

BOLETIM

Dezembro/2021

Ano 05/ Nº 52

SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÃO HIDROLÓGICA PARA RESERVATÓRIO TRÊS MARIAS – BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO

Diretor do Cemaden

Oswaldo Luiz Leal de Moraes

Coordenador Geral de Pesquisa e Desenvolvimento

José A. Marengo

Revisor Científico

Luz Adriana Cuartas Pineda

Pesquisadores colaboradores

Elisângela Broedel

Giovanni Dolif

Marcelo Seluchi

Tárcio Lopes

Wanderley Mendes

Elaboração

Elisângela Broedel



UNIDADE DE PESQUISA DO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Preâmbulo

O reservatório da usina hidrelétrica de Três Marias, localizado na porção alta da bacia do Rio São Francisco - estado de MG (**Figura 1**), atua como importante fonte de produção energética para o país, além de contribuir para as reservas hídricas dos reservatórios de Sobradinho, Paulo Afonso e Xingó, maior complexo hidrelétrico do Nordeste, responsável por 95% da energia gerada na região. Desde 2014 a bacia afluente à UHE Três Marias tem enfrentado períodos de crise hídrica, caracterizada pela redução significativa de sua vazão e, conseqüentemente, redução do nível de armazenamento no reservatório, além de outros problemas de conservação ambiental.

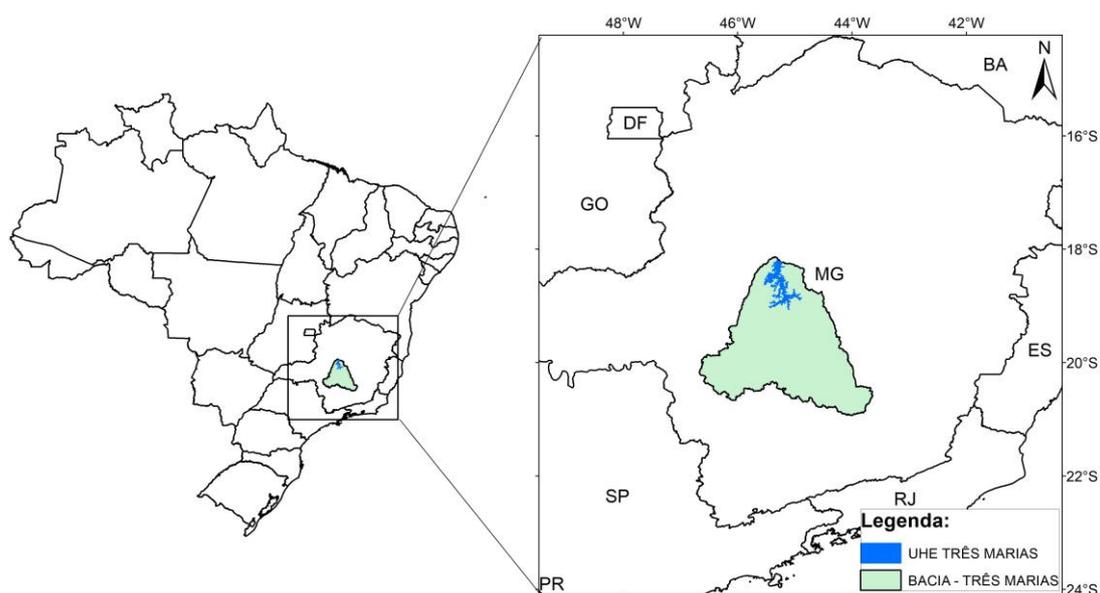


Figura 1. Mapa de localização da bacia de drenagem da Usina hidroelétrica (UHE) Três Marias.

