

BOLETIM

Ano 05/ Nº 49

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

Diretor do Cemaden

Osvaldo 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

Karinne Deusdará-Leal

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, 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. Essa bacia vinha, ao longo dos anos de 2014 a 2019, passando por uma grave 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. Em função dos índices pluviométricos acima da média, observados na estação chuvosa de 2019-2020, aliado às medidas de regulação implementadas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o reservatório atingiu, em abril de 2020, sua capacidade máxima de armazenamento (100% de seu volume útil), chegando à necessidade de verter água (defluência de água sem que seja aproveitada para geração de energia elétrica). Isso fez com que o Cemaden suspendesse a publicação mensal do relatório, cujo monitoramento e previsões realizados para este reservatório tem como finalidade alertar a possibilidade de escassez hídrica. No entanto, durante a estação chuvosa de 2020-2021 foi observado, novamente, índices pluviométricos deficitários. Esse fato, aliado a finalização da estação chuvosa um mês antes do previsto, fez com que as vazões, bem como o nível do reservatório, reduzissem significativamente. Em função dessa atual crise hídrica, o Cemaden está retornando a publicação dos relatórios para esta bacia.

Durante a estação seca de 2021 (abril a setembro), a precipitação acumulada correspondeu ao valor de apenas 18% da média histórica do período e no mês de setembro de 2021 foi registrado uma precipitação equivalente a 18% da média histórica na bacia (50 mm). Considerando tais fatores e aliado às medidas de regulação implementadas pela ANA, o reservatório encontra-se com 39% do volume útil. Com relação às projeções, em um cenário de chuvas na média histórica para o período de outubro de 2020 a abril de 2022, se projeta uma vazão afluente ao reservatório na ordem de 72% do valor histórico e volume armazenado entre 60% e 52% para vazão defluente média (entre outubro a novembro de 2021) de 400 m³/s e 650 m³/s, respectivamente. Para a simulação do volume armazenado nos demais meses foram consideradas, em nossas simulações, valores aplicados em anos anteriores.

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

A precipitação média espacial, acumulada durante a estação seca de 2021, de abril a setembro, 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 34 mm, equivalente a 18% da média climatológica (1983-2020) para o período (185 mm). No mês de setembro de 2021, a precipitação média registrada na bacia foi de aproximadamente 9 mm, valor que representa 18% da média histórica para este período (50 mm) (**Figura 1**).

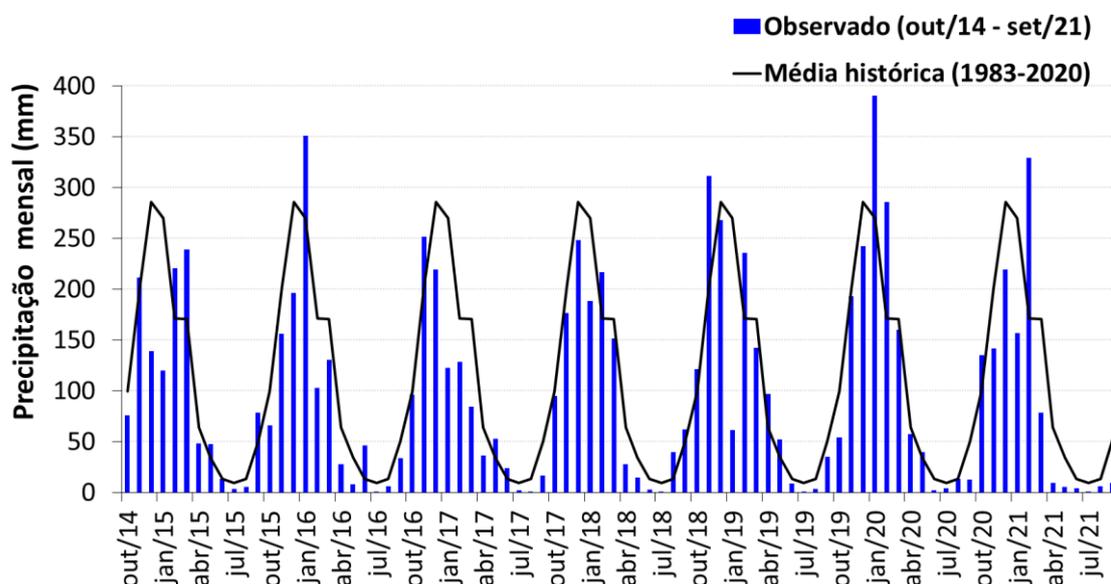


Figura 1. Precipitação mensal na bacia hidrográfica afluyente ao Aproveitamento hidrelétrico Três Marias (ano hidrológico: outubro-setembro).

