrico.**

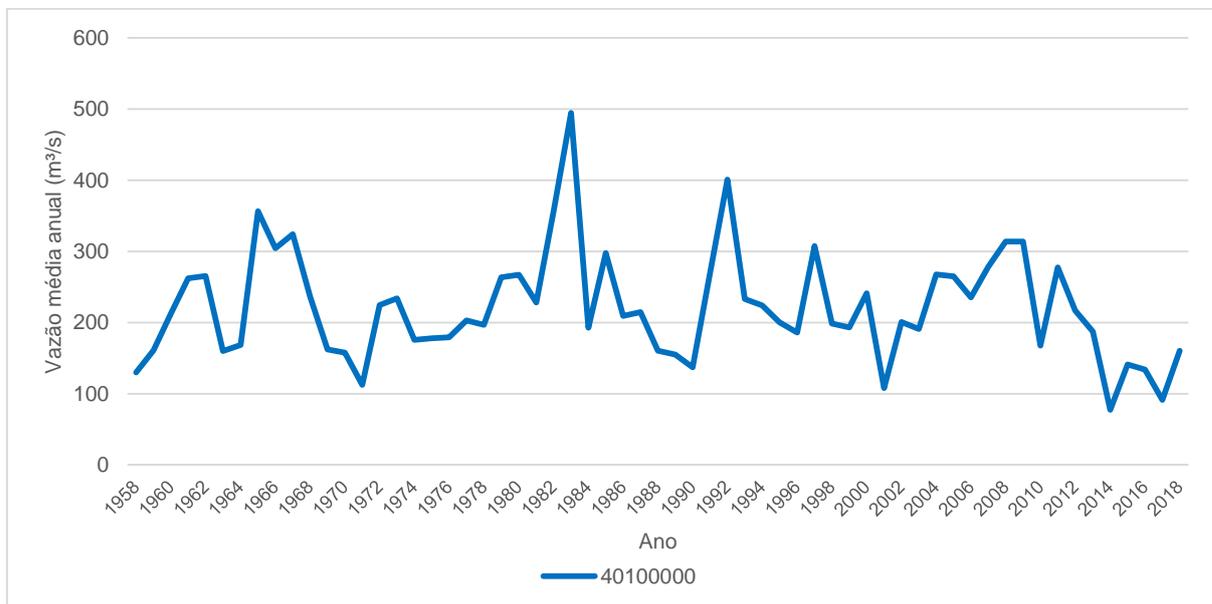
Fonte: Adaptado de SNIRH (2019).

A primeira análise realizada tratou do cálculo e verificação do comportamento das vazões médias anuais para as estações analisadas. Para a análise das informações do monitoramento fluviométrico da região, é importante ressaltar o início de operação das usinas hidrelétricas, uma vez que a partir desse momento, a relação entre vazões afluentes e defluentes passa a ser influenciada pelo seu reservatório e sua operação propriamente dita. O início de operação das usinas da cascata do rio São Francisco é apresentado a seguir:

- Três Marias → 07/1962 (CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais, 2019);
- Sobradinho → 11/1979 (CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco, 2019);
- Luiz Gonzaga (Itaparica) → 06/1988 (CHESF, 2019);
- Paulo Afonso I → 12/1954 (CHESF, 2019);
- Paulo Afonso II → 1961 (CHESF, 2019);
- Paulo Afonso III → 1971 (CHESF, 2019);
- Paulo Afonso IV → 1979 (CHESF, 2019);
- Apolônio Sales (Moxotó) → 04/1977 (CHESF, 2019);
- Xingó → 12/1994 (CHESF, 2019).

Dessa forma, da Figura 5.4 até a Figura 5.9 são apresentadas as vazões médias anuais escoadas ao longo do rio São Francisco. Vale ressaltar que para o cálculo das vazões médias anuais foi considerado o ano civil, para que pudesse ser feita comparação entre todas, uma vez que o período chuvoso e, conseqüentemente, o ano hidrológico, é variável ao longo do rio São Francisco. Em todas as figuras é possível verificar um comportamento com redução sensível de vazão ao longo dos últimos cinco anos da série, a partir de 2013.

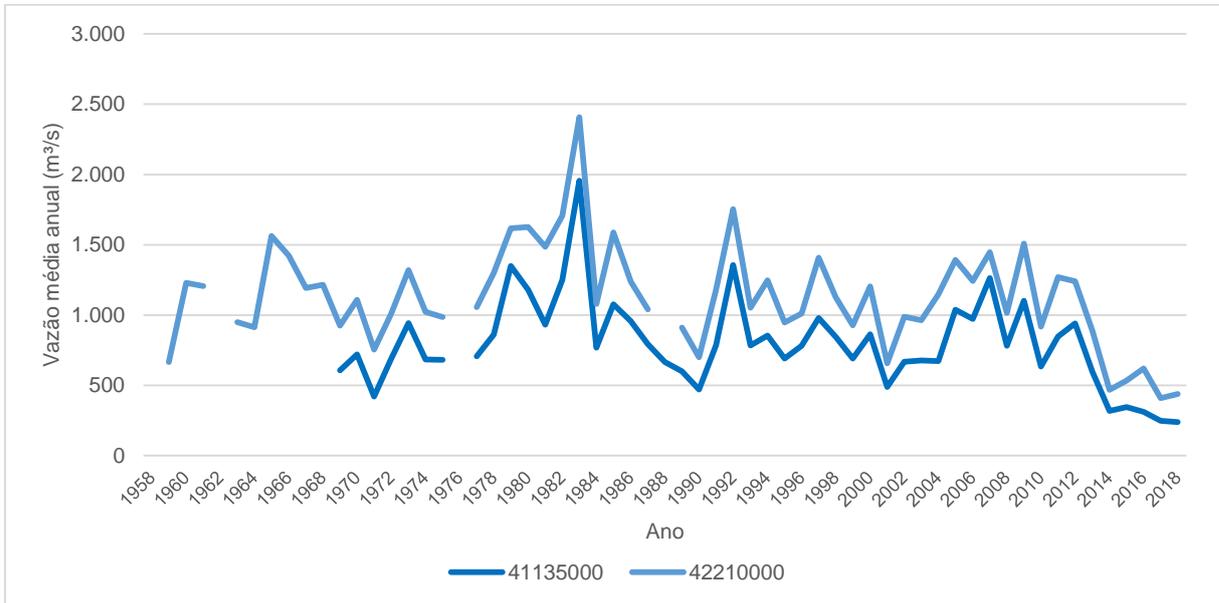
A primeira delas, Figura 5.4 mostra o comportamento de vazões médias anuais para o rio São Francisco a montante de Três Marias, com área de drenagem de 14.000km<sup>2</sup>. Dessa forma, trata-se de um eixo do rio ainda sem influência de reservatórios de grandes hidrelétricas. Ao longo do período histórico, verifica-se alguns anos isolados com baixas vazões, como é o caso de 1971, 1990 e 2001. No entanto, esses anos foram seguidos por períodos de vazões mais altas, o que fez com que a bacia pudesse se recuperar daqueles anos secos. Por outro lado, nos anos de 2013 a 2018, verifica-se um período contínuo com vazões mais baixas, o que não permite que o rio se recupere com alguns anos de vazões mais altas no meio do período.



**Figura 5.4 – Vazões médias anuais a montante de Três Marias.**

Fonte: elaboração própria.

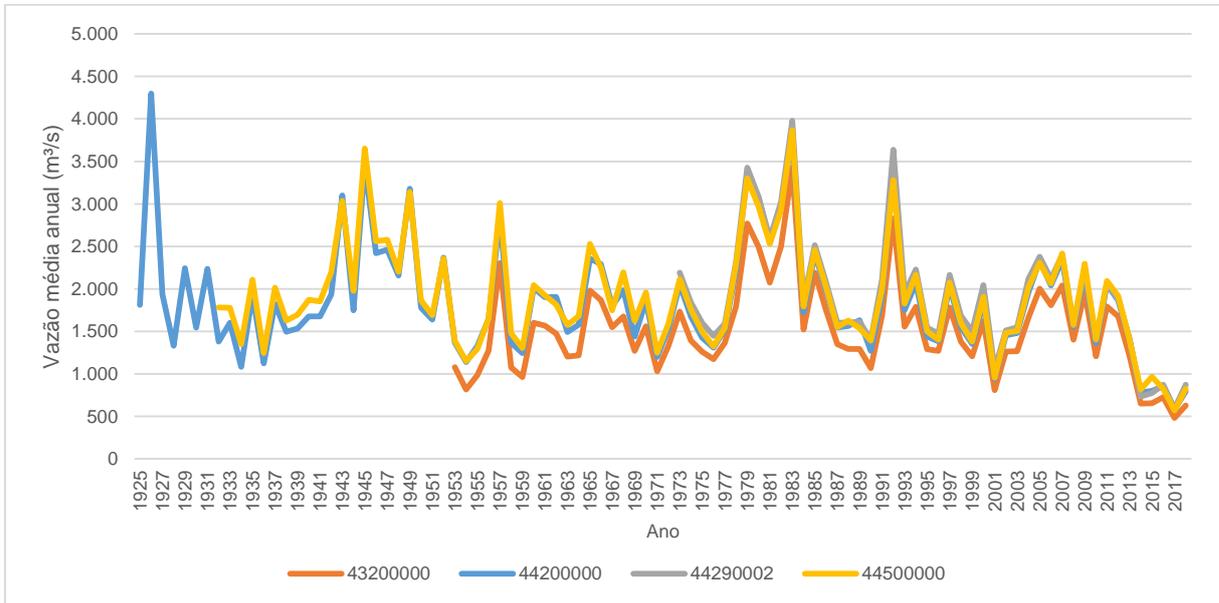
A Figura 5.5 em seguida, mostra o comportamento das médias anuais para as duas estações localizadas a jusante de Três Marias. Como as vazões apresentadas são as médias anuais, espera-se que não tenha grande interferência do reservatório de Três Marias a partir de sua entrada em operação em 1962. O comportamento das vazões médias anuais se mostra semelhante ao apresentado na Figura 5.4 que teve alguns anos secos no meio do período histórico, mas seguidos de anos chuvosos, que levaram à recuperação das vazões do rio. Assim como mostrado na figura anterior, a mesma condição se mostra para os últimos anos, de 2013 a 2018, com extenso período de vazões baixas.



**Figura 5.5 – Vazões médias anuais nas estações a jusante de Três Marias.**

Fonte: elaboração própria.

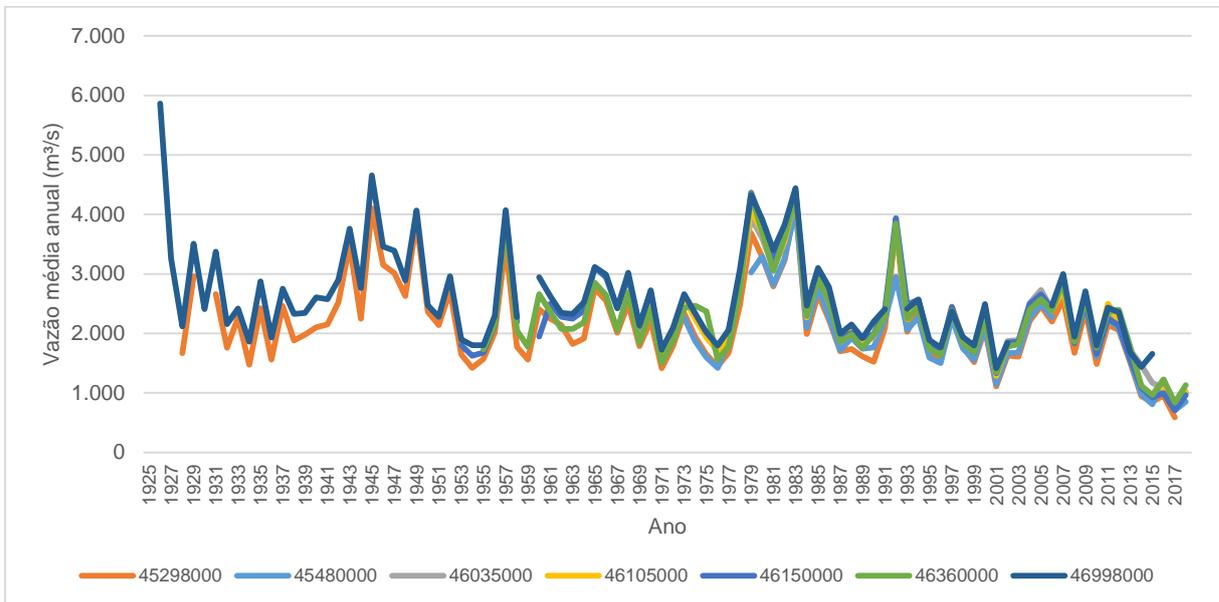
A Figura 5.6 apresenta o comportamento das vazões médias anuais ao longo do rio São Francisco para as estações com área de drenagem entre 154.000km<sup>2</sup> e 202.000km<sup>2</sup>, em trecho a jusante do reservatório de Três Marias e ainda bastante a montante do próximo reservatório, que é o de Sobradinho. Apesar de já sofrer a influência da regularização de vazões proporcionada pelo reservatório de Três Marias, a condição ainda se mostra semelhante à apresentada nas duas figuras anteriores, com anos mais secos ou chuvosos ao longo do período histórico, mas sem um ciclo longo de estiagem, como o que vem sendo observado nos últimos anos.



**Figura 5.6 – Vazões médias anuais ao longo do rio São Francisco a jusante de Três Marias.**

Fonte: elaboração própria.

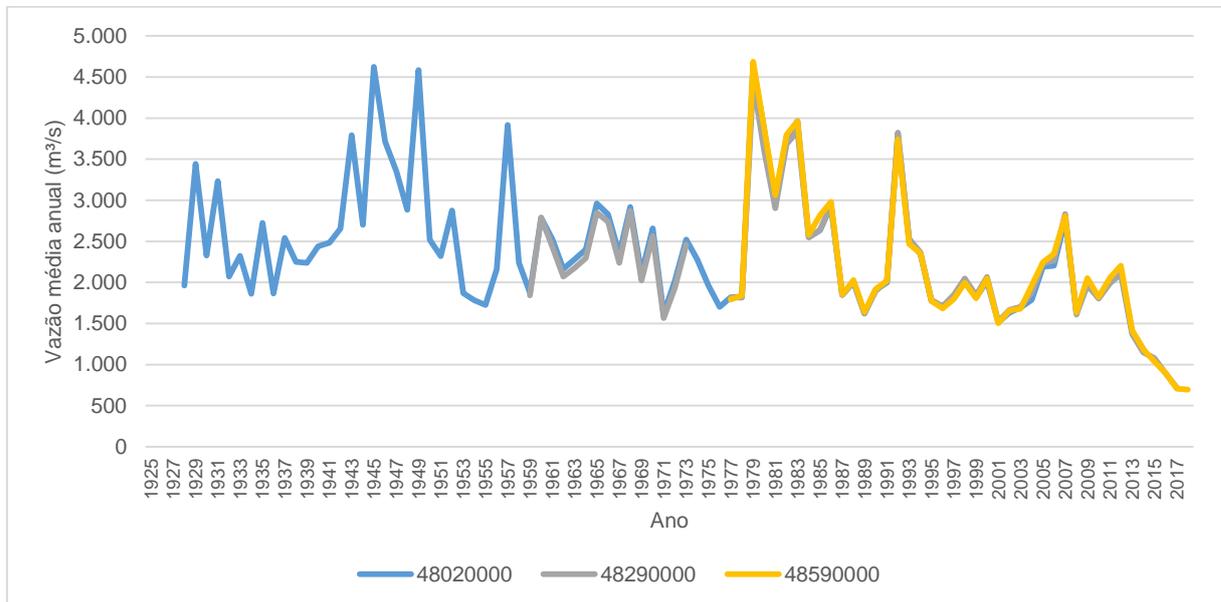
A Figura 5.7 mostra a condição de vazões para o rio São Francisco em trechos com áreas de drenagem entre 254.000km<sup>2</sup> e 345.000km<sup>2</sup>, ainda a montante do reservatório de Sobradinho. As vazões médias anuais mostram comportamento um pouco mais regular para os períodos históricos, mas sem atingir período longo com baixas vazões, como o que vem ocorrendo nos últimos anos.