Esta edição do boletim traz um resumo da situação referente ao primeiro trimestre da estação chuvosa de 2021/2022, correspondente aos meses de outubro a dezembro de 2021, e projeções hidrológicas de janeiro até final de abril de 2022. Em dezembro de 2021, foram registrados 323 mm de precipitação nesta bacia, valor 13% superior à média histórica (286mm). Ainda no mês de dezembro, a vazão nesta bacia hidrográfica foi 1149 m³/s, valor 15% superior à média histórica do mês (995 m³/s). O reservatório de Serra da Mesa operou, no final de dezembro de 2021, com 53% de seu volume útil, aumento de 17% em relação ao mês anterior e situação ligeiramente melhor quando comparada ao mesmo período do ano de 2020 (48%).

A partir das previsões meteorológicas e hidrológicas, as simulações indicam que, considerando um cenário hipotético de chuvas na média histórica, a vazão na bacia, para o período de janeiro a abril de 2022, poderá alcançar valor equivalente a 53% acima da média histórica desse período. Adicionalmente, considerando a operação do reservatório, regulada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), prevê-se que o reservatório poderá atingir 93% de seu volume útil no final de abril de 2022.

Situação Atual e Previsão Hidrológica para o Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias – Bacia do Rio São Francisco

A precipitação média espacial, acumulada durante os meses chuvosos de outubro a dezembro de 2021, baseado nas redes pluviométricas que cobrem a bacia de captação do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias (12 pluviômetros do INMET e 34 pluviômetros do CEMADEN), foi de 752 mm, equivalente 128% da média deste período e 63% da média histórica para a estação chuvosa, compreendida entre outubro a março (1983-2020; 1198 mm). No mês de dezembro de 2021, a precipitação acumulada na bacia foi de aproximadamente 323 mm, valor 13% superior à média histórica para este período (286 mm) (**Figura 2**).

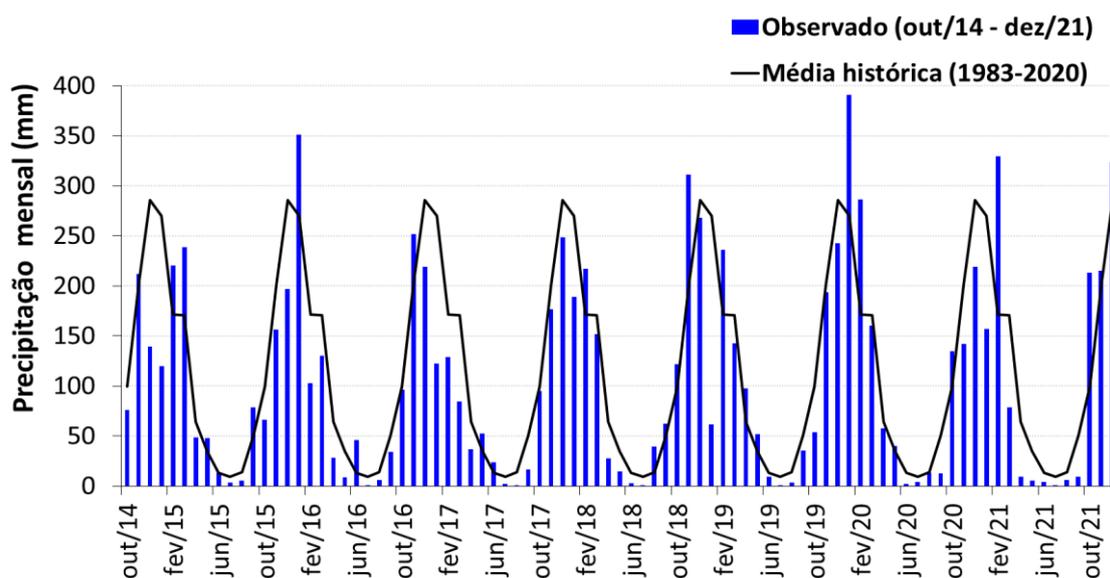


Figura 2. Precipitação mensal na bacia hidrográfica afluente ao Aproveitamento hidrelétrico Três Marias (ano hidrológico: outubro-setembro).

