

Janeiro de 2022

Ano 06/ Nº 53

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

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.

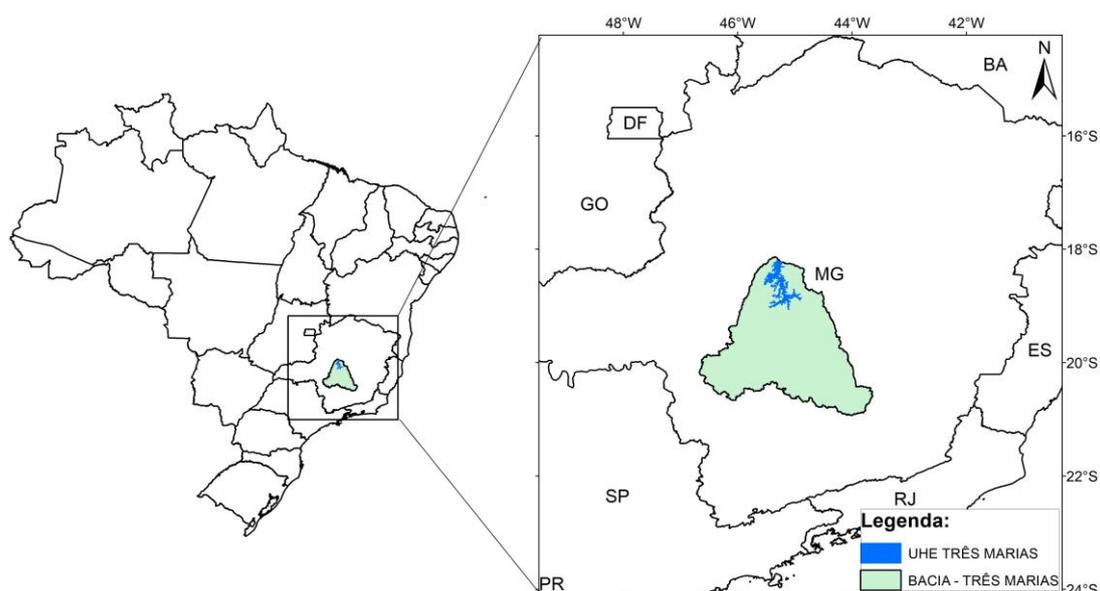


Figura 1. Mapa de localização da bacia de drenagem da Usina hidroelétrica (UHE) Três Marias.

Esta edição do boletim traz um resumo da situação referente aos meses chuvosos de outubro de 2021 a janeiro de 2022, e projeções hidrológicas de fevereiro a setembro de 2022. Em janeiro de 2022, foram registrados 540 mm de precipitação nesta bacia hidrográfica, valor 102% superior à média histórica (267 mm), e a vazão foi 3812 m³/s, valor 178% superior à média histórica do mês (1372 m³/s). O reservatório de Três Marias operou no final de janeiro de 2022 com 88% de seu volume útil, aumento de 35% em relação ao mês anterior e situação melhor quando comparada ao mesmo período do ano de 2021 (56%).

A partir das previsões meteorológicas e hidrológicas, as simulações indicam que, no cenário de chuva na média histórica, a vazão afluente ao reservatório, no período de fevereiro a abril de 2022, seria 1355 m³/s, 36% acima da média histórica para este período (995 m³/s). Considerando um horizonte de tempo maior, fevereiro a setembro de 2022, para o mesmo cenário de chuvas, a vazão afluente alcançaria 664 m³/s, o que representa 123% da média histórica para este período (539 m³/s). Ainda considerando o cenário de precipitações na média histórica bem como a operação do reservatório, regulada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o modelo hidrológico projeta um armazenamento no sistema, no final dos meses de março e abril, de 2022 de 80% e 82%, respectivamente, na faixa de operação “Normal”. No entanto, no final do horizonte de projeções (setembro de 2022), o armazenamento poderá chegar a 53%, na faixa de operação “Atenção”. 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.

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 de 2021 a janeiro de 2022, 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 1296 mm, equivalente 151% da média deste período e 108% da média histórica para a estação chuvosa, compreendida entre outubro a março (1983-2020; 1201 mm). No mês de janeiro de 2022, a precipitação acumulada na bacia foi de aproximadamente 540 mm, valor 102% superior à média histórica para este período (267 mm) (**Figura 2**).