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. Dessa forma, a vazão média em Três Marias, nos meses secos de maio a setembro de 2021, de acordo com os dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), foi 115m³/s, o que equivale a 44% da média histórica para o período seco, compreendido entre maio a outubro (264 m³/s). No mês de setembro de 2021 a vazão natural média foi 67 m³/s, 35% da vazão histórica média mensal, considerando o período de 1983-2020 (190 m³/s) (**Figura 2**). Ainda segundo o ONS, a vazão defluente média, para o mês de setembro, foi de 623 m³/s. O reservatório de Três Marias operou

¹ Vazão que existiria caso não houvesse interferência humana.

no dia 30 de setembro de 2021, com 39% do volume útil, indicando uma redução de aproximadamente 10% em relação ao volume útil do mês anterior, agosto de 2021 (**Figura 3**).

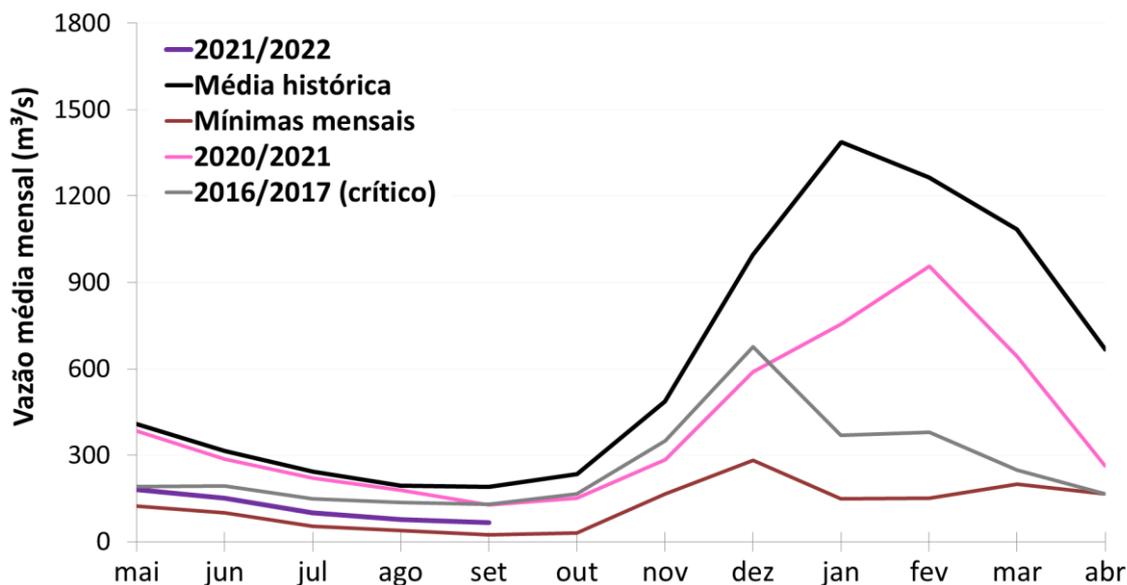


Figura 2. Vazões médias mensais (m^3/s) do Aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias. As linhas sólidas em preto e marrom correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais e às vazões mínimas mensais (absolutas), para o período 1983 – 2020 (MLT). As linhas roxa, magenta e cinza correspondem, respectivamente, às vazões naturais médias mensais de maio a setembro 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.