A vazão natural¹ média do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias possui um período de retardo, de aproximadamente 1 mês, em relação ao início das chuvas nesta bacia (exceto chuvas acima da média histórica). Durante os meses chuvosos de novembro a dezembro de 2021, de acordo com os dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a vazão média nesta bacia foi de 862 m³/s. Esse valor é equivalente a 116% da média deste período e 88% da média

¹ Vazão que existiria caso não houvesse interferência humana.

histórica para a estação chuvosa ($981 \text{ m}^3/\text{s}$). No mês chuvoso de dezembro de 2021, a vazão natural média foi $1149 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondente a 15% acima da vazão histórica média mensal deste período ($995 \text{ m}^3/\text{s}$) (**Figura 3**). Ainda segundo o ONS, a vazão defluente média, para o mês de dezembro, foi de $164 \text{ m}^3/\text{s}$. O reservatório de Três Marias operou no dia 31 de dezembro de 2021, com 53% do volume útil, indicando um aumento de 17% em relação ao mês anterior e de 5% em relação ao volume útil em 31 de dezembro de 2020 (**Figura 4**).

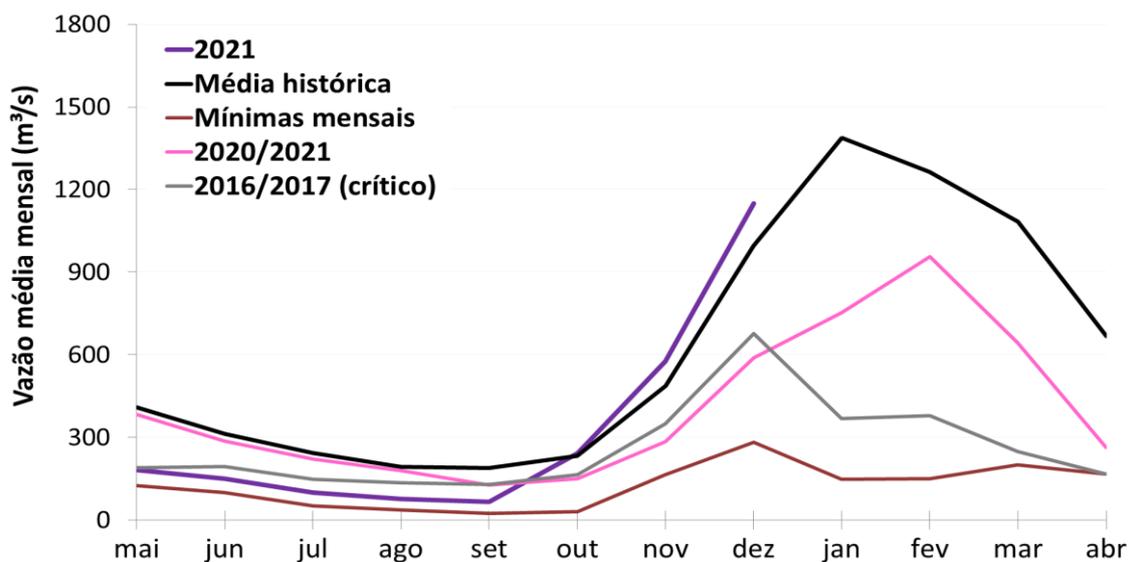


Figura 3. Vazões médias mensais (m^3/s) do Aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias. As linhas sólidas em preto e marrom correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais e às vazões mínimas mensais (absolutas), para o período 1983 – 2020 (MLT). As linhas roxa, magenta e cinza correspondem, respectivamente, às vazões naturais médias mensais de maio a dezembro de 2021, de maio de 2020 a abril de 2021 e de maio de 2016 a abril de 2017, representando a série crítica do histórico neste período.