**Figura 5.7 – Vazões médias anuais escoadas nas estações mais próximas e a montante de Sobradinho.**

Fonte: elaboração própria.

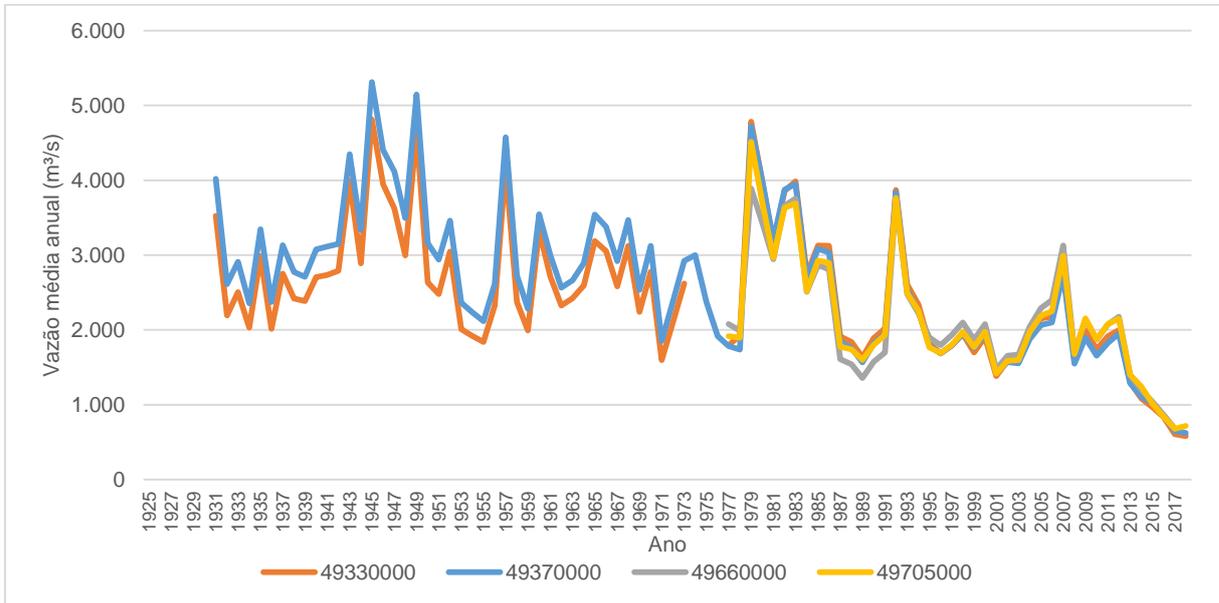
Em seguida, a Figura 5.8 mostra as vazões médias escoadas a jusante de Sobradinho. Essas vazões sofrem o efeito da regularização proporcionada pelo reservatório a partir de sua entrada em operação em 1979. No entanto, como já mencionado anteriormente, esse efeito é minimizado quando comparadas as vazões médias anuais, como é o caso. Cabe ressaltar, nesse caso, as importantes perdas proporcionadas pelo reservatório de Sobradinho, principalmente em função da grande evaporação ocorrida em sua superfície líquida, o que interfere diretamente nas vazões médias anuais escoadas a jusante. A figura em questão apresenta comportamento similar às anteriores, com um ciclo importante de vazões médias anuais baixas ao longo dos últimos anos, bastante inferior a todo o período histórico de dados. No período anterior a 2013, as vazões médias anuais não tinham sido inferiores a  $1.500\text{m}^3/\text{s}$  em nenhum ano. No entanto, foram inferiores a esse valor em todo o período de 2013 a 2018.



**Figura 5.8 – Vazões médias anuais escoadas a jusante de Sobradinho.**

Fonte: elaboração própria.

A Figura 5.9 mostra as vazões escoadas a jusante do reservatório de Xingó e, portanto, de toda a cascata de usinas hidrelétricas da bacia. O mesmo efeito é verificado em relação às figuras anteriores, com vazões médias anuais bastante inferiores nos últimos anos. Apesar de ocorrer o aumento de demandas pelo uso da água na bacia ao longo do período histórico, esse incremento não foi tão grande a ponto de reduzir tanto as vazões médias mensais, fenômeno observado nos últimos anos do período histórico.

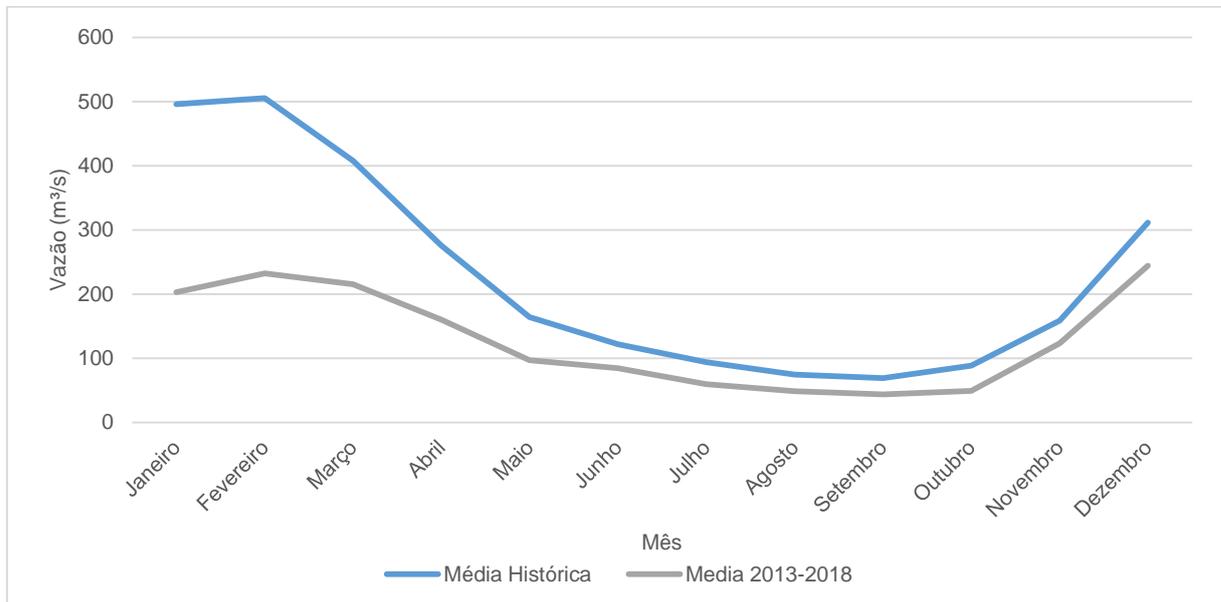


**Figura 5.9 – Vazões médias anuais escoadas a jusante de Xingó.**

Fonte: elaboração própria.

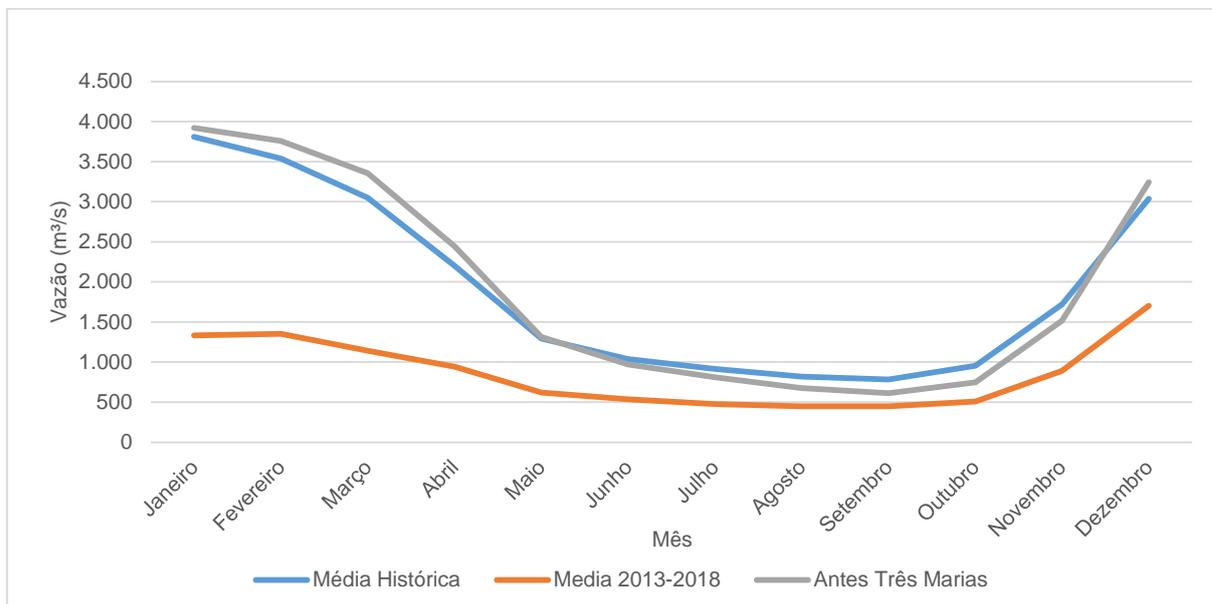
Para avaliar o comportamento dos últimos cinco anos, foi feito o detalhe das vazões médias de escoamento desses anos, em comparação com as médias históricas do período anterior a 2013 e do período anterior ao início de operação dos reservatórios. Da Figura 5.10 até a Figura 5.14 são mostrados resultados de algumas estações em locais característicos de diferentes eixos ao longo do rio São Francisco, para avaliação do comportamento das vazões médias.

A Figura 5.10 mostra a condição ocorrida ao longo do rio São Francisco a montante do reservatório de Três Marias. De uma forma geral, verifica-se que a média histórica foi bastante superior à média de vazões mensais escoadas ao longo dos anos de 2013 a 2018. Vale ressaltar que o rio São Francisco nesse local ainda não tem influência de reservatório de grande porte de usina hidrelétrica, por estar situado a montante de Três Marias. Da mesma forma, trata-se de parcela da bacia ainda sem grandes demandas por retiradas, o que mostra que as vazões escoadas ao longo dos últimos anos foram realmente inferiores ao ocorrido no período histórico anterior.



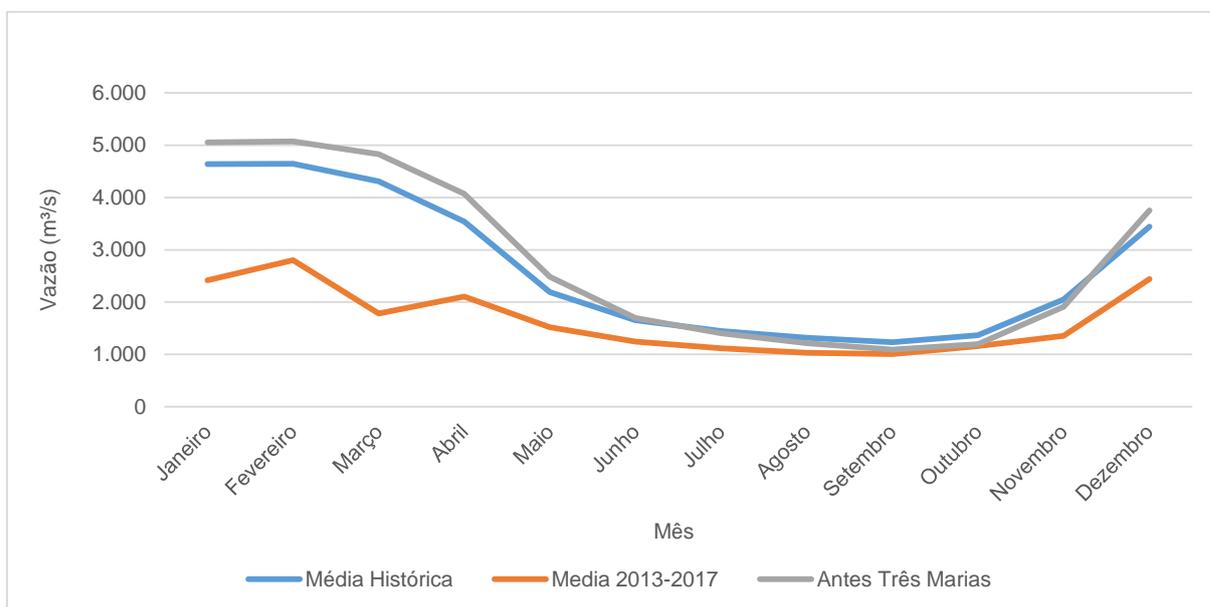
**Figura 5.10 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 40100000 a montante de Três Marias.**

A Figura 5.11 mostra o comportamento das vazões médias no rio São Francisco em ponto a jusante do reservatório de Três Marias, com área de drenagem de 184.000km<sup>2</sup>. Essa estação foi escolhida pela análise em função de possuir dados mais completos e por maior período de dados dentre aquelas a jusante de Três Marias. Assim como observado na figura anterior, verifica-se que as vazões médias mensais escoadas ao longo dos últimos anos foram bastante inferiores às médias históricas dos períodos anteriores. As médias dos períodos anteriores foram comparadas com as médias mensais antes do início de operação de Três Marias e, nesse caso, pode ser verificado o comportamento das vazões a jusante do reservatório proporcionado pela regularização de vazões, com redução das vazões do período de cheias e incremento das vazões médias mensais escoadas nos meses secos.



**Figura 5.11 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 44200000 a jusante de Três Marias.**

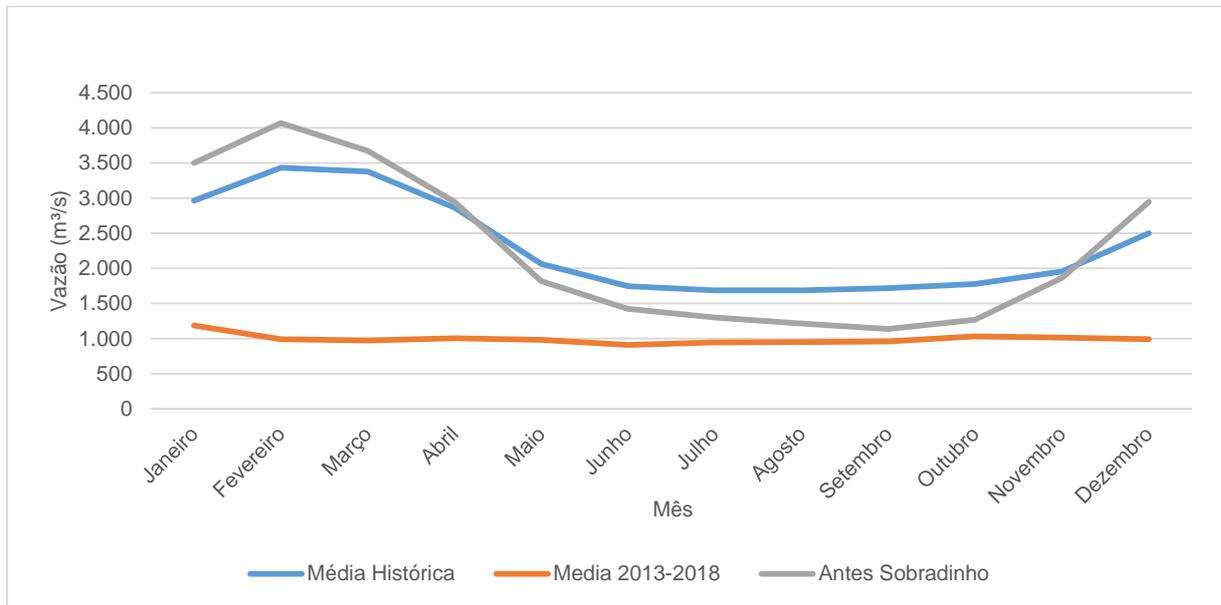
A Figura 5.12 mostra a condição de escoamento das vazões médias mensais no rio São Francisco na última estação localizada a montante do reservatório de Sobradinho. Os resultados mostram, mais uma vez, que as vazões escoadas nos últimos anos foram bastante inferiores ao período histórico, mesmo antes do início de operação do reservatório de Três Marias que proporcionou a regularização de vazões ao longo do rio.