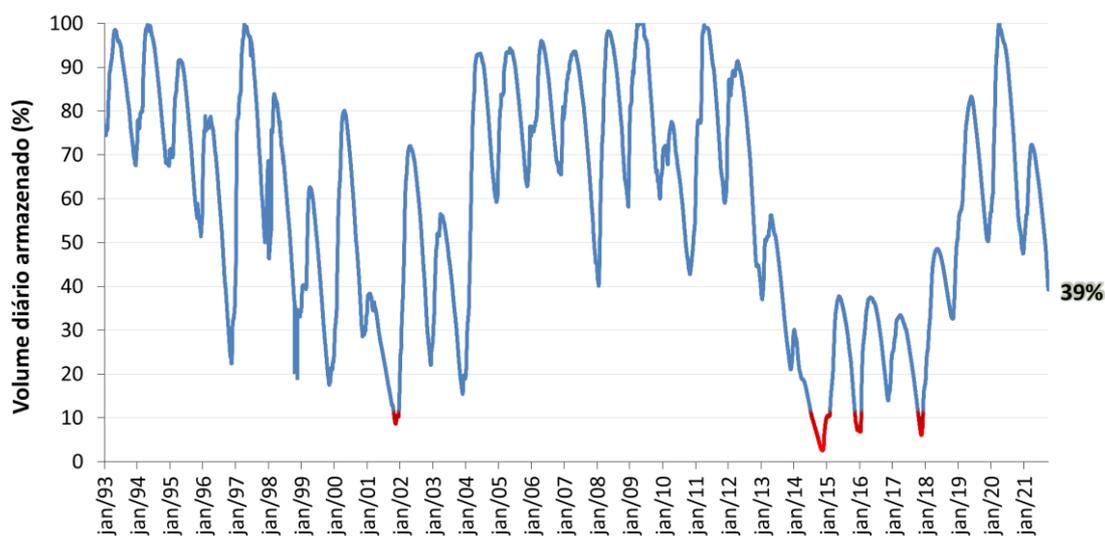


Figura 3. Evolução do volume diário armazenado do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias até 30 de setembro de 2021 (em porcentagem). Fonte dos dados: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios/ANA.

Previsão de chuva para os próximos dias

A região de cabeceira do rio São Francisco se encontra no final do período seco e transição para a estação chuvosa. Nesse período as chuvas ocorrem em forma de pancadas mal distribuídas. Assim, as previsões baseadas no modelo GENS/NOAA indicam que haverá previsão de chuva para os próximos 10 dias, o que é compatível com o cenário de transição para a estação chuvosa (**Figura 4**). As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na **Figura 5**, também indicam um cenário como ocorrência de precipitações na bacia.

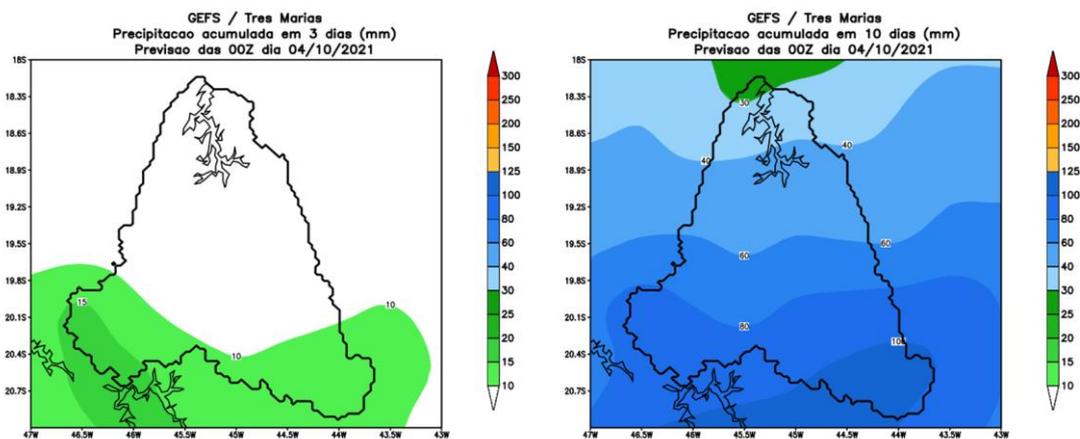


Figura 4. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias, segundo a previsão do modelo numérico GENS/NOAA. A área da bacia de captação do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias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