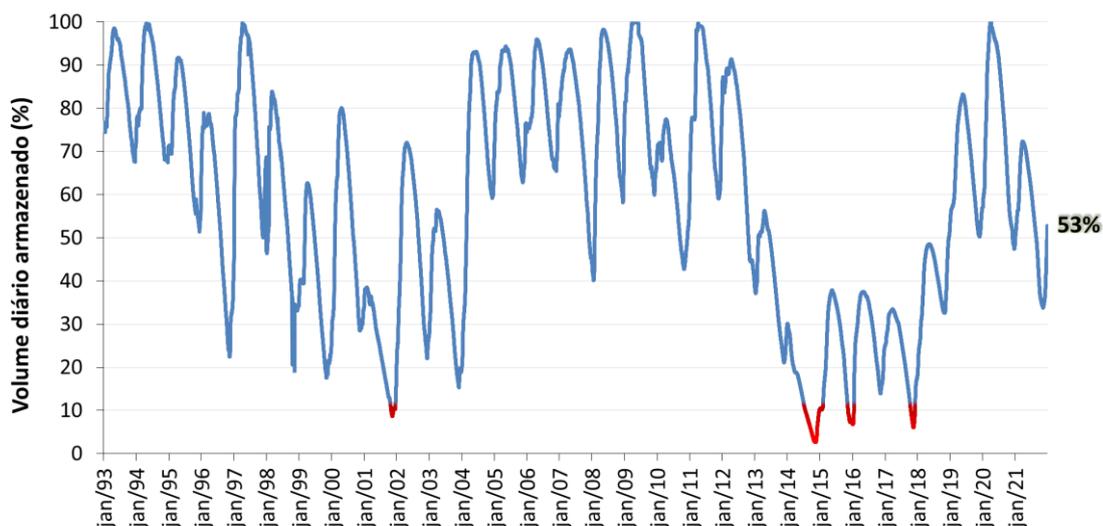


Figura 4. Evolução do volume diário armazenado do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias até 31 de dezembro de 2021 (em porcentagem). Fonte dos dados: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios/ANA.

Previsão de chuva para os próximos dias

A região de cabeceira do rio São Francisco se encontra no auge do período chuvoso. As previsões baseadas no modelo GENS/NOAA indicam alta probabilidade de chuva para os próximos dias, mas com tendência a reduzir gradativamente. Os acumulados totais previstos para os próximos 10 dias (**Figura 4**) representam valores inferiores à média histórica da época. As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na **Figura 5**, indicam um cenário de chuvas ligeiramente inferiores à média.

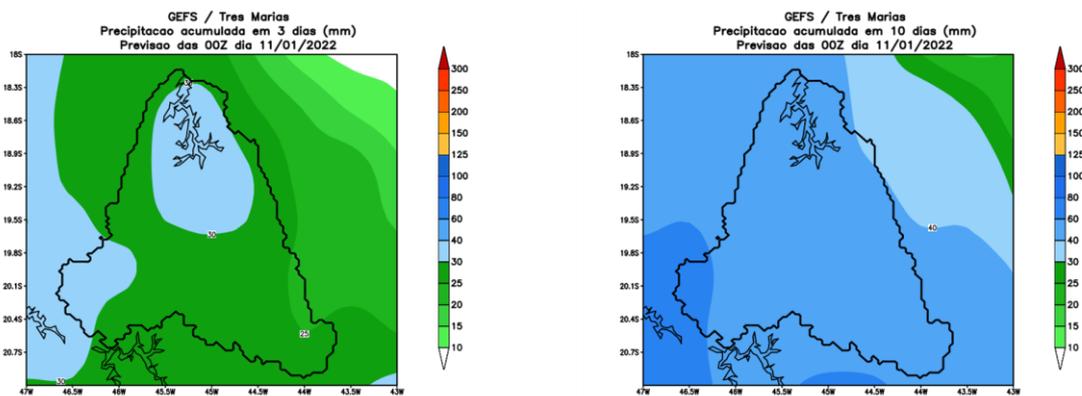


Figura 4. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias, segundo a previsão do modelo numérico GENS/NOAA. A área da bacia de captação do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias é indicada na Figura com linha preta espessa.