**Figura 5.12 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 46998000 a montante de Sobradinho.**

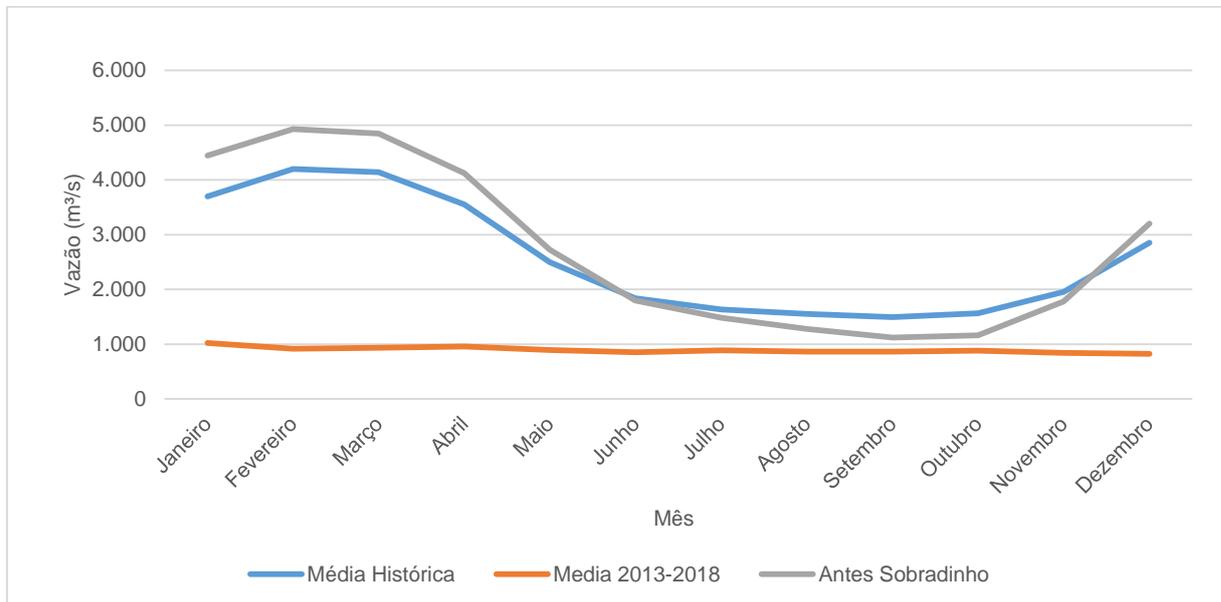
A Figura 5.13 mostra a condição de escoamento imediatamente a jusante de Sobradinho e sua comparação com o período anterior ao início de sua operação e os últimos anos do período de escassez hídrica na região. A primeira constatação trata da verificação do processo de regularização de vazões proporcionado pelo reservatório de Sobradinho. Nesse caso, podem ser observadas vazões médias mensais inferiores no período chuvoso após o início de operação do reservatório (acumuladas) e maiores vazões escoadas nos meses mais secos (liberadas). Outra constatação trata do fato de que, mais uma vez as vazões médias mensais observadas nos últimos 6 anos, entre 2013 e 2018, foram realmente inferiores às médias históricas, mesmo antes do processo de regularização de vazões proporcionado pelo reservatório de Sobradinho. No entanto, as diferenças não foram tão grandes no período de estiagem antes do início de operação de Sobradinho e nos últimos anos entre 2013 e 2018.

Outro aspecto relevante constatado na figura em questão trata da baixa variação de vazões médias mensais ao longo dos anos de 2013 a 2018. Esse efeito é relacionado diretamente à operação do reservatório de Sobradinho e fez com que esses últimos anos não tivessem grandes variações entre o período seco e o chuvoso, com montantes semelhantes ao longo de todo o ano. Dessa forma, verifica-se de forma clara que ao longo dos últimos 6 anos, de 2013 a 2018, o rio São Francisco e a comunidade da região não tiveram a percepção entre período seco e chuvoso do rio a jusante de Sobradinho.



**Figura 5.13 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 48290000 a jusante de Sobradinho.**

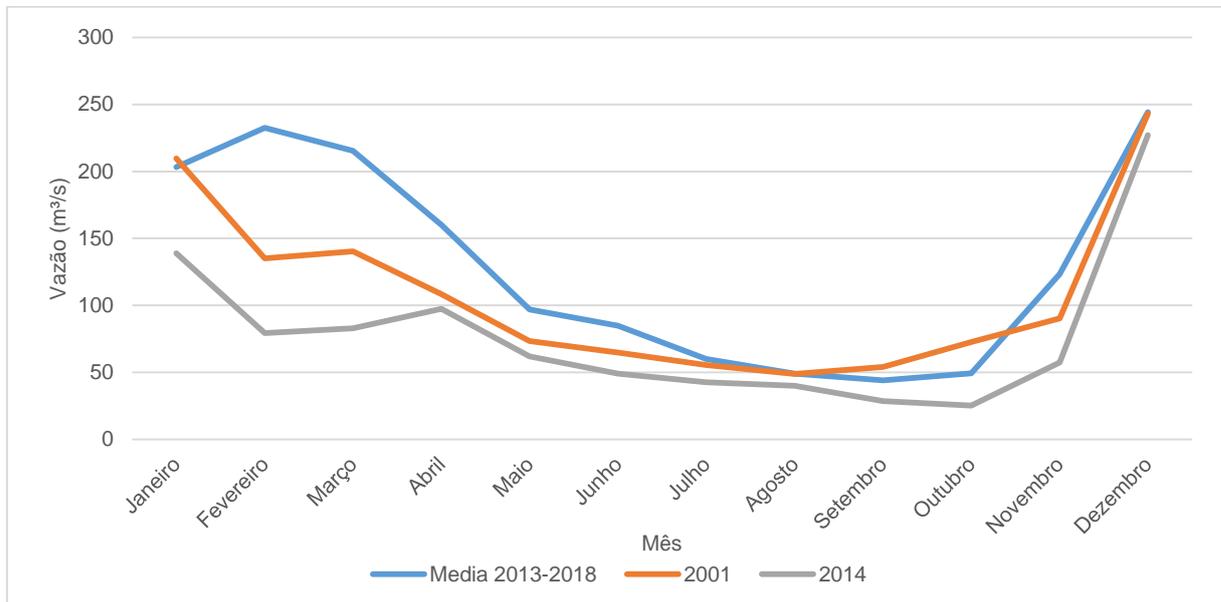
Seguindo a análise das médias mensais para o período histórico, foram avaliadas as informações do rio São Francisco no local da estação fluviométrica a jusante de Xingó, conforme mostrado na Figura 5.14. Considerando que o início de operação de Sobradinho é anterior a Xingó e que ambos proporcionam regularização de vazões para o rio São Francisco, a análise realizada considerou o período histórico anterior ao primeiro. O gráfico apresentado na figura em questão corrobora com as informações mostradas nas últimas figuras, com a regularização de vazões provocada pelo reservatório de Sobradinho e o fato de que as vazões escoadas nos últimos anos foram bastante inferiores às médias históricas, mesmo sem antes da regularização de vazões. Além disso, é verificado efeito semelhante ao da Figura 5.13 em que não houve variação relevante entre os períodos secos e chuvosos dos últimos anos, com índices de vazões semelhantes ao longo de todos os meses do período, resultado da política de operação implementada nesses anos, conforme já discutido em capítulos anteriores deste documento.



**Figura 5.14 – Vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 49330000 a jusante de Xingó.**

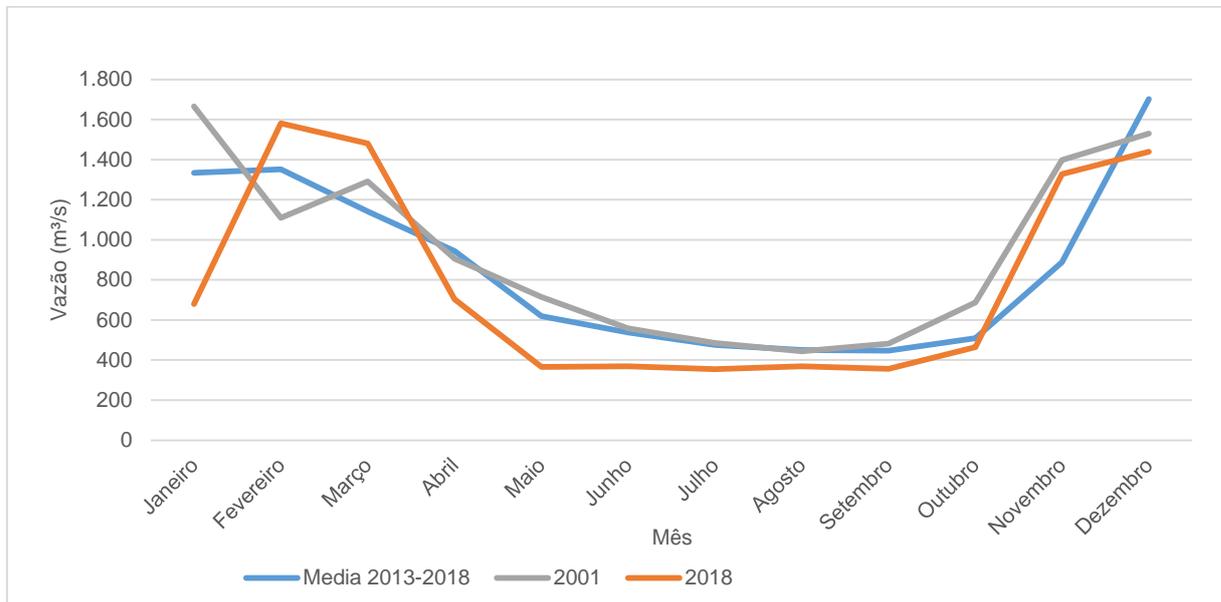
A última análise relacionada às vazões escoadas no rio São Francisco tratou de comparar as médias mensais dos últimos seis anos entre 2013 e 2018 com as médias mensais para o pior ano do período histórico anterior a esse período com dados disponíveis para a bacia, que foi 2001 e o ano de 2018, último ano com dados disponíveis. Para isso, foram utilizadas as mesmas estações avaliadas na análise anterior, sendo os resultados mostrados da Figura 5.15 até a Figura 5.19.

Para a análise da estação de montante de Três Marias, foi considerada a comparação com as vazões escoadas no pior ano dentre os últimos seis (2014), com o ano de 2001, pior ano do período histórico anterior e a média dos últimos seis anos. Os resultados apresentados na Figura 5.15 para a estação localizada a montante de Três Marias mostram que o ano de 2014 teve vazões escoadas inferiores a todo o período histórico anterior, incluindo o ano de 2001 que havia sido o pior ano. As vazões médias mensais foram inferiores em todos os meses. Mesmo a média dos últimos seis anos teve valores bastante baixos no período seco, bastante próximo ao ocorrido no pior ano da série histórica que havia sido observado antes. Isso corrobora com o efeito que já foi comentado nas análises anteriores e que será também identificado nas figuras seguintes desta análise.



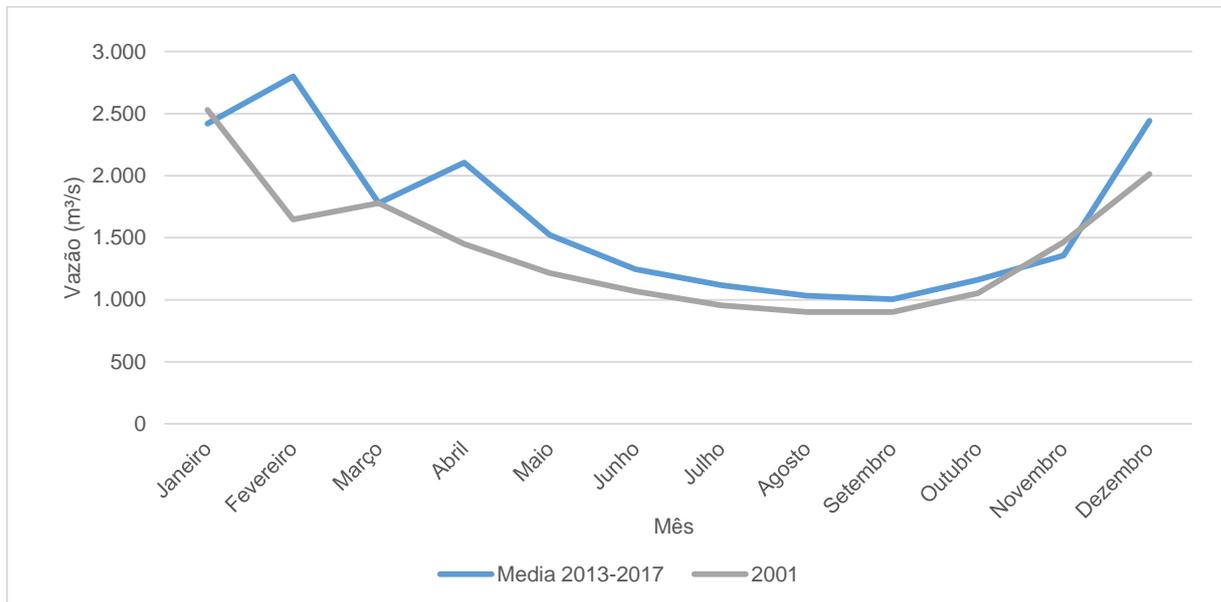
**Figura 5.15 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 40100000 a montante de Três Marias e os anos mais secos.**

A Figura 5.16 mostra a condição para o trecho a jusante de Três Marias, sendo observado que as vazões do período de estiagem do ano de 2018 foram bastante inferiores ao ano mais seco já registrado anteriormente, que havia sido 2001. Além disso, a média escoada nos últimos seis anos foi bastante semelhante a esse ano mais seco em 2001. Esse efeito mostra a criticidade desse ciclo de estiagem ocorrido nos últimos anos, em que foram observados seis anos cujas médias das vazões mensais foram semelhantes ao pior ano do histórico anterior.