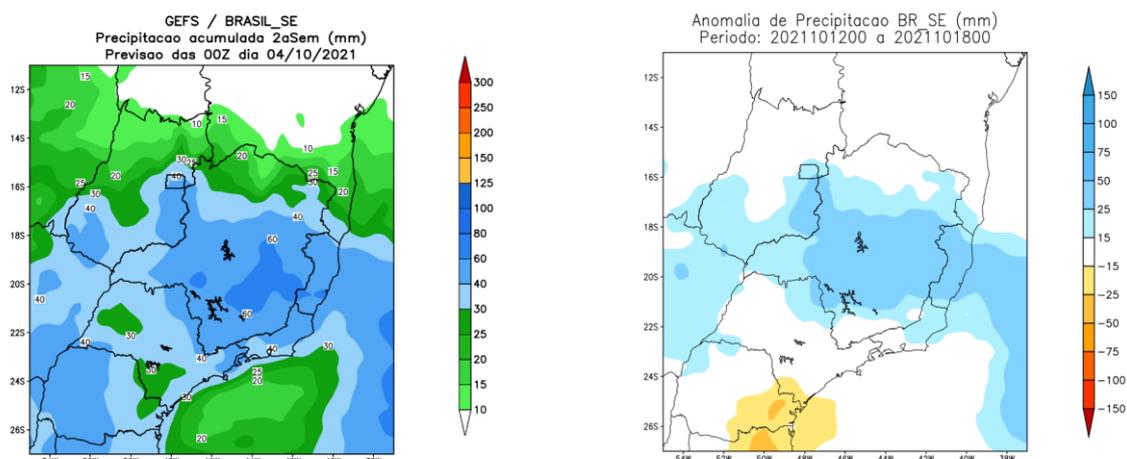


Figura 5 -Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GEFS/NCEP/NOAA.

Previsão de vazão para os próximos dias

Na **Figura 6** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (24 de setembro a 03 de outubro) e previstas (04 a 13 de outubro de 2021) dos 31 membros de previsão de precipitação do modelo GFS/NOAA (barras coloridas) e a média destes, cujo total é de 74 mm (barras verticais vermelhas). A **Figura 6** (inferior) exhibe as vazões diárias observadas (linha preta) para o mesmo período, de 24 de setembro a 03 de outubro, e os 31 membros de previsão de vazão (linhas tracejadas coloridas), assim como a média destes entre 04 a 13 de outubro de 2021 (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, $113 \text{ m}^3/\text{s}$, valor superior ao observado no dia 03 de outubro de 2021 ($63 \text{ m}^3/\text{s}$). Considerando uma defluência em torno de $650 \text{ m}^3/\text{s}$ (Caso 1) e de $400 \text{ m}^3/\text{s}$ (Caso 2) no mês de outubro, conforme divulgado na Reunião de Acompanhamento da Operação do Sistema Hídrico do rio São Francisco (realizada no dia 05 de outubro de 2021), para os próximos dias o volume armazenado no Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias propende para uma redução.

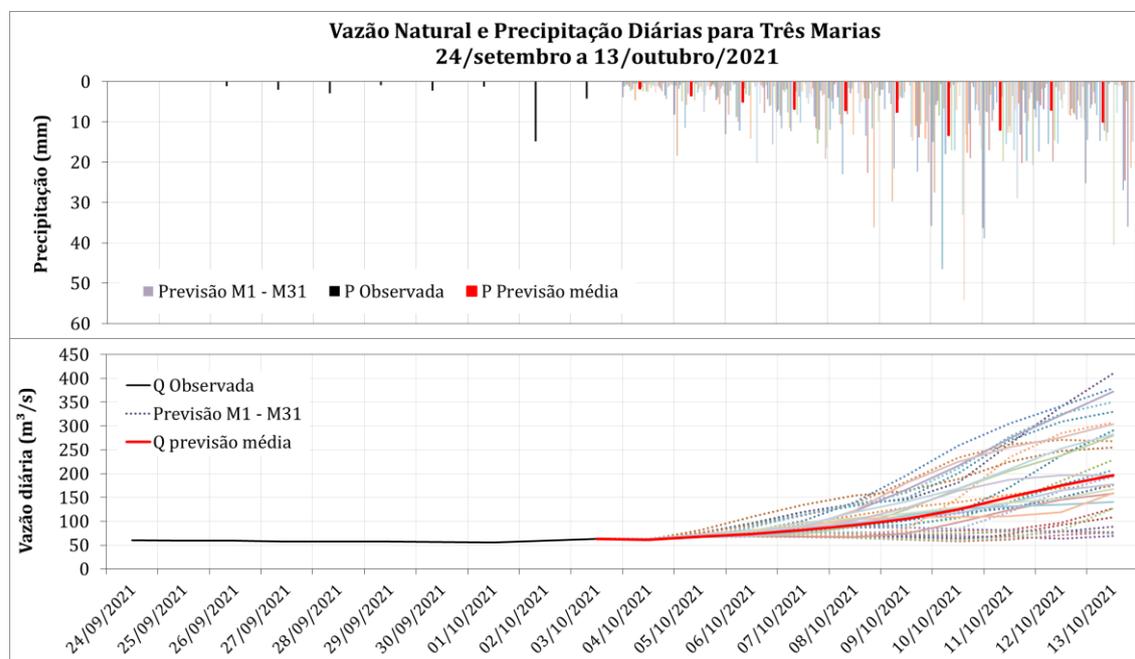


Figura 6. Vazão natural (Q) e precipitação (P) diárias para o Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial observada, as barras coloridas representam os valores dos 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA 50x50 km 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.