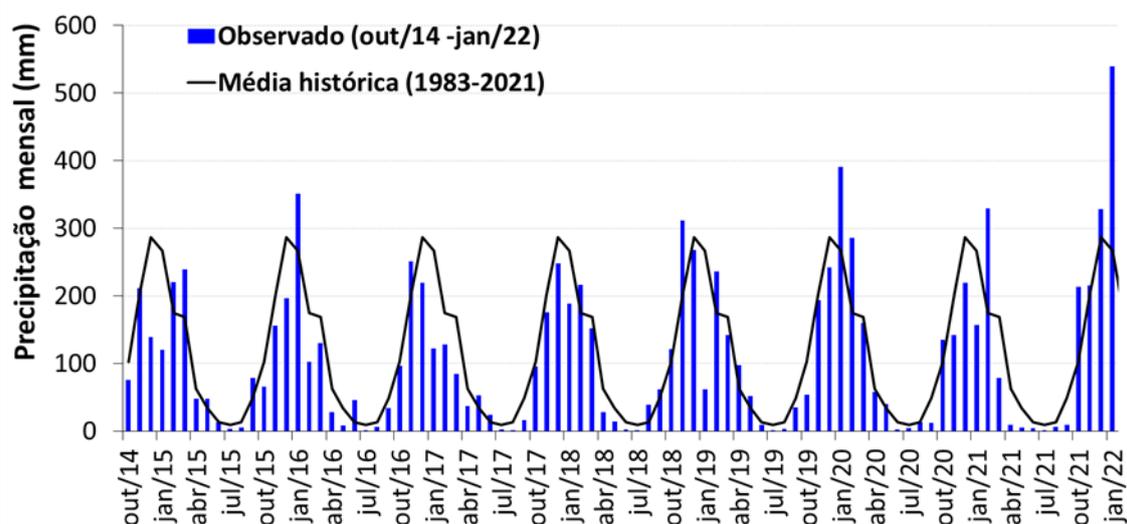


Figura 2. Precipitação mensal na bacia hidrográfica afluente ao Aproveitamento hidrelétrico Três Marias (ano hidrológico: outubro-setembro).

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 de novembro de 2021 a janeiro de 2022, de acordo com os dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a vazão média nesta bacia foi de 1844 m³/s. Esse valor é equivalente a 193% da média deste período e 189% da média histórica para a estação chuvosa (974 m³/s). No mês de janeiro de 2022, a vazão natural média foi

¹ Vazão que existiria caso não houvesse interferência humana.

3812 m³/s, correspondente a 178% acima da vazão histórica média mensal deste período (1372 m³/s) (**Figura 3**). Ainda segundo o ONS, a vazão defluente média, para o mês de janeiro, foi de 1748 m³/s. O reservatório de Três Marias operou no dia 31 de janeiro de 2022, com 88% do volume útil, indicando um aumento de 35% em relação ao mês anterior, e situação melhor em relação ao volume útil em 31 de janeiro de 2021 (56%) (**Figura 4**).