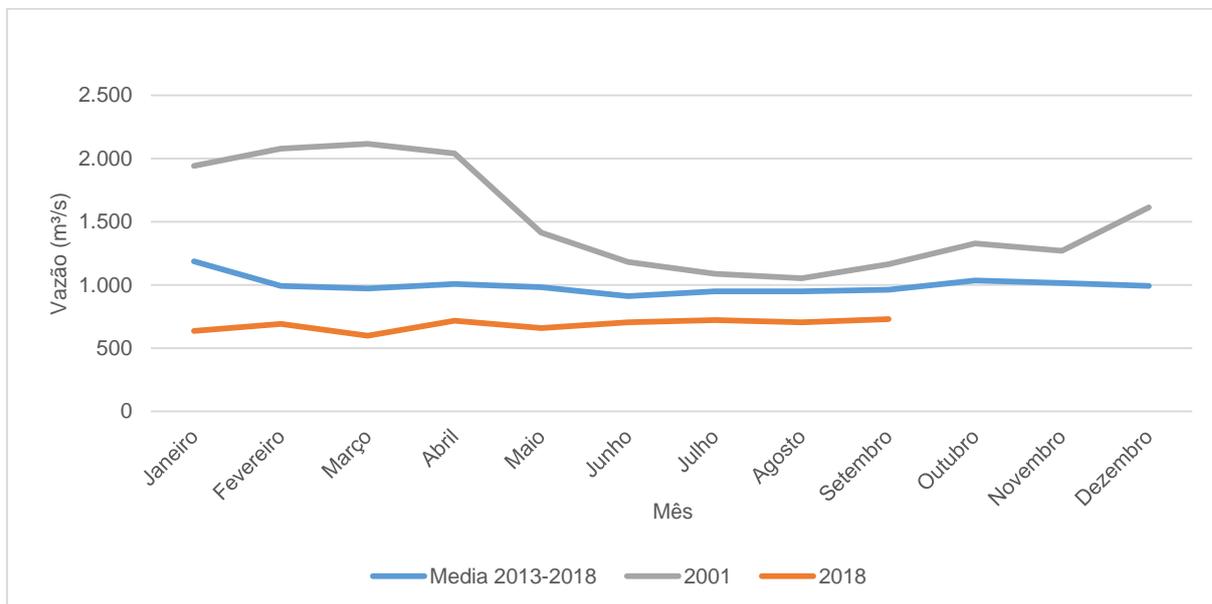
**Figura 5.16 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 44200000 a jusante de Três Marias e os anos mais secos.**

A Figura 5.17 mostra a condição do rio ainda a jusante de Três Marias, mas a montante de Sobradinho. Essa estação não apresenta, ainda, os dados disponíveis no SNIRH/Hidroweb para o ano de 2018 e, sendo assim, a comparação foi feita apenas do ano de 2001 com a média dos anos de 2013 a 2017. Nesse caso, verifica-se que a média do ocorrido nos cinco anos entre 2013 e 2017 foi ainda um pouco superior a 2001. De toda forma, é possível que essa média seja reduzida ao incluir o ano de 2018, quando as informações estiverem disponíveis, considerando que o efeito foi mais pronunciado naquele ano.



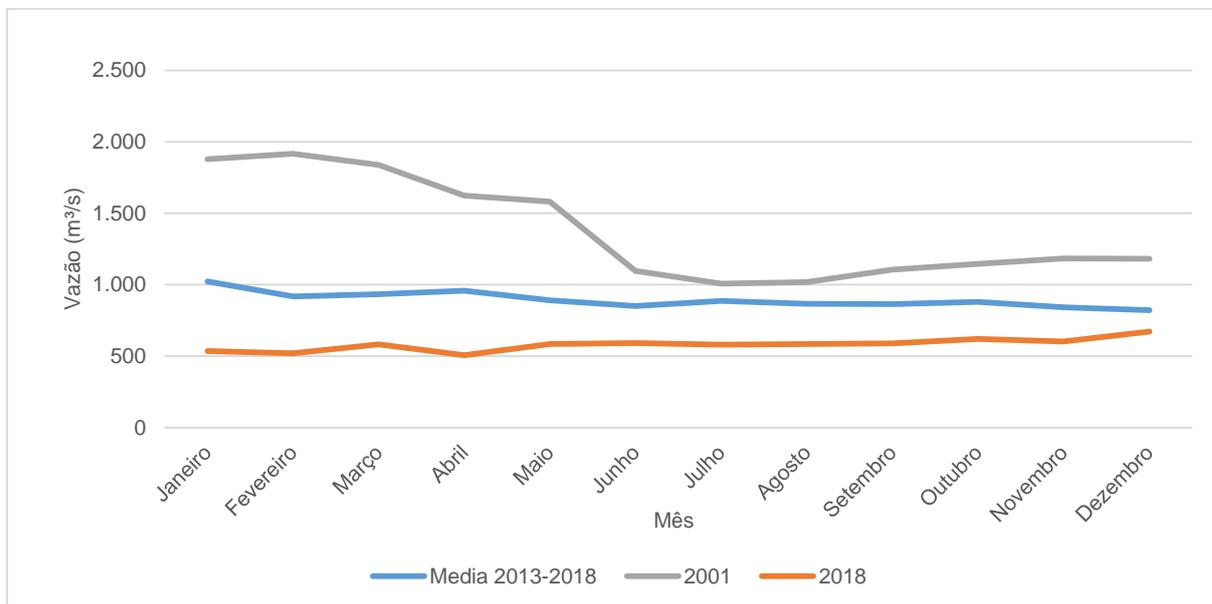
**Figura 5.17 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 46998000 a montante de Sobradinho e o ano mais seco.**

A análise das informações da Figura 5.18 mostra uma condição mais crítica em relação à situação apresentada nas figuras anteriores, considerando que todas as médias mensais do período de 2013 a 2018 foram inferiores às médias mensais do ano de 2001, que havia sido o ano mais seco do histórico anterior. Essa figura mostra a condição observada a jusante de Sobradinho. Dessa forma, foram verificados seis anos de condições muito secas ao longo do rio São Francisco, concluindo com o ano de 2018 que foi o mais seco de todo o período histórico.



**Figura 5.18 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 48290000 a jusante de Sobradinho e os anos mais secos.**

A análise da condição de vazões escoadas a jusante de Xingó, conforme mostrado na Figura 5.19 corrobora com o resultado apresentado para a situação imediatamente a jusante de Sobradinho, em que a vazão escoada em 2018 foi bastante inferior a todo o período restante, incluindo o ano de 2001 (ano mais seco do histórico anterior) e mesmo os seis anos entre 2013 e 2018 tiveram média inferior ao ano de 2001, mostrando uma condição de seis anos bastante críticos. Esse resultado é efeito da política de operação de reservatórios já discutida nos capítulos anteriores deste documento, conforme resoluções estabelecidas pela ANA, em função das vazões bastante baixas ocorridas na bacia.



**Figura 5.19 – Análise das vazões médias mensais no rio São Francisco no local da estação 49330000 a jusante de Xingó e os anos mais secos.**

## 5.2 Variação dos índices pluviométricos ao longo do período histórico e dos últimos anos

Em complemento à análise das vazões, foi realizada avaliação dos índices pluviométricos ocorridos nos últimos anos em relação ao período histórico anterior. Para isso, foram buscadas informações das estações pluviométricas existentes na parcela mais alta da bacia, considerada a responsável pela maior parte da oferta hídrica da bacia. Essas informações foram obtidas junto ao SNIRH/Hidroweb, que disponibiliza as séries diárias de dados hidrometeorológicos da rede básica nacional.

Como metodologia para esta análise, foram buscadas informações de estações pluviométricas distribuídas ao longo das principais sub-bacias da parte alta do rio São Francisco, ressaltando-se o rio das Velhas, Paraopeba, Paracatu, Pará e Alto São Francisco a montante de Três Marias. Como pode ser verificado na Figura 5.20, a região de maior precipitação na bacia e, conseqüentemente, responsável pela maior parte da oferta hídrica da bacia, está situada em sua parcela mais alta e, por esse motivo, foram escolhidos pontos de monitoramento pluviométrico dessa região. A relação de estações consideradas na análise é apresentada no Quadro 5.2 e tratou de informações de monitoramento em várias sub-bacias da parte mais

alta da bacia hidrográfica do rio São Francisco, com dados desde a década de 1940 até os dias de hoje, incluindo os últimos anos da crise hídrica de 2013 a 2018.

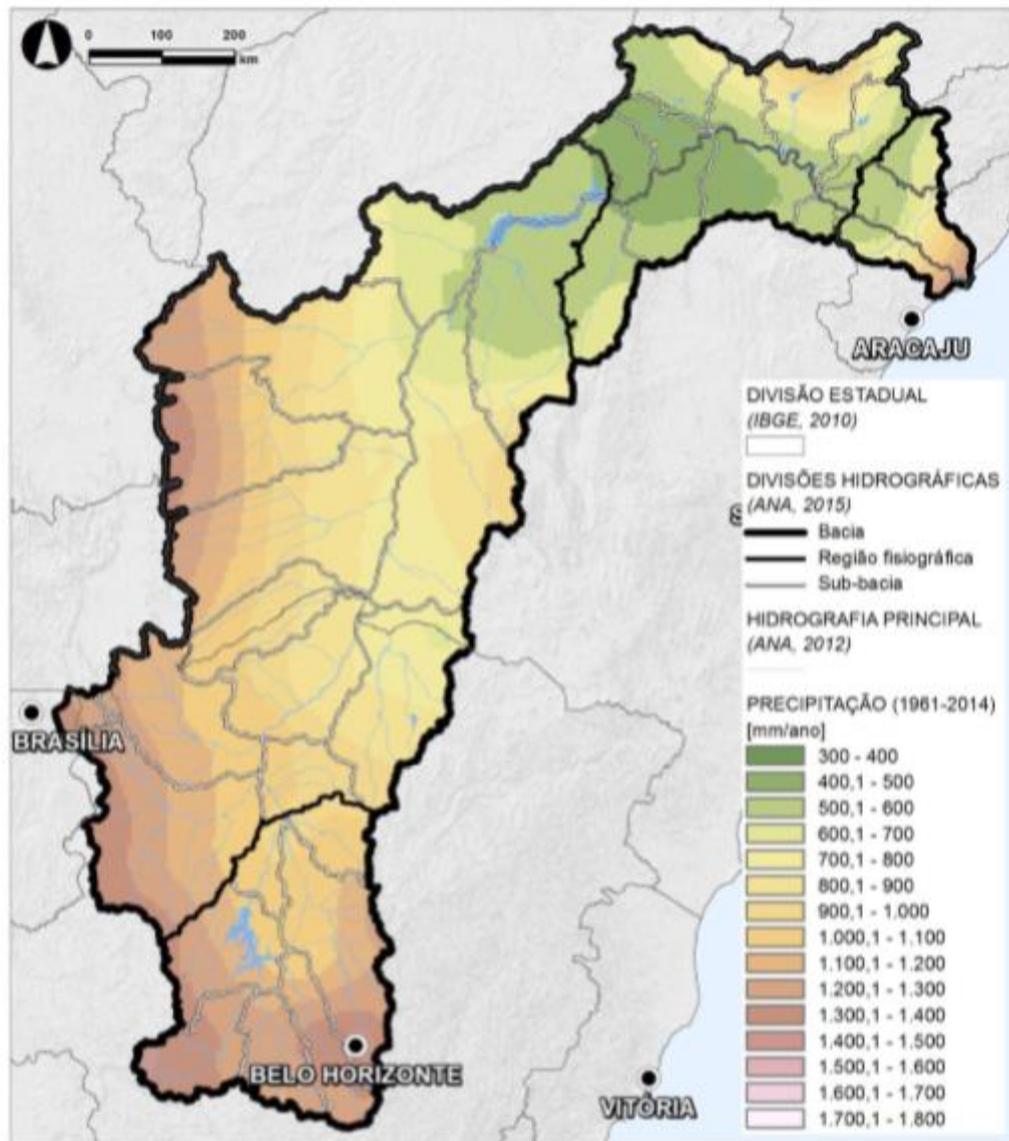


Figura 5.20 – Precipitação média anual na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Fonte: PBHSF (2016).

**Quadro 5.2 – Estações pluviométricas consideradas na análise.**

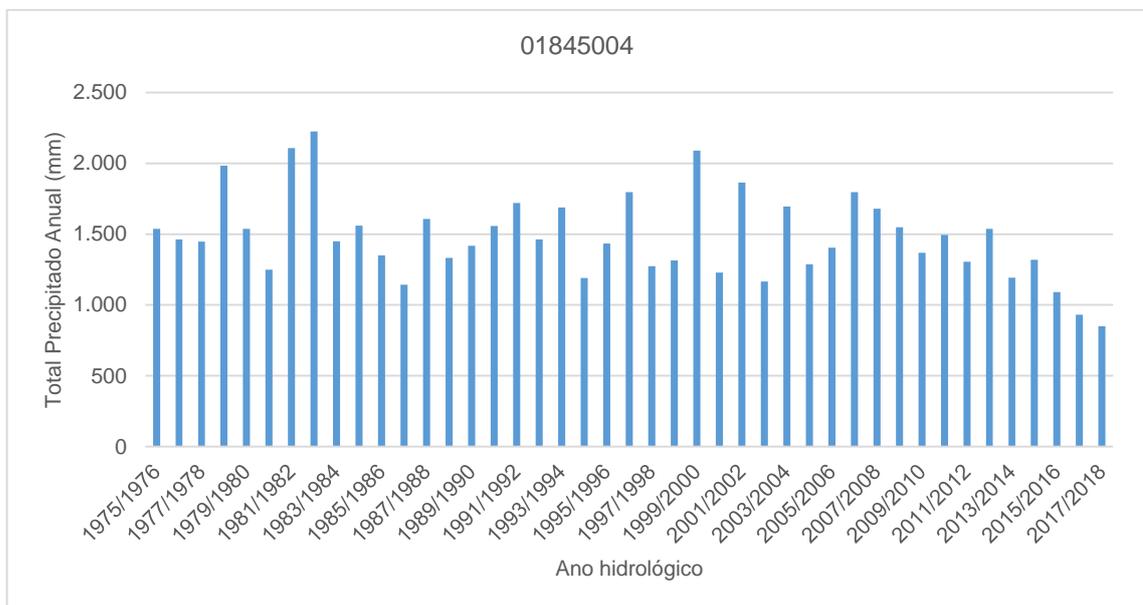
<b>Código Estação</b>	<b>Nome</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude (S)</b>	<b>Longitude (W)</b>	<b>Período de dados</b>
01745017	Olhos d'Água do Oeste	João Pinheiro	17°37'00,12"	45°54'00,00"	11/2004 a 02/2019
01746007	Ponte da BR-040 - Paracatu	Paracatu	17°29'49,92"	46°34'54,12"	07/1972 a 02/2019
01747005	Guarda-Mor	Guarda-Mor	17°46'21,00"	47°05'54,96"	11/1973 a 02/2019
01845004	Lagoa do Gouveia	Tiros	S 18° 50' 29,04"	45°51'05,04"	02/1975 a 04/2018
01943006	Sabará	Sabará	19°53'35,16"	43°48'54,00"	06/1941 a 02/2019
01943009	Vespasiano	Vespasiano	19°41'13,92"	43°55'14,88"	05/1941 a 02/2019
01944027	Juatuba	Juatuba	19°57'20,16"	44°20'03,84"	07/1970 a 02/2019
01945002	Barra do Funchal	Serra da Saudade	19° 23'40,92"	45°53'03,84"	07/1941 a 02/2019
01945008	Bom Despacho	Bom Despacho	19°44'33,00"	45°15'18,00"	10/1974 a 02/2019
01945019	Dores do Indaiá	Dores do Indaiá	19°28'06,96"	45°36'06,12"	08/1958 a 02/2019
02044006	Divinópolis	Divinópolis	20°08'12,84"	44°53'30,84"	06/1941 a 02/2019
02044009	Fazenda Campo Grande	Passa Tempo	20°37'31,08"	44°26'0,00"	04/1942 a 02/2019
02045011	Lagoa da Prata	Lagoa da Prata	20°02'12,12"	45°32'07,08"	10/1974 a 02/2019
02044052	Jardim	Mateus Leme	20°02'42,00"	44°24'28,08"	01/1983 a 02/2019
02044042	Carmo da Mata ETA Copasa	Carmo da Mata	20°33'45,00"	44°52'03,00"	02/1977 a 02/2019

Fonte: SNIRH (2019).