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 04 a 13 de outubro de 2021 (conforme apresentado na **Figura 6**) e os cenários de precipitação de 14 de outubro de 2021 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 outubro de 2013 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 outubro de 2021 a abril de 2022 será de, aproximadamente, $337 m^3/s$, o que representa, em porcentagem, cerca de 72% da vazão média histórica desse período ($632 m^3/s$). Esse valor é superior quando comparado a vazão média registrada neste mesmo período do ano de 2020 (59%). No entanto, considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média, a vazão média na bacia neste mesmo período, será em torno de $379 m^3/s$, equivalente a 43% da média histórica.

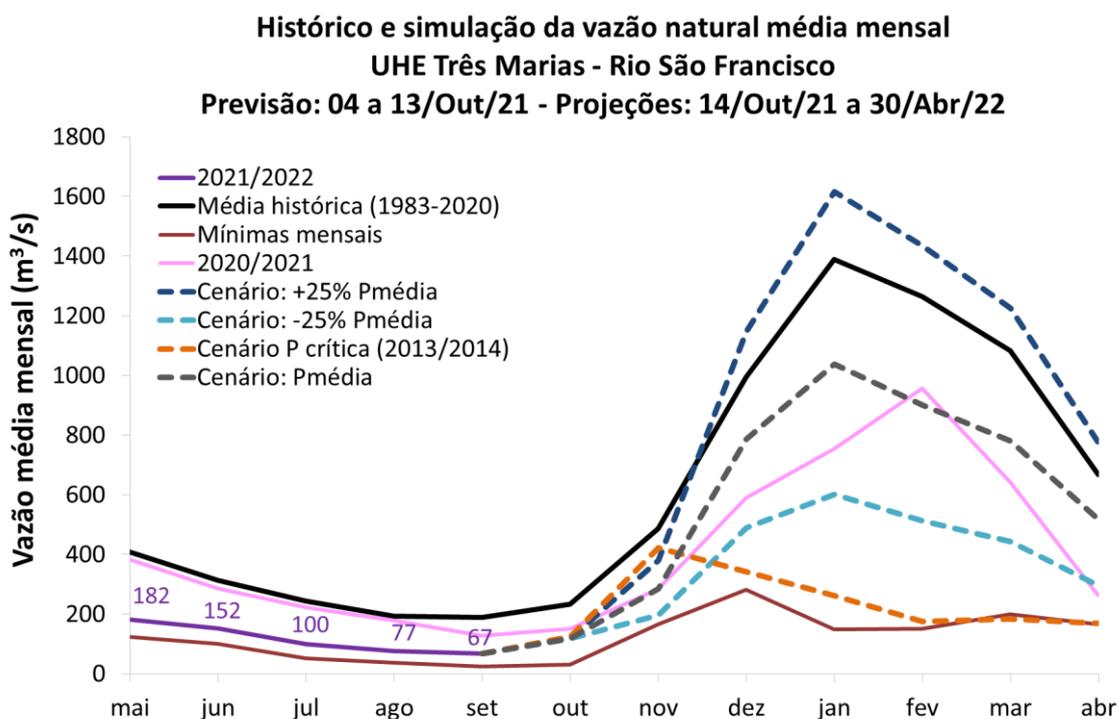


Figura 7. Histórico e simulação de vazão natural média mensal (em m^3/s) para o aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias (linhas tracejadas) considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza) e 25% acima da média climatológica (azul escuro); e precipitação igual ao ocorrido entre outubro de 2013 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 maio de 2020 a abril de 2021 (magenta); e vazão média mensal de maio a setembro 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 das **Figura 6 e Figura 7** respectivamente, e considerando uma defluência média de 400 m³/s para o período de outubro a novembro de 2021, conforme divulgado pela ANA/CEMIG/NOS, para atendimento das restrições de defluências máximas médias estabelecido nas curvas de segurança (ONS NT 0113/2020). Entre o período de dezembro de 2021 a abril de 2022 foram utilizados os valores de defluências aplicados no mesmo período dos anos anteriores (dezembro de 2020 a abril de 2021): dezembro = 743 m³/s; janeiro = 323 m³/s; fevereiro = 293 m³/s; março = 302 m³/s e abril = 352 m³/s. Nestas simulações de projeção de armazenamento também foram incorporadas as captações outorgadas pela ANA² no reservatório Três Marias (em valores médios mensais).