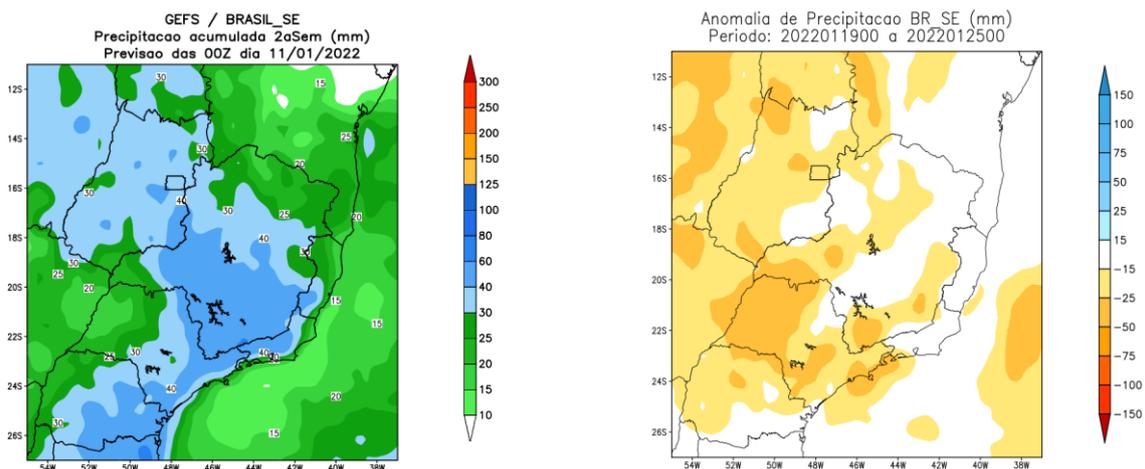


Figura 5 -Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GEFS/NCEP/NOAA.

Previsão de vazão para os próximos dias

Na **Figura 6** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (31 de dezembro de 2021 a 10 de janeiro de 2022) e previstas (11 a 20 de janeiro de 2022) dos 31 membros de previsão de precipitação do modelo GFS/NOAA (barras coloridas) e a média destes, cujo total é de 66 mm (barras verticais vermelhas). A **Figura 6** (inferior) exibe as vazões diárias observadas (linha preta) para o período de, 31 de dezembro de 2021 a 09 de janeiro de 2022, e os 31 membros de previsão de vazão (linhas tracejadas coloridas), assim como a média destes, de 11 a 20 de janeiro de 2022 (linha vermelha).

A previsão da vazão média, para os próximos 10 dias, de acordo com o modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model / CEMADEN) é de, aproximadamente, 5639 m³/s. Considerando uma defluência em torno de 2380 m³/s durante o período de 11 a 31 de janeiro de 2022, conforme divulgado na Reunião de Acompanhamento da Operação do Sistema Hídrico do rio São Francisco (realizada no dia 12 de janeiro de 2022), para os próximos dias o volume armazenado no Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias tende para um aumento.