A primeira análise realizada visou verificar todo o período histórico de dados referentes ao total precipitado anual, de forma a comparar os últimos anos com o restante da série. Para isso, foram considerados os anos hidrológicos variando de outubro de um ano ao mês de setembro do ano seguinte. Os resultados são apresentados para algumas das estações avaliadas, de forma representativa da condição da bacia da Figura 5.21 até a Figura 5.27. Em todas as situações avaliadas, pode ser identificada a mesma condição quanto ao total precipitado para os anos hidrológicos avaliados. São identificados alguns anos ao longo da série histórica com baixos totais precipitados. No entanto, esses anos são seguidos por períodos

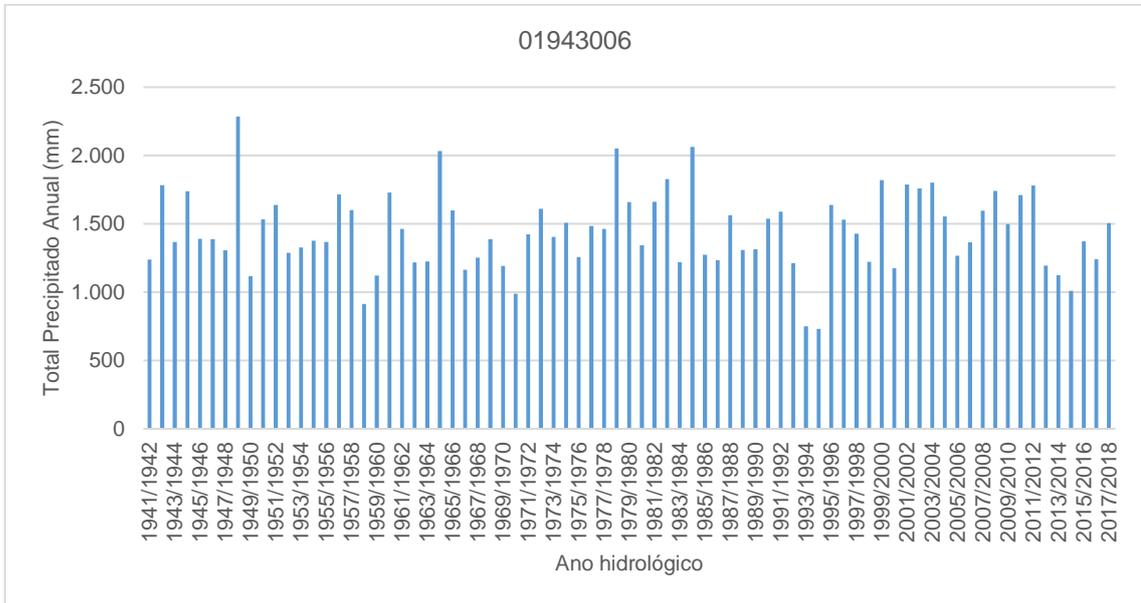
de maiores índices, que levam à recuperação da condição da bacia, notadamente no que se refere ao enchimento de reservatórios. Apenas no que se refere aos últimos anos da série histórica é que se verificam condições de um ciclo com vários anos com baixos índices totais precipitados.

Como exemplo, são comentados os resultados da Figura 5.21. Ao longo da série histórica, podem ser identificados anos como os de 1986/1987 (1.142mm), 1994/1995 (1.190mm) e 2002/2003 (1.165mm). No entanto, os três são seguidos de bons anos de chuva: 1987/1988 com 1.607mm; 1995/1996 com 1.433mm; e 2003/2004 com 1.696mm. No entanto, nos últimos anos foram verificados índices seguidos de chuvas abaixo de 1.400mm: 2013/2014 (1.192mm); 2014/2015 (1.320mm); 2015/2016 (1.091mm); 2016/2017 (931mm); e 2017/2018 (850mm), o que faz com que o solo e os corpos d'água não se recuperem de um ano para outro. O mesmo comportamento é verificado também para as outras estações avaliadas e mostradas nas figuras a seguir.



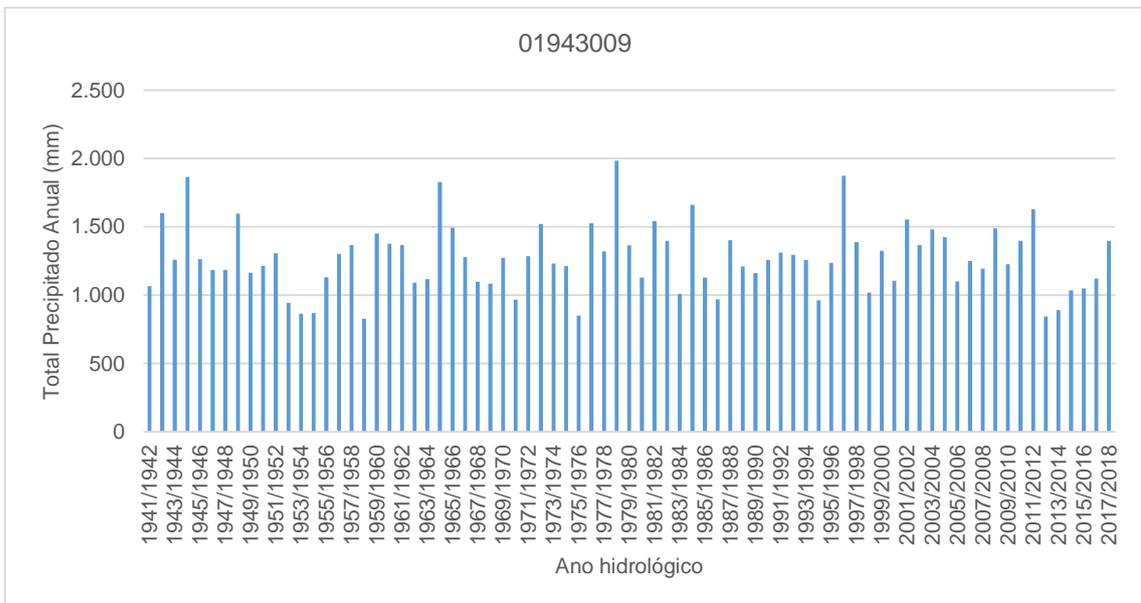
**Figura 5.21 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01845004.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



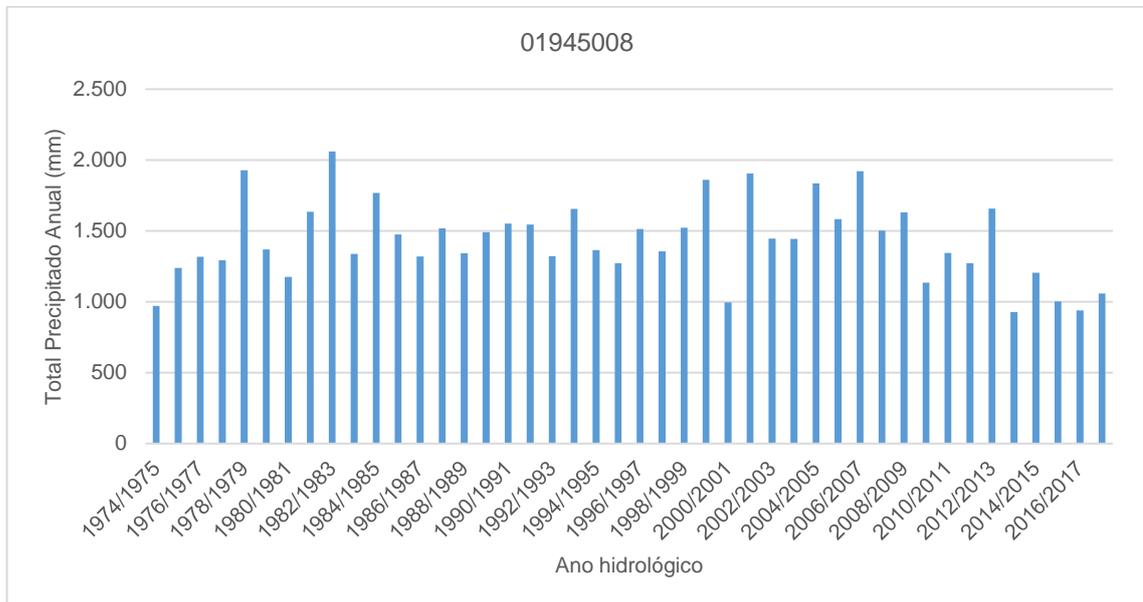
**Figura 5.22 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01943006.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



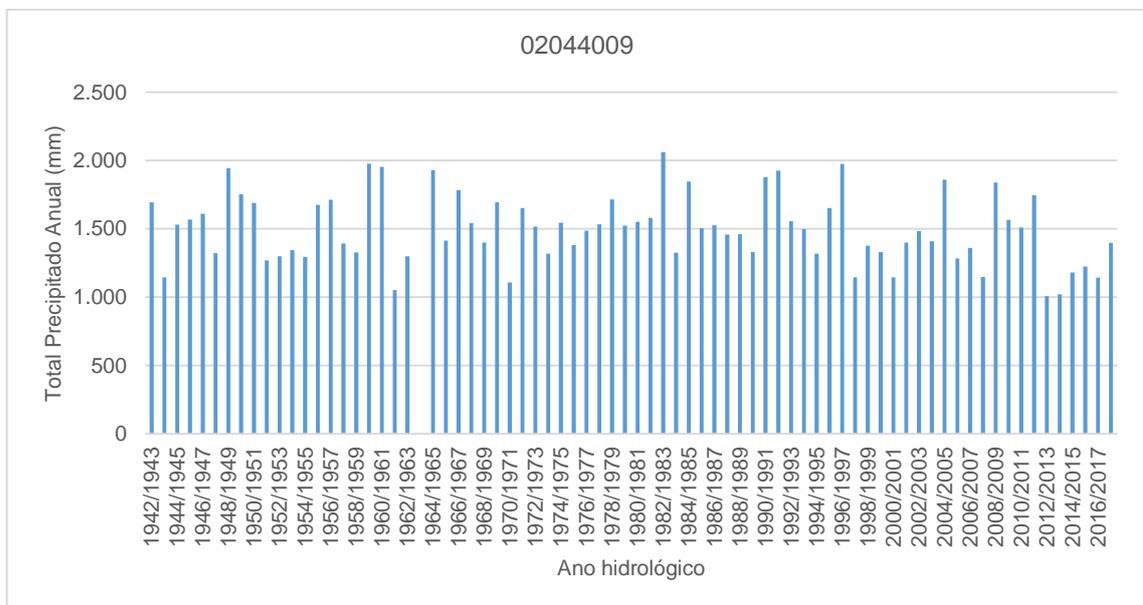
**Figura 5.23 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01943009.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



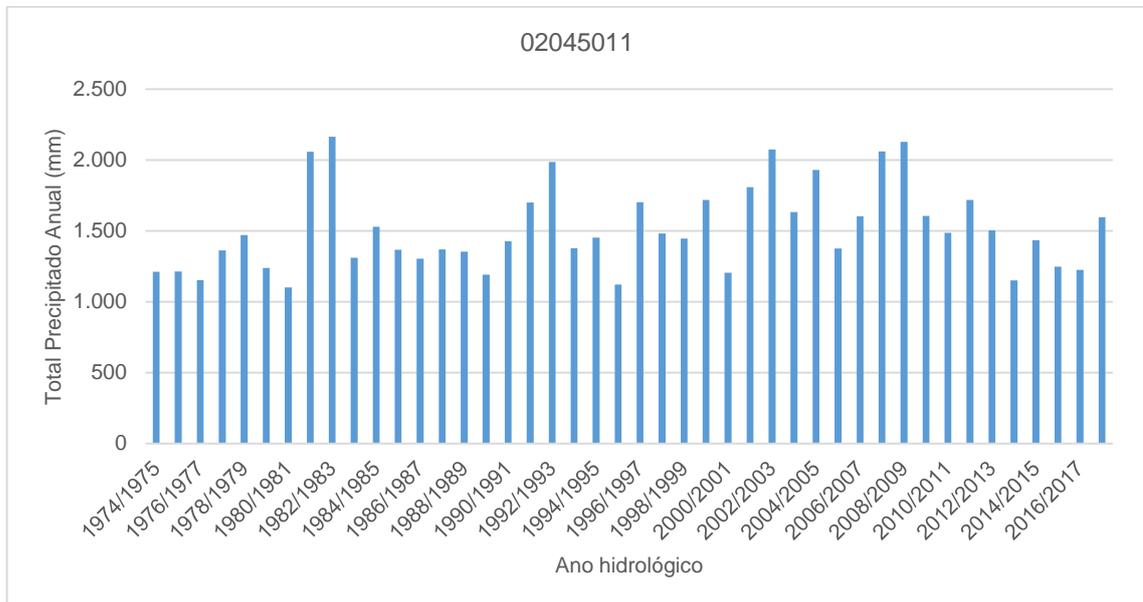
**Figura 5.24 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 01945008.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



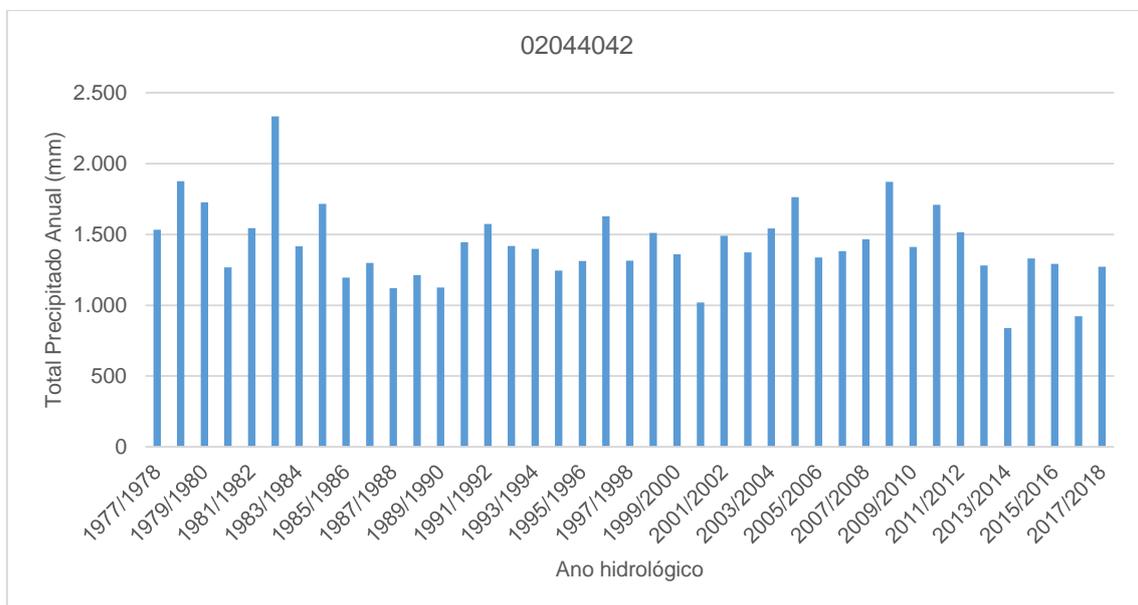
**Figura 5.25 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 02044009.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



**Figura 5.26 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 02045011.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



**Figura 5.27 – Série histórica com o total anual precipitado na estação 02044042.**

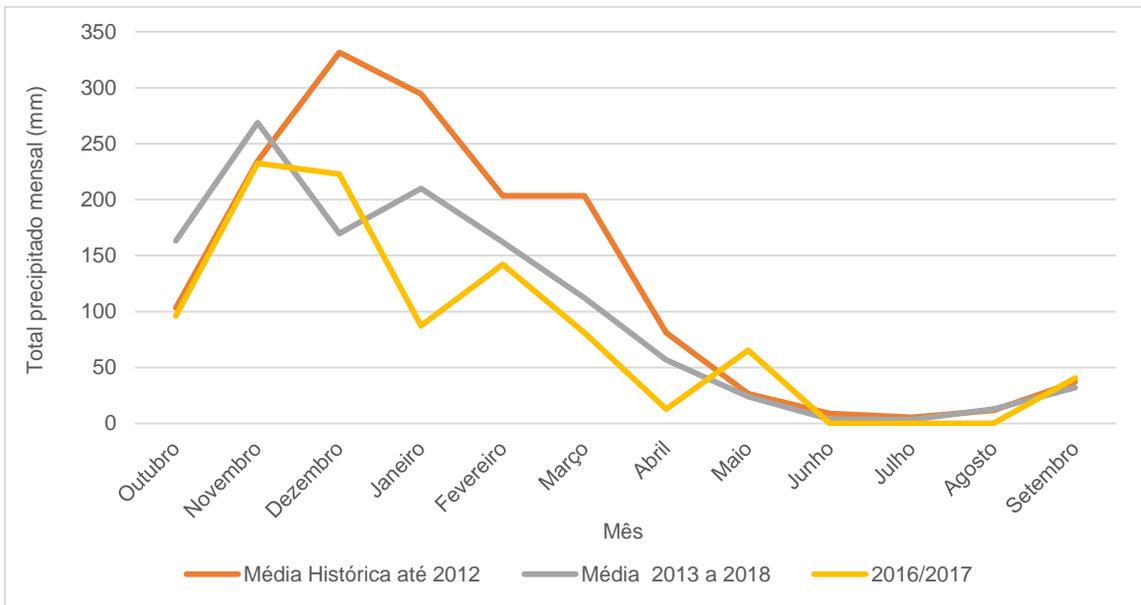
Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



A análise seguinte visou comparar a condição ocorrida mensalmente nos últimos anos entre 2013 e 2018 com o período histórico de dados disponíveis. Nesse sentido, da Figura 5.28 até a Figura 5.32 são apresentadas avaliações do comportamento de chuvas dos últimos anos de algumas das estações avaliadas, comparando a média histórica mensal com a média mensal dos últimos seis anos (2013 a 2018) e o total precipitado mensal de um dos anos hidrológicos críticos dentre os últimos (2016/2017). De uma forma geral, todas as estações avaliadas mostraram comportamento semelhante, sendo apresentadas algumas a título ilustrativo.