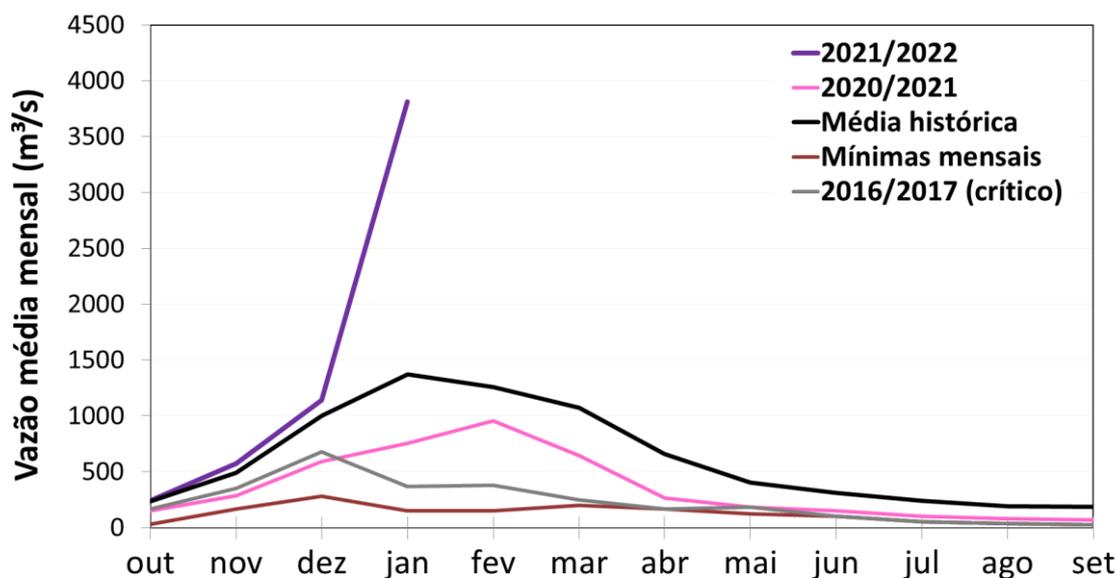


Figura 3. Vazões médias mensais (m³/s) do Aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias. As linhas sólidas em preto e marrom correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais e às vazões mínimas mensais (absolutas), para o período 1983 – 2021 (MLT). As linhas roxa, magenta e cinza correspondem, respectivamente, às vazões naturais médias mensais de outubro de 2021 a janeiro de 2022, de outubro de 2020 a setembro de 2021 e de outubro de 2016 a setembro de 2017, representando a série crítica do histórico neste período.

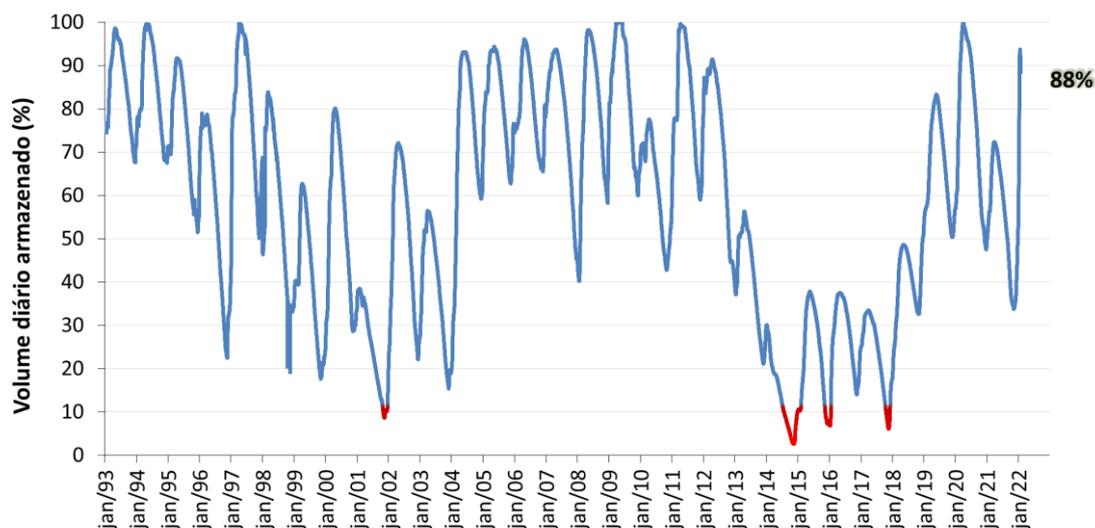


Figura 4. Evolução do volume diário armazenado do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias até 31 de janeiro de 2022 (em porcentagem). Fonte dos dados: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios/ANA.

Previsão de chuva para os próximos dias

A região de cabeceira do rio São Francisco se encontra ainda no auge do período chuvoso. As previsões baseadas no modelo GENS/NOAA indicam, para os próximos dias, chuvas abundantes e generalizadas, com acumulados pluviométricos totais superiores aos valores médios da época (**Figura 4**). As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na **Figura 5**, indicam também um cenário de chuvas generalizadas e superiores à média histórica da época.