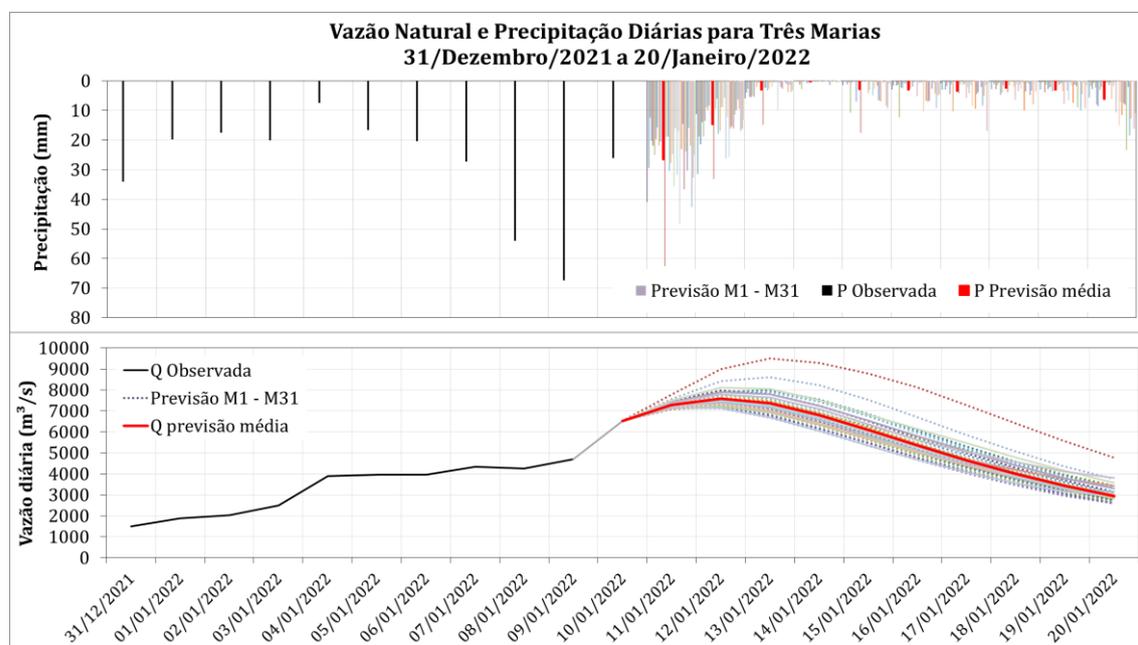


Figura 6. Vazão natural (Q) e precipitação (P) diárias para o Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial observada, as barras coloridas representam os valores dos 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA 50x50 km e as barras vermelhas representam a média destes membros de previsão. Na figura inferior a linha preta representa a vazão observada dos últimos dias, as linhas tracejadas coloridas correspondem aos membros de previsão de vazão e a linha vermelha corresponde à média destes membros. Ainda na figura inferior, a linha cinza é referente a vazão simulada utilizando dados de precipitação observados, no dia 10 de janeiro.

Projeções da vazão natural e da evolução do armazenamento do aproveitamento Hidrelétrico Três Marias.

A **Figura 7** apresenta, além das vazões médias mensais observadas (apresentados na **Figura 2**), as projeções de vazão natural média mensal (em m^3/s), obtidas a partir da previsão de precipitação, para o período de 11 a 20 de janeiro de 2022 (conforme apresentado na **Figura 6**) e os cenários de precipitação, de 21 de janeiro a 30 de abril de 2022. Para a obtenção das projeções da vazão natural média mensal foram considerados quatro diferentes cenários de precipitação: média histórica, 25% acima e abaixo da média e um cenário de precipitação igual ao ocorrido no período de janeiro a abril de 2014 (série mais crítica de precipitação do histórico, 1983-2020).

As simulações indicam que, *considerando um cenário de chuva na média histórica, a vazão média no período entre janeiro a abril de 2022 será de, aproximadamente, 1685 m^3/s , o que representa, em porcentagem, cerca de 53% acima da vazão média histórica desse período (1100 m^3/s)*. Esse valor hipotético é significativamente superior quando comparado a vazão média observada neste mesmo período do ano de 2021 (654 m^3/s).

Considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média, a vazão média na bacia neste mesmo período, seria em torno de 1417 m^3/s , equivalente a 29% acima da média histórica ao passo que para um cenário hipotético de chuvas 25% acima da média, a vazão média seria de 1979 m^3/s (180%). *É importante salientar que, mesmo considerando um cenário de chuvas abaixo da média histórica, o modelo PDM/CEMADEN indica vazões acima da média para esta bacia, durante esse período.*

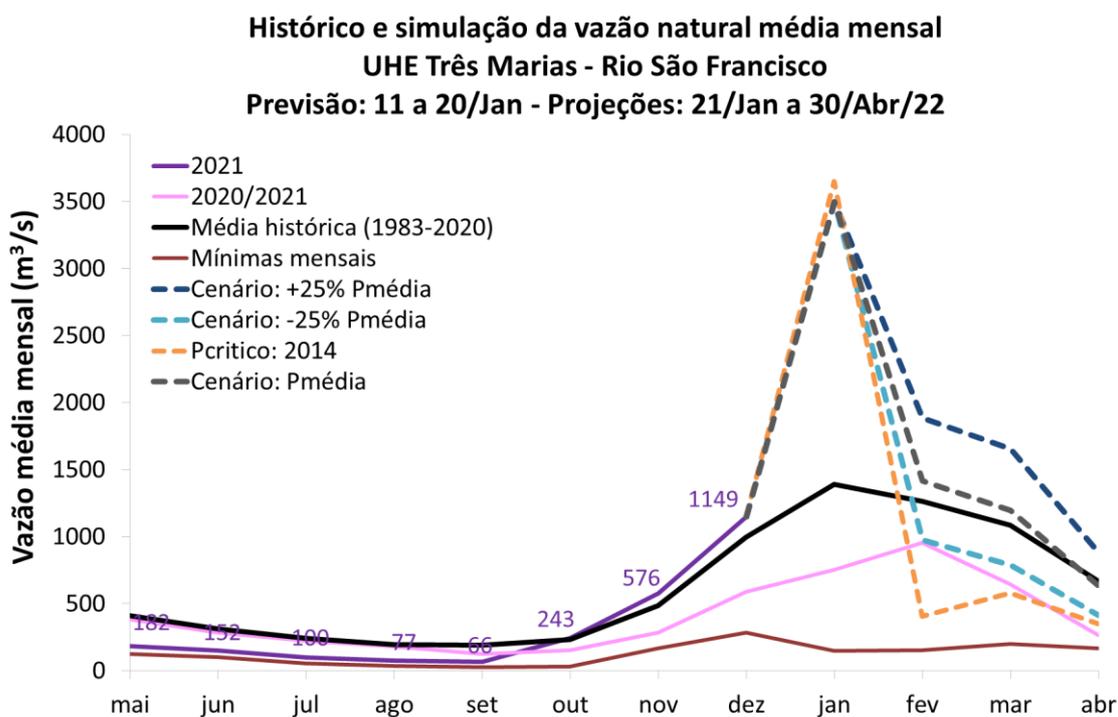


Figura 7. Histórico e simulação de vazão natural média mensal (em m^3/s) para o aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias (linhas tracejadas) considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza) e 25% acima da média climatológica (azul escuro); e precipitação igual ao ocorrido entre janeiro a abril de 2014, representando período mais crítico da média histórica (laranja). As linhas espessas representam as vazões médias mensais observadas de acordo com o ONS: vazão média mensal para o período 1983-2020 (preto); vazão mínima média mensal para o período 1983-2020 (marrom); vazão média mensal de maio de 2020 a abril de 2021 (magenta); e vazão média mensal de maio a dezembro de 2021 (roxo).

A **Figura 8** exibe as projeções da evolução diária do volume armazenado no reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias usando a previsão e projeção de vazões, **Figura 6 e Figura 7** respectivamente, e considerando uma defluência média de $2380 m^3/s$ para o período de 11 a 31 de janeiro de 2022, conforme divulgado pela ANA/CEMIG/ONS². Para simular o reservatório durante os meses de fevereiro a abril de 2022 foi utilizado, em nossas simulações, o valor de vazão defluente correspondente a $800 m^3/s$, valor médio praticado pelo ONS em anos de cheia anteriores na bacia.