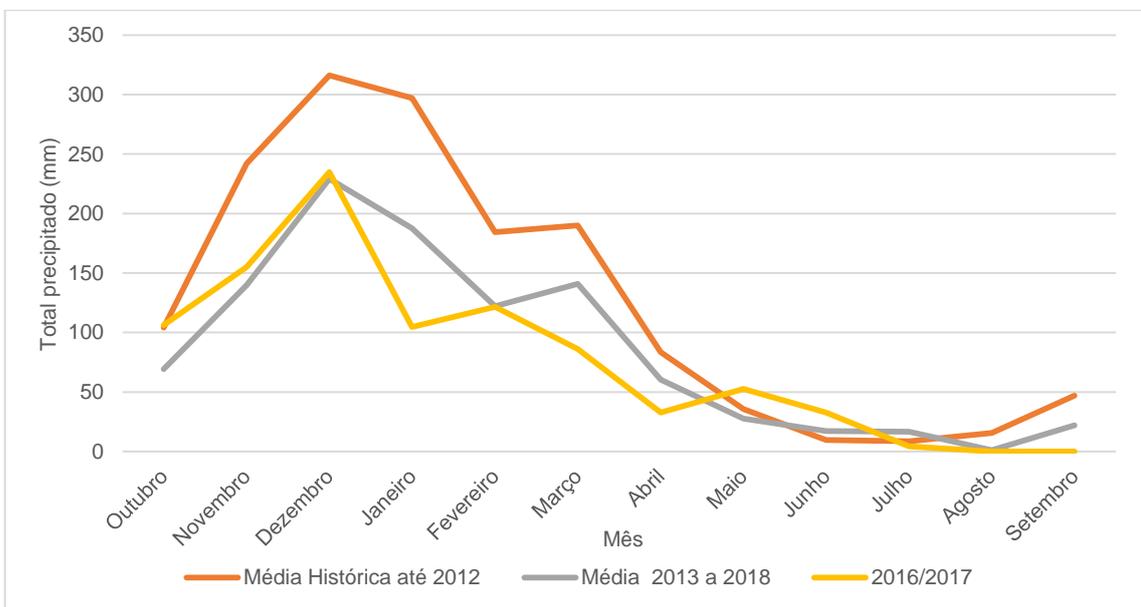
Em resumo da análise das figuras a seguir, verifica-se que a precipitação média histórica mensal até o ano de 2012 era bastante superior à média ocorrida nos anos de 2013 a 2018. Esse efeito é notado principalmente para o período chuvoso da região, monitorado pelas estações em questão. Vale ressaltar que o período principal de precipitação na região ocorre de outubro (início do período chuvoso) até abril e, sendo assim, os meses seguintes não apresentam importantes índices pluviométricos.

O mesmo efeito identificado acima é também notado de forma bastante clara na análise dos totais precipitados mensais do ano hidrológico de 2016/2017, que se mostram bastante inferiores às médias históricas. Além disso, ressalta-se fato já comentado na análise anterior da precipitação total anual, em que esses últimos anos de 2013 a 2018 são caracterizados por uma série de anos críticos sem a observação de um ou mais anos de cheia entre eles, que poderia indicar a recuperação da recarga dos aquíferos e dos cursos d'água, levando ao crescimento dos volumes acumulados dos reservatórios.



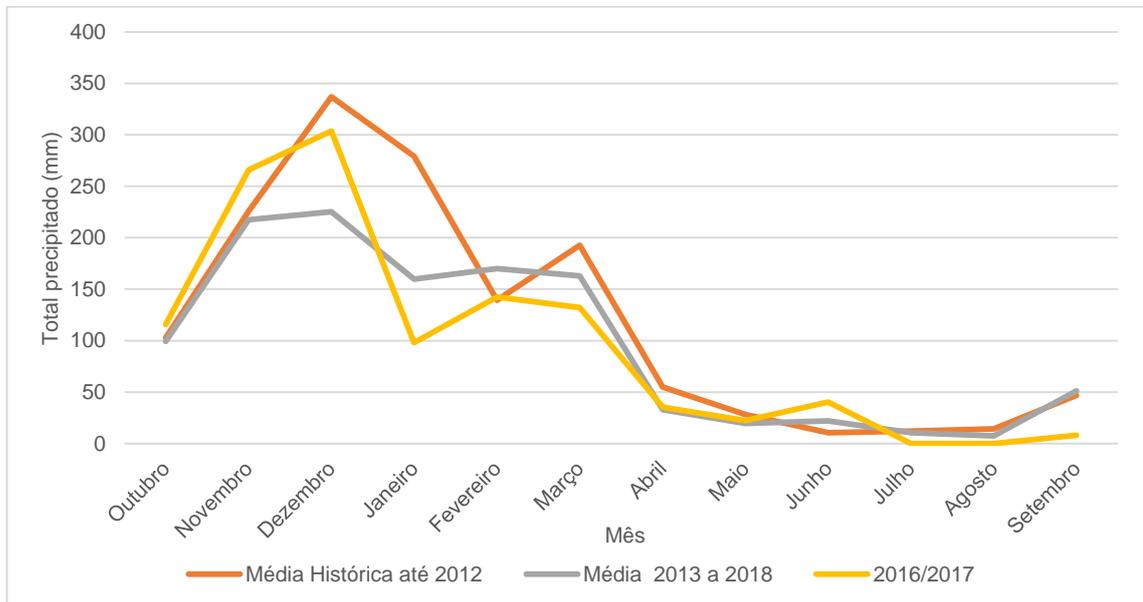
**Figura 5.28 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01747005.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



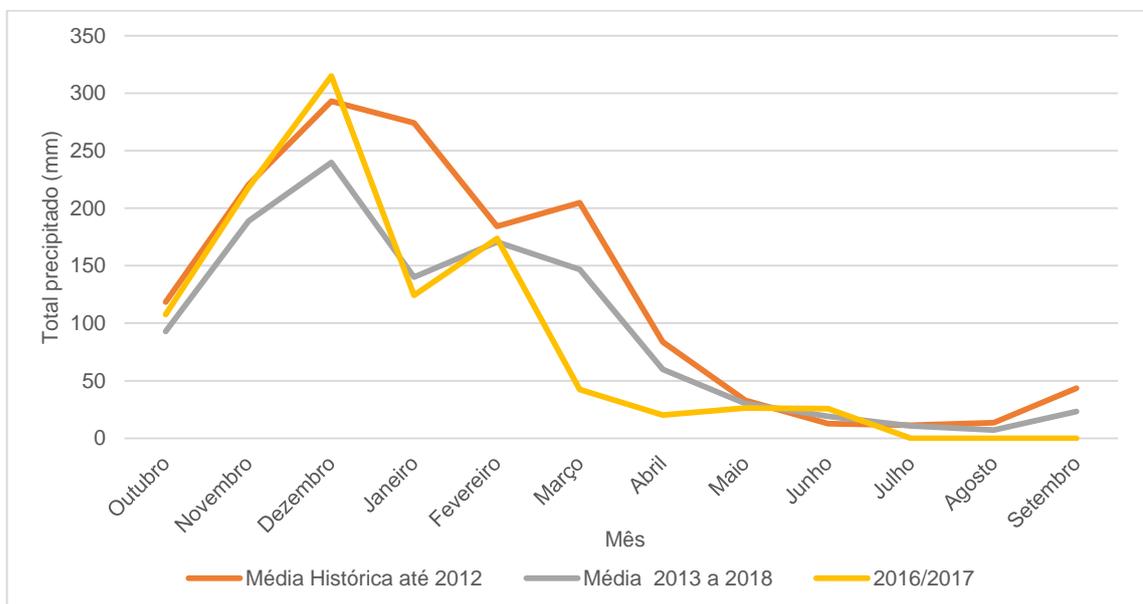
**Figura 5.29 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01845004.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



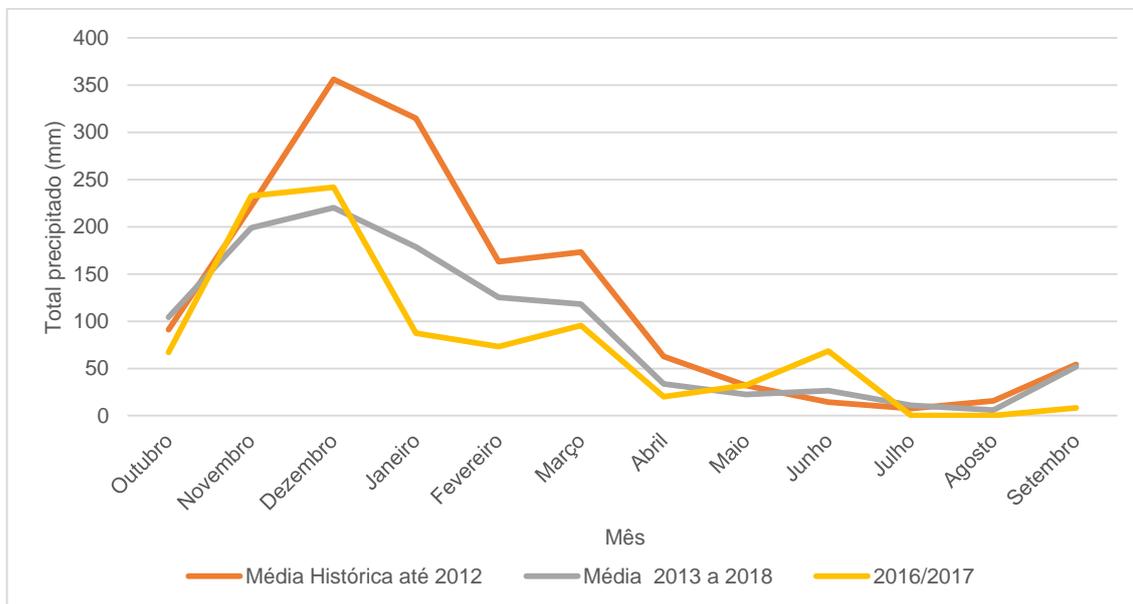
**Figura 5.30 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01944027.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



**Figura 5.31 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 01945002.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).



**Figura 5.32 – Comportamento da precipitação dos últimos anos na estação 02045011.**

Fonte: elaboração própria, com base em dados do SNIRH (2019).

### 5.3 Vazões afluentes e defluentes aos reservatórios e volumes acumulados

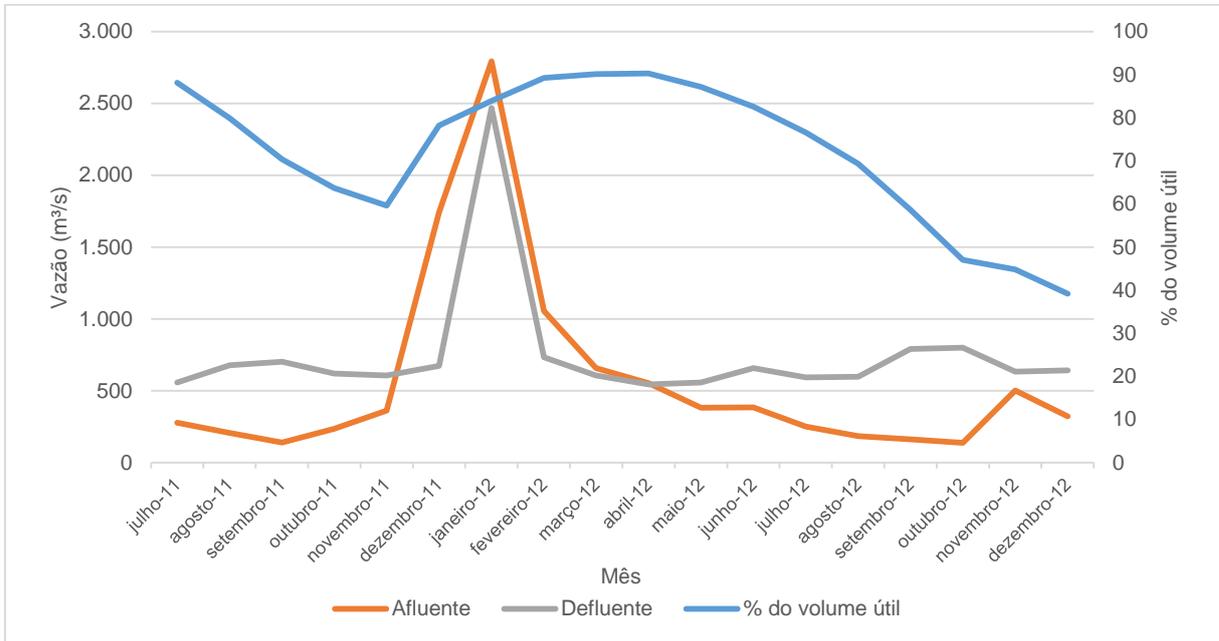
A partir da análise dos resultados discutidos nos subitens anteriores e outras informações identificadas, foi realizada a avaliação do comportamento dos principais reservatórios das usinas hidrelétricas da região ao longo dos últimos anos, em função das baixas vazões afluentes. Para isso, as informações identificadas nas análises dos subitens anteriores foram complementadas com os dados de vazões afluentes e defluentes a cada reservatório e seus volumes acumulados, conforme obtido do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS (2019).

Assim, para verificar ao longo do rio São Francisco, foram identificadas informações de percentuais dos volumes acumulados em relação ao volume útil para as usinas de Três Marias, Sobradinho e Itaparica, além de vazões afluentes e defluentes para as três primeiras e também para Xingó.