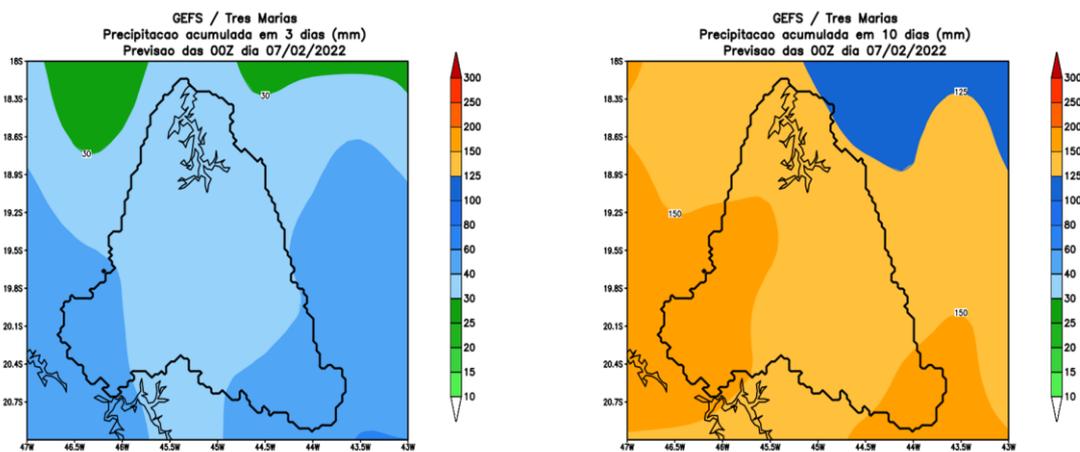


Figura 4. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias, segundo a previsão do modelo numérico GENS/NOAA. A área da bacia de captação do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias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

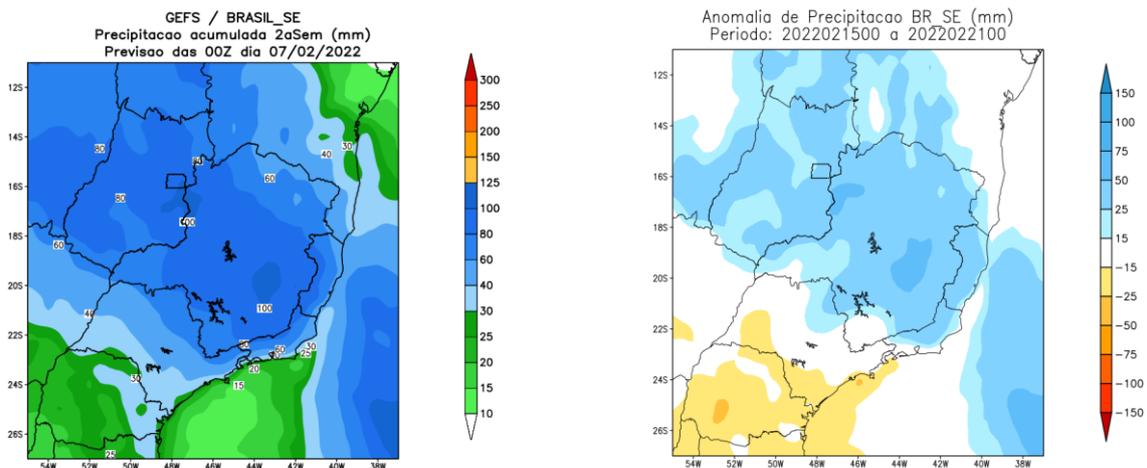


Figura 5 -Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GEFS/NCEP/NOAA.

Previsão de vazão para os próximos dias

Na **Figura 6** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (27 de janeiro a 06 de fevereiro de 2022) e previstas (07 a 16 de fevereiro 2022) dos 31 membros de previsão de precipitação do modelo GFS/NOAA (barras coloridas) e a média destes, cujo total é de 158 mm (barras verticais vermelhas). A **Figura 6** (inferior) exhibe as vazões diárias observadas (linha preta), os 31 membros de previsão de vazão (linhas tracejadas coloridas), assim como a média destes, de (linha vermelha), para o mesmo período.

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, 2612 m³/s. Considerando uma defluência em torno de 2200 m³/s durante fevereiro de 2022, conforme divulgado pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, para os próximos dias o volume armazenado no Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias tende para um aumento.