Segundo as projeções, no cenário de precipitação na média histórica, o reservatório, estará em 30 de abril de 2022 com, aproximadamente, 60% do volume útil, limite entre a faixa de operação “Normal” (de 60% a 100% de armazenamento) e “Atenção” (de 30% a 60% de armazenamento), valor inferior quando comparado ao mesmo período de 2020 (70%). Adicionalmente, considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média histórica, o modelo indica um volume útil da ordem de 31% ao final horizonte de projeção, ainda na faixa de operação “atenção”. É importante salientar que esse valor pode sofrer variações de acordo com o cronograma de defluência do ONS.

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

Evolução do Armazenamento do Reservatório de Três Marias Simulação de 04/Octubro a 30/Abril/2022

Vazão Defluente: Out e Nov/21= 400 m³/s; Dez/21= 743 m³/s; Jan/22= 323 m³/s;
Fev/22 = 293 m³/s; Mar/22 = 302 m³/s; Abr/22 = 352 m³/s

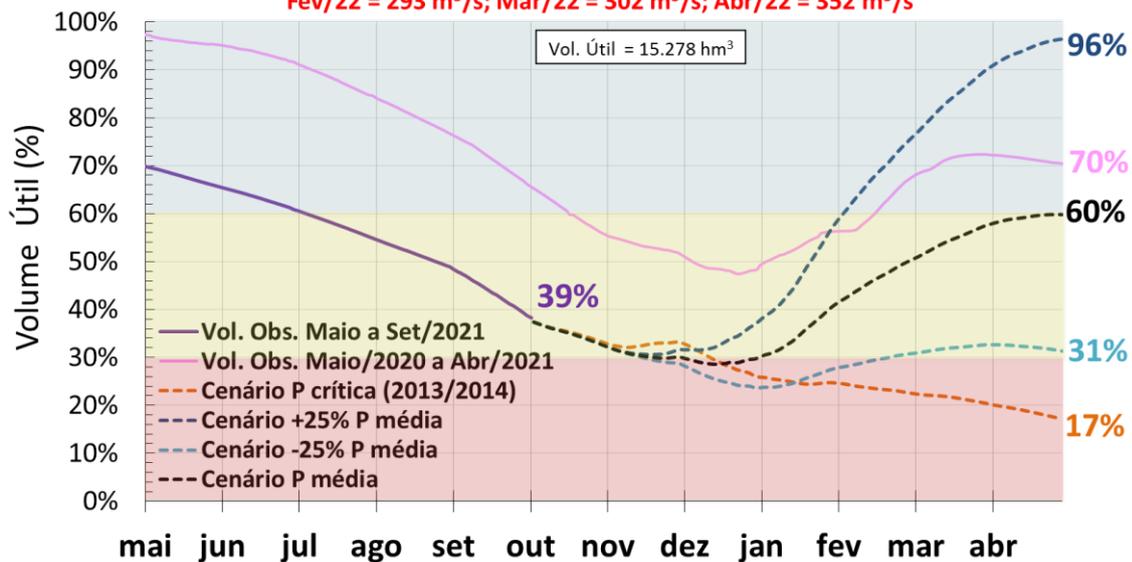


Figura 8. Histórico e simulação da evolução do armazenamento do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média (linha azul claro), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média (linha azul escuro) e série de precipitação crítica (2013/2014) (linha laranja), considerando o volume útil (15.278 hm³) e uma defluência média de 400 m³/s entre os meses de outubro a novembro de 2021 (conforme divulgado pela ANA/CEMIG/NOS). Para o período entre dezembro de 2021 a abril de 2022 foram utilizados valores médios de defluência aplicada nos anos anteriores (dezembro de 2020 a abril de 2021). As linhas sólidas representadas pelas cores roxa e magenta mostram, respectivamente, a evolução do armazenamento no período de maio a setembro de 2021 e de maio de 2020 a abril de 2021.