Considerando um cenário hipotético de precipitação na média histórica, as projeções indicam que o volume armazenado no reservatório de Três Marias poderá chegar ao final do horizonte de projeção (abril de 2022) com aproximadamente 93% do seu volume útil ($43.250 hm^3$), valor superior ao volume útil armazenado no reservatório no mesmo período de 2021 (70%). Para os

² <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx#outorgasana>

cenários de chuvas 25% inferior e superior à média histórica, as projeções indicam, para o final do horizonte de projeções, valores de volume útil correspondente a 76% e 100% do armazenamento total do reservatório, respectivamente. Ressalta-se que, em todos os cenários hipotéticos, as simulações mostram que o reservatório estaria em 30 de abril de 2022, na faixa de operação “Normal” (armazenamento de 60% a 100%). É importante salientar que esse valor pode sofrer variações de acordo com o cronograma de defluência do ONS em virtude dos altos valores de vazões registrados na bacia, nos últimos dias.

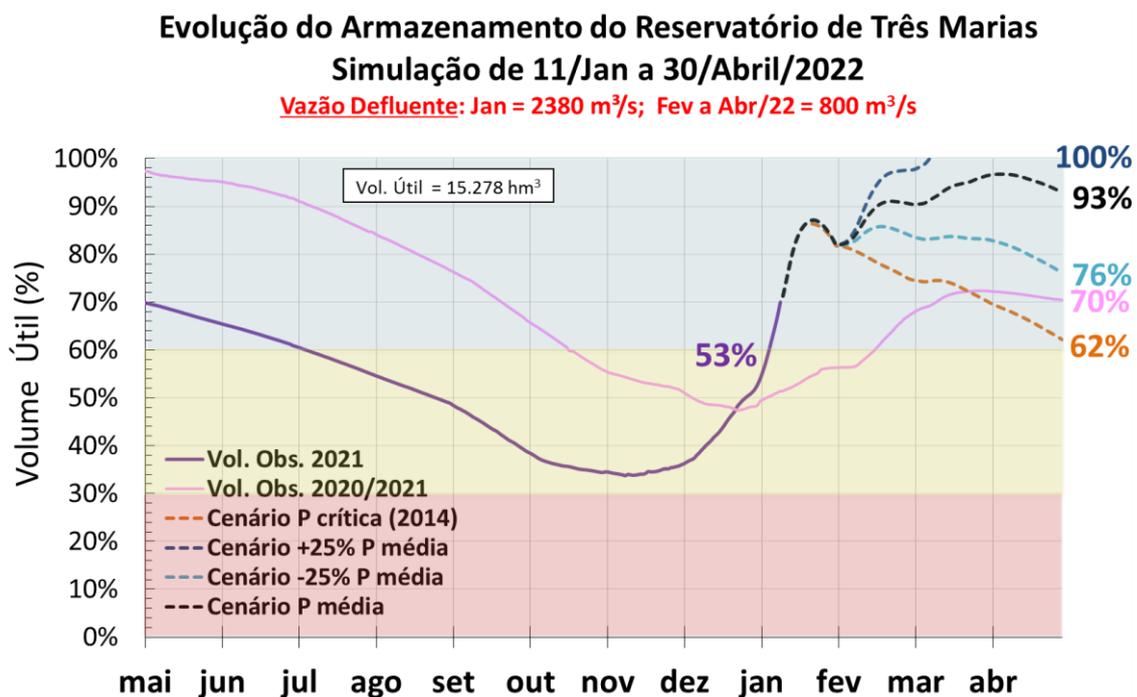


Figura 8. Histórico e simulação da evolução do armazenamento do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média (linha azul claro), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média (linha azul escuro) e série de precipitação crítica (2014) (linha laranja), considerando o volume útil (15.278 hm³) e uma defluência média de 2380 m³/s entre 11 a 31 de janeiro de 2022 e de 800 m³/s entre 01 de fevereiro a 30 de abril de 2022. As linhas sólidas representadas pelas cores roxa e magenta mostram, respectivamente, a evolução do armazenamento no período de maio a dezembro de 2021 e de maio de 2020 a abril de 2021.