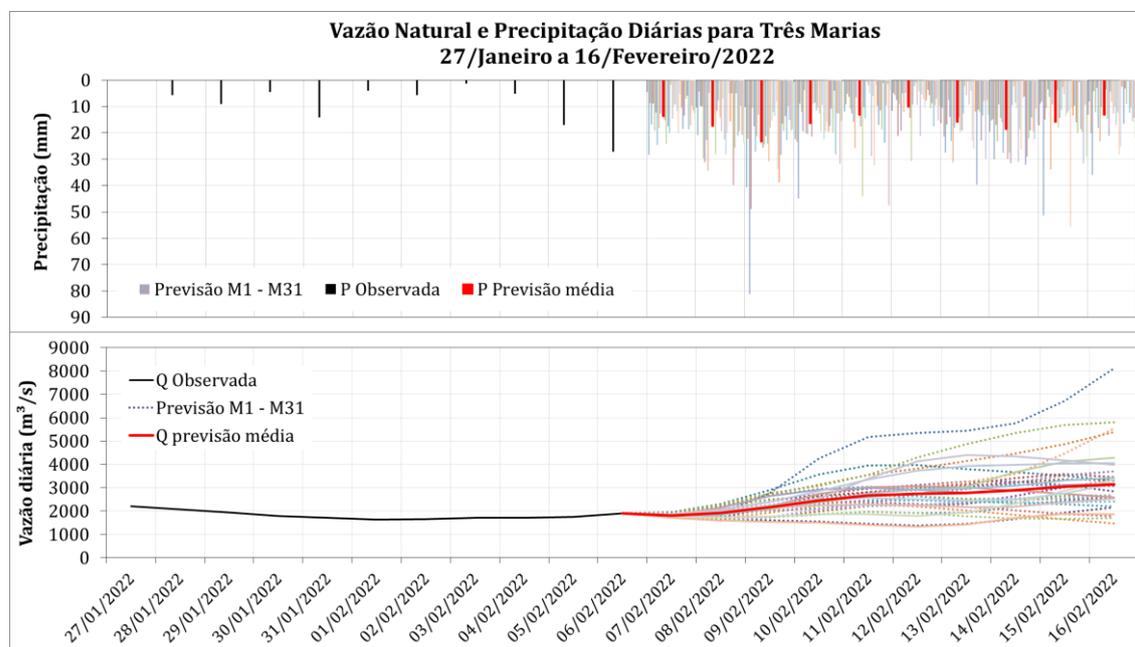


Figura 6. Vazão natural (Q) e precipitação (P) diárias para o Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial observada, as barras coloridas representam os valores dos 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA 50x50 km 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 07 a 16 de fevereiro de 2022 (conforme apresentado na **Figura 6**) e os cenários de precipitação, de 17 de fevereiro a 30 de setembro 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 fevereiro a setembro de 2014 (série mais crítica de precipitação do histórico, 1983-2021).

As simulações indicam que, considerando um cenário de chuva na média histórica, a vazão média no período entre fevereiro a abril de 2022 será de, aproximadamente, $1355 \text{ m}^3/\text{s}$, o que representa, em porcentagem, cerca de 36% acima da vazão média histórica desse período ($995 \text{ m}^3/\text{s}$). Esse valor hipotético é significativamente superior quando comparado a vazão média observada neste mesmo período do ano de 2021 ($621 \text{ m}^3/\text{s}$). Para um cenário de precipitações 25% abaixo da média, a vazão média na bacia neste mesmo período, seria em torno de $1175 \text{ m}^3/\text{s}$, equivalente a 18% acima da média histórica ao passo que para um cenário hipotético de chuvas 25% acima da média, a vazão média seria de $1547 \text{ m}^3/\text{s}$ (155%).