A **Figura 9** também exibe as projeções da evolução diária do volume armazenado no reservatório do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias, porém considerando uma defluência média de 650 m³/s para o período de outubro a novembro de 2021 (conforme divulgado pela ANA/CEMIG/NOS), uma vez que, devido a necessidades hidroenergéticas do Sistema Interligado Nacional - SIN, existe a possibilidade de ser praticado na UHE Três Marias a defluência máxima média mensal flexibilizada pela Câmara de Regras Excepcionais para Gestão Hidroenergética (CREG) na reunião do dia 31 de agosto de 2021, instituída pela Medida Provisória nº 1.055/2021 de forma a fortalecer a governança para o enfrentamento da crise hídrica vivenciada no País em 2021. As demais condições para a simulação da projeção do volume armazenado no reservatório de Três Marias permanecem as mesmas que já apresentadas anteriormente.

Segundo as projeções, no cenário de precipitação na média histórica, o reservatório, estará em 30 de abril de 2022 com, aproximadamente, 52% do volume útil (faixa de operação "Atenção"). No

entanto, considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média histórica, o modelo indica um volume útil da ordem de 23% ao final horizonte de projeção, na faixa de operação “Restrição” (de 0 a 30% de armazenamento).

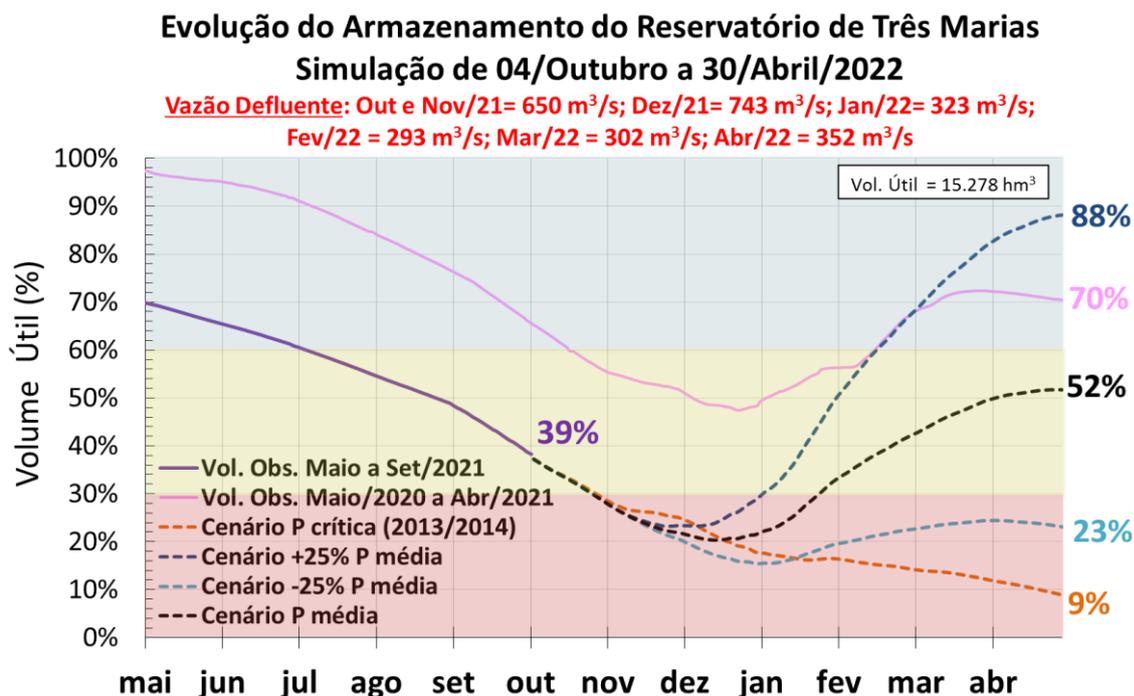


Figura 9. Histórico e simulação da evolução do armazenamento do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média (linha azul claro), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média (linha azul escuro) e série de precipitação crítica (2013/2014) (linha laranja), considerando o volume útil (15.278 hm³) e uma defluência média de 650 m³/s entre os meses de outubro a novembro de 2021 (conforme divulgado pela ANA/CEMIG/NOS). Para o período entre dezembro de 2021 a abril de 2022 foram utilizados valores médios de defluência aplicada nos anos anteriores (dezembro de 2020 a abril de 2021). As linhas sólidas representadas pelas cores roxa e magenta mostram, respectivamente, a evolução do armazenamento no período de maio a setembro de 2021 e de maio de 2020 a abril de 2021.