Para a verificação do comportamento usual de um reservatório de regularização de vazões, apresenta-se a Figura 5.33, com a situação ocorrida durante os anos de 2011 e 2012 em Três Marias. Nesse caso, a partir do início do período chuvoso entre outubro e novembro de 2011 as vazões afluentes aumentam e, com isso, o reservatório tem seu volume acumulado incrementado, liberando vazões defluentes inferiores às afluentes. Posteriormente, com o final do

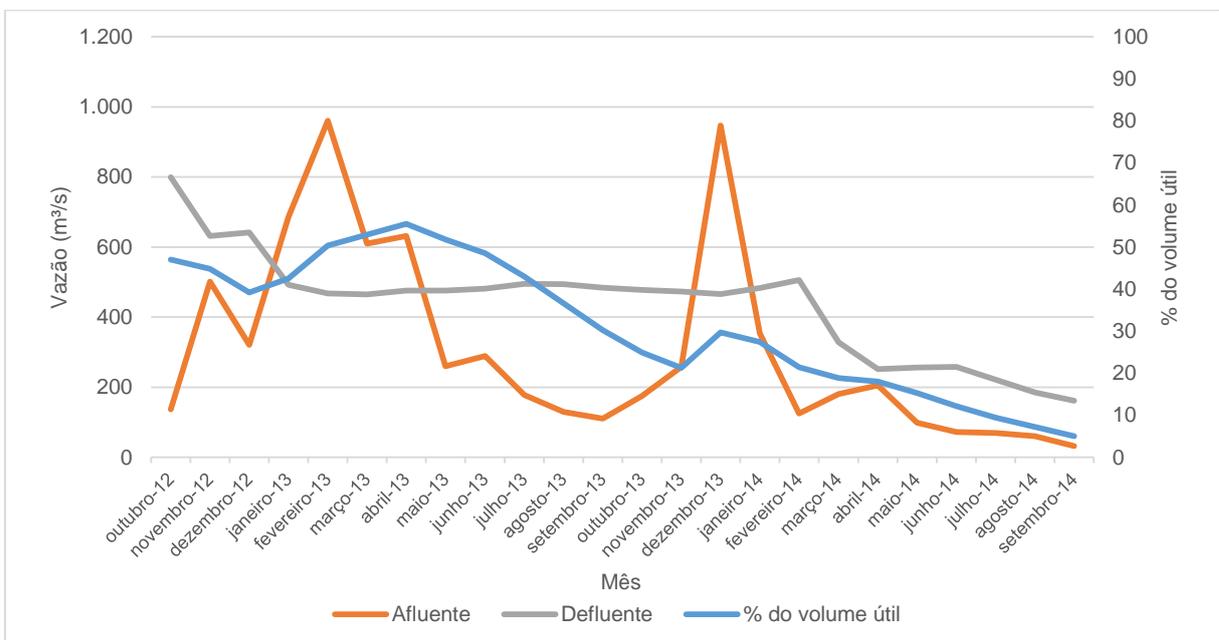
período chuvoso na bacia por volta de março/abril, tem-se o período de estiagem, em que as vazões afluentes reduzem e, com isso, são liberadas vazões superiores às afluentes e o reservatório tem seu volume reduzido. Durante o período em análise na figura em questão, o reservatório de Três Marias teve seu mínimo do ano de 2011 em novembro com cerca de 60% e cresceu até atingir e manter 90% entre fevereiro e abril de 2012, quando iniciou sua depleção até atingir cerca de 40% no mês de dezembro de 2012. Vale ressaltar nesse caso que o período chuvoso do ano de 2012/2013 já iniciou atrasado e, com isso, os meses de outubro a dezembro de 2012 ainda tiveram vazões afluentes baixas, o que não deu suporte ao crescimento do volume acumulado no reservatório, iniciando o período crítico de 2013 a 2018 em análise. Nesse período as vazões defluentes foram mantidas superiores ao patamar de  $500\text{m}^3/\text{s}$  durante todo o período do tempo.

Esse fato levou à situação observada na Figura 5.34, que mostra dois anos hidrológicos para a região, entre outubro de 2012 e setembro de 2014. Nessa figura, é possível observar que o volume útil do reservatório de Três Marias passou dois anos em queda até atingir cerca de 5% no mês de setembro de 2014. Nesse período, apenas no mês de dezembro de 2013 as vazões afluentes tiveram um crescimento, mas ainda assim não foi tão alto, atingindo cerca de  $950\text{m}^3/\text{s}$ , valor ainda bastante inferior aos  $2.800\text{m}^3/\text{s}$  observados em janeiro de 2012 na figura anterior. Com isso, esses dois períodos chuvosos de 2012/2013 e 2013/2014 não foram suficientes para enchimento do reservatório de Três Marias, o que influencia diretamente as condições de jusante. Verifica-se nesse período, vazões que as vazões defluentes foram reduzidas de forma paulatina, atingindo valores da ordem de  $200\text{m}^3/\text{s}$  no último período.



**Figura 5.33 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos de 2011/2012.**

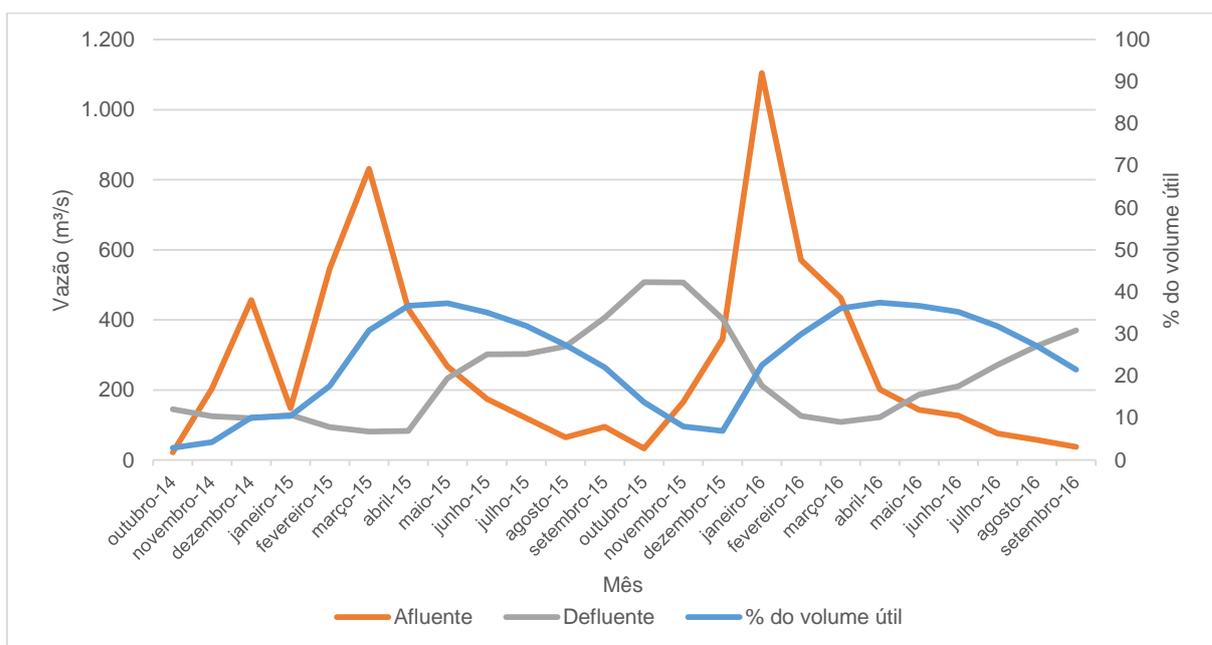
Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).



**Figura 5.34 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos hidrológicos de 2012/2013 e 2013/2014.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).

Segue-se, então, a análise para a Figura 5.35, que mostra os dois anos hidrológicos seguintes, de 2014/2015 e 2016/2017. Nesse período, as vazões afluentes ao reservatório de Três Marias cresceram ao longo dos dois períodos chuvosos, mas atingindo valores máximos da ordem de  $1.100\text{m}^3/\text{s}$ . Durante esse período, as vazões defluentes também cresceram, mas atingindo apenas um pico da ordem de  $500\text{m}^3/\text{s}$ , mas mantendo-se na maior parte do tempo abaixo de  $200\text{m}^3/\text{s}$ . Mesmo com esse fato, o reservatório não teve grande recuperação de seus volumes acumulados, não atingindo 40% de acumulação de seu volume útil. Dessa forma, apesar do controle com redução das vazões defluentes, não foi grande a acumulação ao longo dos dois períodos chuvosos desses anos.

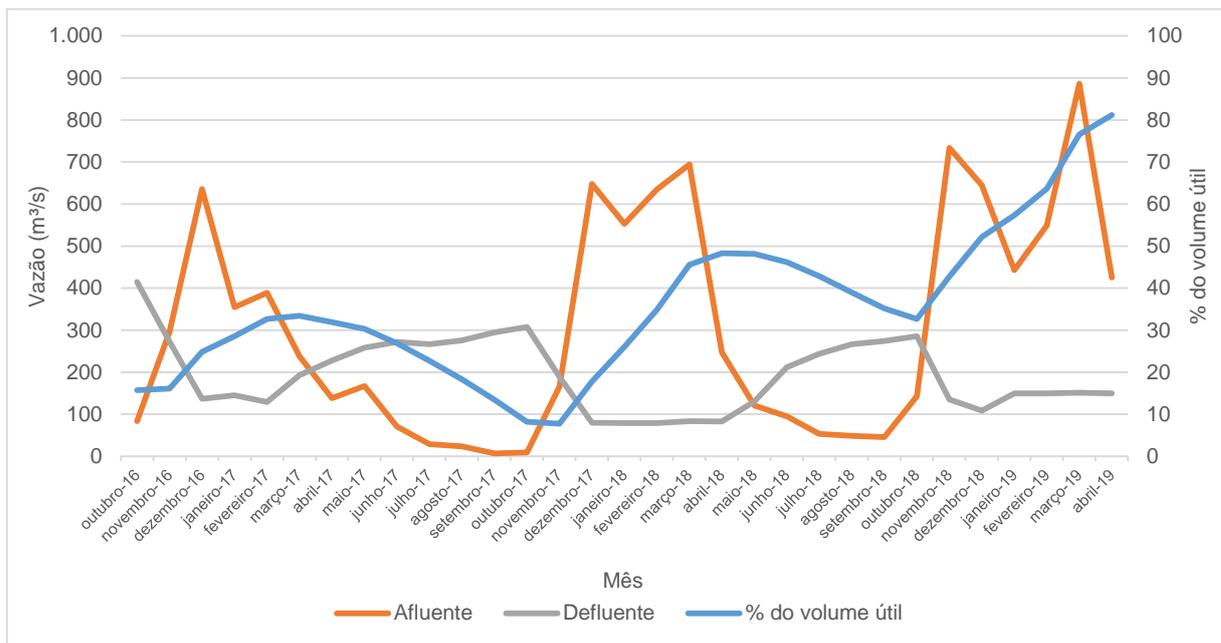


**Figura 5.35 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos hidrológicos de 2014/2015 e 2015/2016.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).

Finalmente, segue-se para os anos hidrológicos seguintes, de 2016/2017 e 2017/2018, com análise seguindo até abril de 2019, conforme mostrado na Figura 5.36. Mais uma vez verifica-se que nos períodos chuvosos as vazões afluentes crescem, mas não tanto, atingindo picos da ordem de  $700\text{m}^3/\text{s}$ . Dessa forma, foi mantido o controle do volume do reservatório por meio de baixas vazões defluentes, inferiores a  $300\text{m}^3/\text{s}$  ao longo do todo o período. Mesmo assim, o volume acumulado no reservatório não teve grande incremento até o meio do ano de 2018,

atingindo percentual de acumulação de cerca de 50% entre abril e maio desse ano. Apenas com o início do período chuvoso de 2018/2019 é que pôde ser observada uma sequência maior de meses com vazões defluentes mais altas que, em conjunto com baixas vazões defluentes entre novembro de 2018 e março de 2019 o reservatório teve seu volume acumulado crescendo até atingir mais de 80% de seu volume útil abril de 2019.

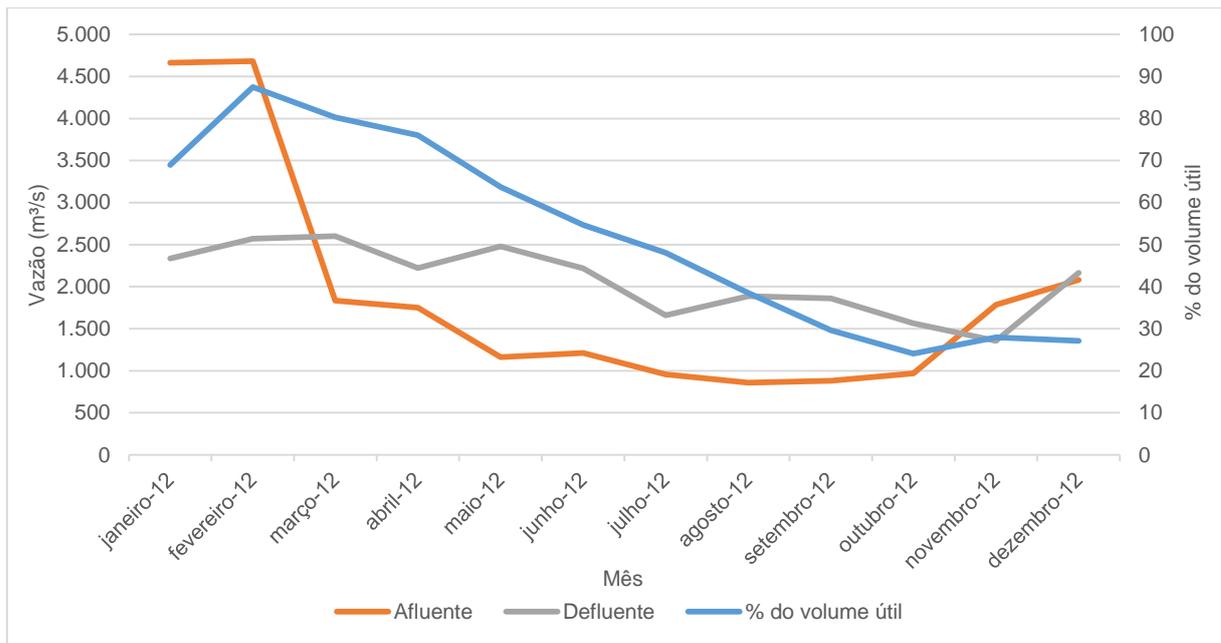


**Figura 5.36 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Marias nos anos hidrológicos de 2016/2017 e 2017/2018.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).