Considerando um horizonte de tempo maior, fevereiro a setembro de 2022, de acordo com as projeções, para o cenário de chuva na média histórica, a vazão afluyente seria em torno de $664 \text{ m}^3/\text{s}$, 23% superior à média histórica para este período ($539 \text{ m}^3/\text{s}$). Adicionalmente, para os cenários de precipitações 25% abaixo e acima da média histórica, as simulações apontam projeções de vazões da ordem de 107% ($577 \text{ m}^3/\text{s}$) e 141% ($758 \text{ m}^3/\text{s}$) da média histórica desse mesmo período, respectivamente. *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, entre o período de fevereiro a setembro de 2022.*

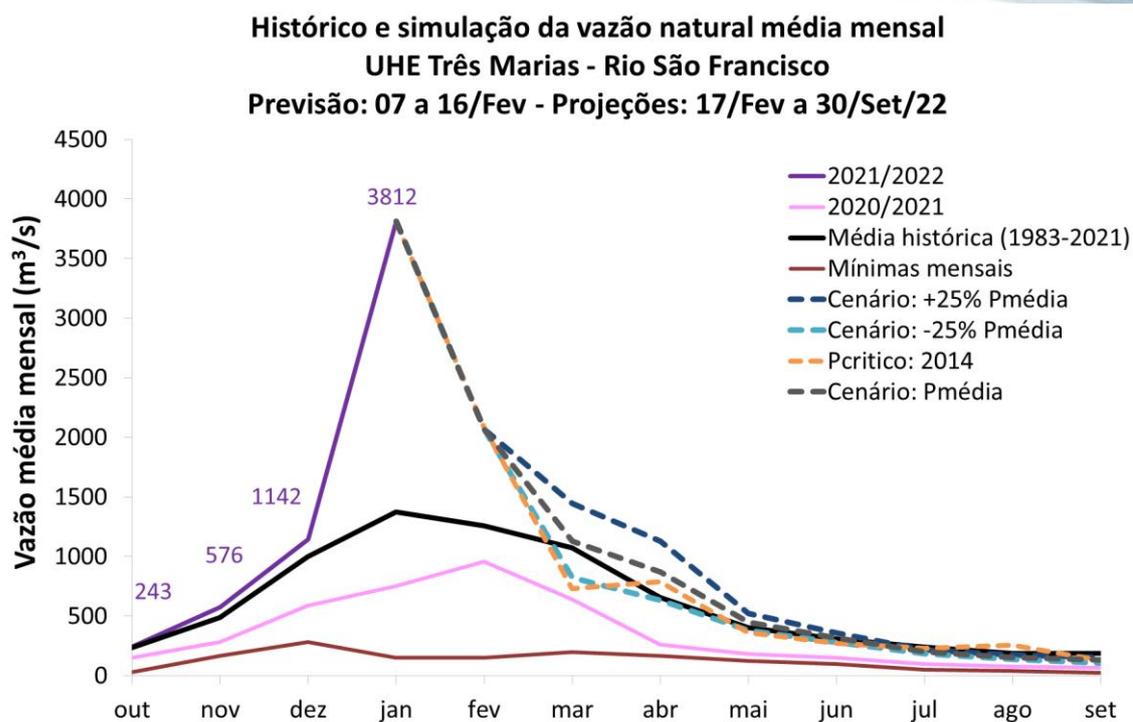


Figura 7. Histórico e simulação de vazão natural média mensal (em m³/s) para o aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias (linhas tracejadas) considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média histórica (cinza) e 25% acima da média climatológica (azul escuro); e precipitação igual ao ocorrido entre fevereiro a setembro 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 1983-2021 (preto); vazão mínima média mensal para o período 1983-2021 (marrom); vazão média mensal de outubro de 2020 a setembro de 2021 (magenta); e vazão média mensal de outubro de 2021 a janeiro de 2022 (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 2200 m³/s para fevereiro de 2022, conforme divulgado pela CEMIG. Para simular o reservatório durante os meses de março a setembro de 2022 foram utilizados, em nossas simulações, valores médios mensais de vazão defluente aplicados por ANA/CEMIG/ONS² no mesmo período do ano de 2020, quando também foram aplicadas políticas de vertimento da água: Mar = 1112 m³/s; Abr = 732 m³/s; Maio = 491 m³/s; Jun = 453 m³/s; Jul = 594 m³/s; Ago = 602 m³/s; e Set/22 = 700 m³/s.

Considerando um cenário hipotético de precipitação na média histórica, as projeções indicam que, o reservatório estaria no final dos meses de março e de abril de 2022 na faixa de operação “Normal” (armazenamento entre 60% a 100%) com armazenamento de 80% e 82%, respectivamente. Para os cenários de precipitação 25% abaixo e acima da média, o reservatório

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

estaria, ao final março de 2022 com 75% e 85% do volume útil, respectivamente, ao passo que para final de abril de 2022, os valores correspondentes de armazenamento seriam 73% e 91%, respectivamente, em todos os casos, na faixa de operação “Normal”.

No entanto, para um horizonte de tempo maior, e considerando os cenários hipotéticos de precipitação na média histórica e 25% abaixo da média, as projeções indicam que, o reservatório estaria no final do horizonte de projeções (setembro de 2022) na faixa de operação “Atenção” (armazenamento entre 30% a 60%), com 53% e 42% do seu volume útil, respectivamente. Por fim, para o cenário de precipitações 25% acima da média, as simulações apontam um volume armazenado de 65%, faixa de operação “Normal”. 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.

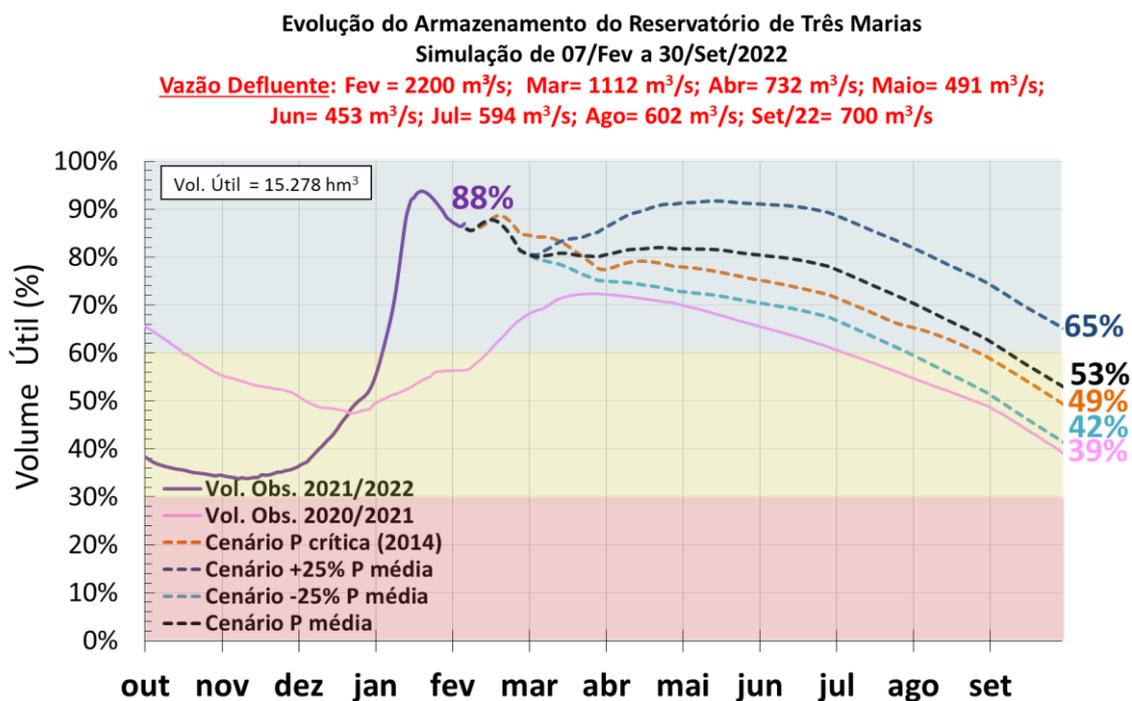


Figura 8. Histórico e simulação da evolução do armazenamento do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média (linha azul claro), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média (linha azul escuro) e série de precipitação crítica (2014) (linha laranja), considerando o volume útil (15.278 hm³) e uma defluência média de 2200 m³/s em fevereiro de 2022. Nos demais meses foi utilizada nas simulações, a defluência média mensal aplicada no mesmo período de 2020. As linhas sólidas representadas pelas cores magenta e roxa mostram, respectivamente, a evolução do armazenamento no período de outubro de 2020 a setembro de 2021 e de outubro de 2021 a janeiro de 2022.