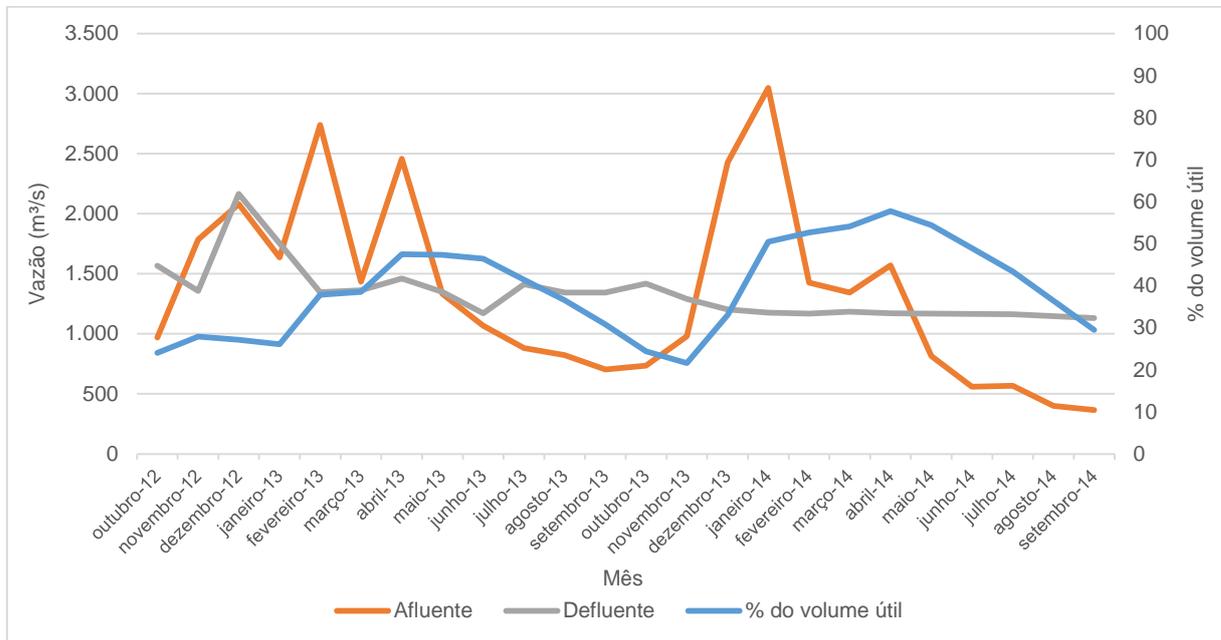
A análise do comportamento das vazões afluentes e defluentes ao reservatório de Sobradinho é apresentada da Figura 5.37 até a Figura 5.40. De uma forma geral, segue o mesmo comportamento já identificado para o reservatório de Três Marias. A Figura 5.37 mostra as informações para o ano de 2012, em que as baixas vazões afluentes fizeram com que o reservatório tivesse grande depleção ao longo do ano, passando de um volume acumulado próximo de 90% do volume útil em fevereiro para 24% em outubro. Com o baixo índice de chuvas nas cabeceiras do rio e reduzidas vazões afluentes no período chuvoso 2012/2013, o reservatório não apresentou recuperação, como pode ser verificado na Figura 5.38, não atingindo volume útil de 50% nesse período chuvoso. Na mesma figura é possível observar o período chuvoso seguinte (2013/2014), em que as vazões afluentes chegaram a atingir valores acima de

2.500m<sup>3</sup>/s, o que fez com que o reservatório apresentasse pequena recuperação, atingindo volume de cerca de 60%. Nesse período, as vazões defluentes já estavam controladas da ordem de 1.100m<sup>3</sup>/s, conforme política de operação dos reservatórios, já apresentada em itens anteriores deste documento.



**Figura 5.37 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho no ano de 2012.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).



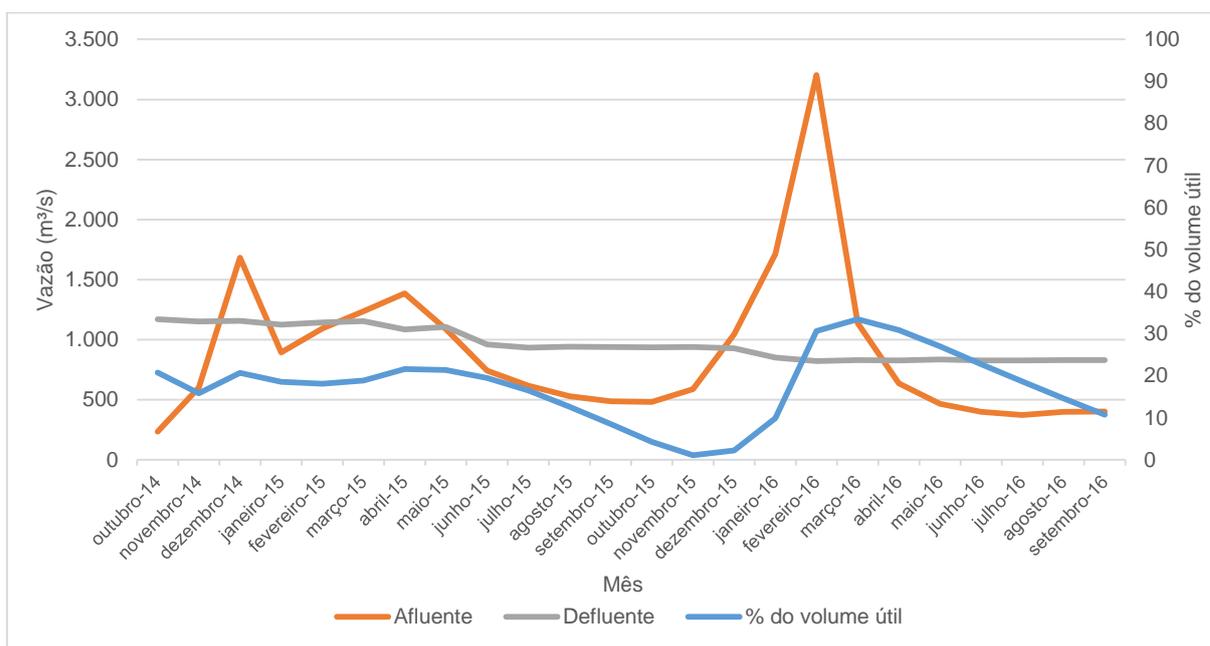
**Figura 5.38 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho nos anos hidrológicos de 2012/2013 e 2013/2014.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).

A Figura 5.39 apresenta, inicialmente, o ano hidrológico de 2014/2015, em que as vazões afluentes no período chuvoso não tiveram grande ascensão, atingindo valores da ordem de 1.500m³/s, o que não levou ao enchimento do reservatório, mesmo com controle rigoroso das vazões defluentes. Assim, nesse ano hidrológico o reservatório permaneceu durante boa parte do tempo com volumes úteis da ordem de 20% no período chuvoso e no período seco chegou a atingir 1,11% em novembro de 2015, sendo a condição mais crítica do período histórico. No ano hidrológico seguinte, de 2015/2016, as vazões afluentes razoáveis ocorridas nos meses de janeiro e fevereiro de 2016, atingindo picos da ordem de 3000m³/s, em conjunto com vazões defluentes inferiores a 1.000m³/s, fizeram com que o reservatório tivesse pequena recuperação, atingindo 30%.

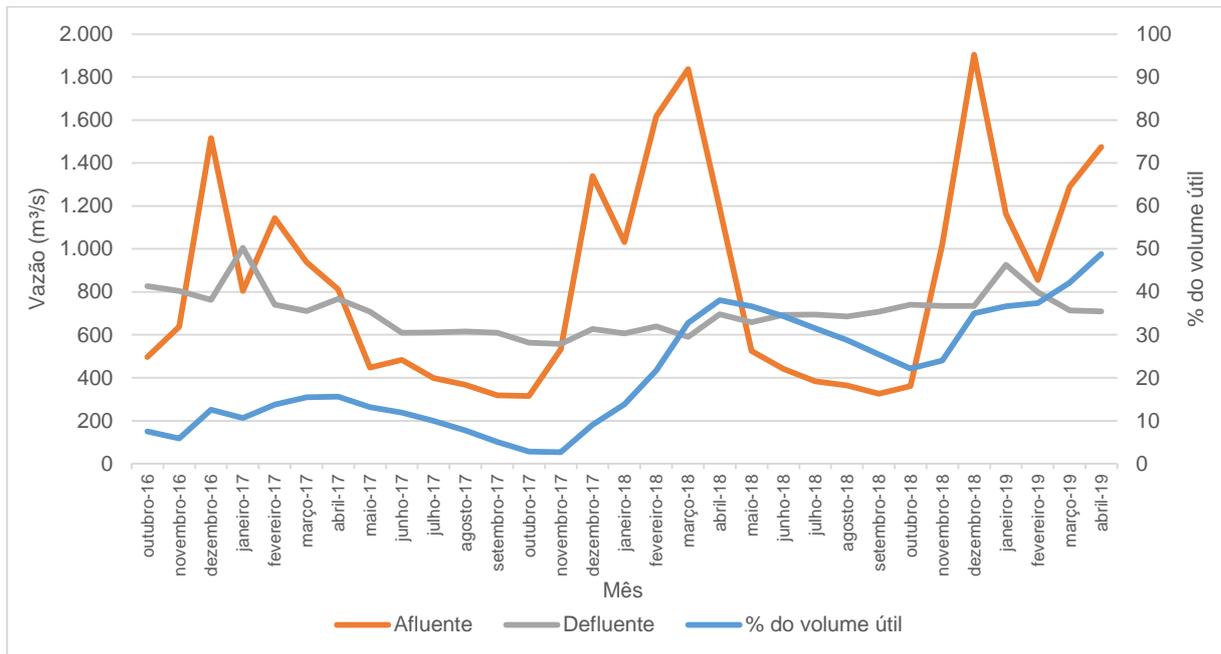
O reservatório novamente passa por redução sensível no período seco, atingindo cerca de 5% de volume útil em novembro de 2016, como pode ser observado na Figura 5.40. Nos anos seguintes, novas reduções de vazões defluentes foram de extrema importância para que o reservatório pudesse ter sua recuperação. O período chuvoso de 2017/2018 mostrou meses de fevereiro e março de 2018 com vazões afluentes acima de 1.600m³/s com defluências

abaixo de 800m<sup>3</sup>/s, proporcionando recuperação do reservatório para volume próximo de 40% do útil. Mantendo-se as baixas defluentes ao longo do ano e com a chegada do período chuvoso de 2018/2019, pôde ser observada novo incremento nos volumes acumulados, atingindo valor próximo de 50% em abril de 2019. Espera-se que com a continuação do controle e da política de operação dos reservatórios, possa ser observada nova recuperação ao longo do próximo período chuvoso.



**Figura 5.39 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho nos anos hidrológicos de 2014/2015 e 2015/2016.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).



**Figura 5.40 – Comportamento do reservatório da Usina Hidrelétrica de Sobradinho nos anos hidrológicos de 2016/2017 e 2017/2018.**

Fonte: elaboração própria com base em ONS (2019).

A análise realizada das afluências e defluências aos reservatórios mostra que o período em questão foi realmente bastante crítico com baixas vazões afluentes aos reservatórios, mesmo durante os períodos chuvosos, o que fez com que não apresentassem recuperação de seus volumes acumulados ao longo dos períodos chuvosos. Assim, pôde ser observado que a política de operação de reservatórios foi fundamental para a recuperação dos reservatórios de Três Marias e Sobradinho ao longo dos últimos anos. Apesar de terem sido escoadas baixas vazões defluentes durante esse período, os reservatórios puderam ser mantidos com volumes úteis mesmo nos meses de estiagem de cada ano e apresentaram razoável recuperação com as vazões de cheia do ano hidrológico 2018/2019.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório visou apresentar uma análise da política de operação de reservatórios praticada na bacia hidrográfica do rio São Francisco, no período de 2013 a 2018. Para isso, iniciou com uma breve apresentação das principais características da bacia hidrográfica, no tocante a sua área, divisão hidrográfica, principais características de precipitação e vazões características, com dados do PBHSF 2016-2025.

Em seguida, realizou análise da legislação de recursos hídricos relacionada ao tema de operação de reservatórios de regularização e apresentou os principais atos legais disponíveis sobre o tema, ressaltando-se as resoluções da ANA que estabeleceram reduções temporárias de vazões defluentes dos reservatórios de Xingó e Sobradinho ao longo do período de 2013 a 2018. Quanto a esse aspecto, cabe ressaltar que a descarga mínima desses reservatórios passou de 1.300m<sup>3</sup>/s em uma situação usual para 1.100m<sup>3</sup>/s no início do período em análise, em abril de 2013, e atingiu mínima média diária de 550m<sup>3</sup>/s e instantânea de 523m<sup>3</sup>/s a partir de julho de 2017. A resolução da ANA atualmente em vigência é a de nº 2081/2017, que entrou em vigor em maio de 2019 e que estabelece vazões mínimas defluentes em função dos volumes acumulados nos reservatórios das UHEs ao longo do eixo principal do rio São Francisco.

Quanto ao tema legal, importante ressaltar as Reuniões de Acompanhamento da Operação do Sistema Hídrico do Rio São Francisco e sua importância para que as reduções de defluências pudessem ser discutidas e definidas em um grupo de alto nível e interessado no atendimento aos usos múltiplos da bacia e em passar o período da crise hídrica da bacia.

A análise seguinte tratou da leitura e busca de informações sobre a crise hídrica da bacia hidrográfica do rio São Francisco e sobre a política de operação de reservatórios no PNRH, PERHs e no PBHSF. Constatação relevante trata do fato de que nenhum dos PERHs apresentou discussões ou ações específicas sobre o tema e mesmo o PNRH cita o tema apenas de forma genérica. Apesar de ser um plano de recursos hídricos de abrangência nacional, poderia citar algumas bacias com os principais problemas, como é o caso do São Francisco, principalmente no caso de sua última revisão realizada em 2016. Verifica-se, ainda, que mesmo no PBHSF, em seu estudo de 2016, em plena crise hídrica, não teve análise específica sobre o tema em seu diagnóstico. Considerando a relevância do tema para a bacia, seria

fundamental uma análise sobre o tema tanto na fase diagnóstica quanto no processo de cenarização, com avaliações sobre possibilidades de agravamento da crise hídrica e formas de atendimento ou minimização de seus efeitos ao longo do tempo. Apesar de seu plano de ações prever ações voltadas à revisão da política de operação de reservatórios, considera-se que o tema poderia ter sido melhor explorado nas etapas de diagnóstico e prognóstico do PBHSF.

Em seguida, foi realizada análise das informações de monitoramento hidrometeorológico na bacia ao longo do período histórico e dos últimos anos. A análise das vazões escoadas ao longo do eixo do rio São Francisco verificou informações de estações desde seu trecho a montante da UHE Três Marias até suas últimas estações localizadas a jusante do último reservatório da bacia, que se trata de Xingó. Os resultados mostraram que a condição identificada nesses últimos seis anos de 2013 a 2018 foi realmente a pior condição em uma sequência de anos ruins de toda a série histórica, com dados disponíveis desde a década de 1920. O mesmo efeito foi verificado na análise da série histórica de pluviometria da bacia. Foram identificados anos secos com baixos totais precipitados ao longo dos anos anteriores. No entanto, esses anos foram seguidos de períodos com maiores índices pluviométricos e que levaram à recuperação das vazões dos rios e dos volumes acumulados nos reservatórios de regularização plurianual da bacia. Esse foi o grande diferencial desse período de crise hídrica que correspondeu, até agora, a pelo menos seis anos seguidos de baixos índices pluviométricos.

A análise das vazões afluentes e defluentes aos reservatórios das UHEs da bacia realçou o período crítico com afluências bastante baixas ao longo de todos os anos e sem recuperação sensível ao longo dos períodos chuvosos. Assim, os reservatórios não apresentaram recuperação de seus volumes acumulados durante os meses chuvosos de cada ano. Essa análise mostrou a importância da política de operação de reservatórios empreendida ao longo desses últimos seis anos que foi fundamental para que a bacia pudesse passar esse período crítico mantendo volumes úteis mínimos nos reservatórios mesmo nos meses de estiagem mais crítica do período, apresentando razoável recuperação com as vazões de cheia do ano hidrológico 2018/2019.



Assim, em resumo, a política de operação dos reservatórios, estudos técnicos e discussões realizadas ao longo desses últimos seis anos foram fundamentais para que pudesse ser passada a crise hídrica na bacia, ao menos no que se refere ao período anterior e recomenda-se a continuidade da atenção para que não sejam atingidas condições piores nos próximos anos. Em continuidade ao estudo, o próximo produto deverá levantar e atualizar as informações dos usos outorgados de recursos hídricos na bacia do rio São Francisco, destacando-se aqueles localizados ao longo de seu eixo principal.

## **7. REFERÊNCIAS**

ANA – Agência Nacional de Águas – Boletins Mensais de Monitoramento dos Reservatórios do Rio São Francisco. Disponíveis em <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/sala-de-situacao/sao-francisco/colecao-para-boletim-mensal-do-sao-francisco>. Acesso em maio/2019.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. <https://www.cemig.com.br>. Acesso em maio/2019.

CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco. <https://www.chesf.gov.br>. Acesso em maio/2019.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. <http://ons.org.br/>. Acesso em maio/2019.

PBHSF – Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. RF03 – Resumo Executivo. CBH São Francisco – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. 327p. 2016.

SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos. Subsistema hidroweb. Dados básicos da rede hidrometeorológica nacional. Acesso em maio/2019.