

BOLETIM

Novembro/2021

Ano 05/ Nº 51

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, 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 afluyente 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.

Durante os meses chuvosos de outubro e novembro de 2021, a precipitação acumulada correspondeu a 36% da média histórica para a estação chuvosa, compreendida entre os meses de outubro a março (1198 mm). No mês de novembro de 2021 foram registrados 215 mm de precipitação, equivalente a 7% acima da média histórica na bacia (201 mm). O reservatório finalizou o mês com 36% do volume útil, aumento de 2% em relação ao mês anterior. Com relação às projeções, em um cenário hipotético de chuvas na média histórica para o período de dezembro de 2021 a abril de 2022, se projeta uma vazão afluyente ao reservatório na ordem de 92% do valor histórico e volume armazenado de 100% no final do horizonte de projeção (considerando uma defluência média de 150 m³/s).

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 e novembro 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 428 mm, equivalente a 36% da média histórica para a estação chuvosa, compreendida durante os meses de outubro a março (1983-2020; 1198 mm). No mês de novembro de 2021, a precipitação média registrada na bacia foi de aproximadamente 215 mm, valor 7% acima da média histórica para este período (201 mm) (**Figura 1**).

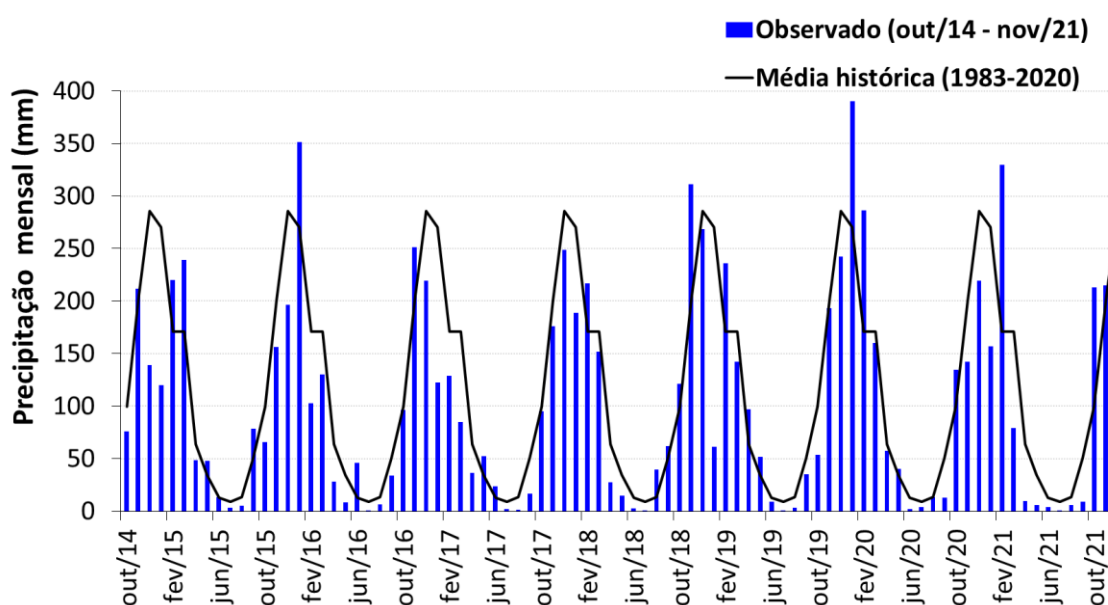


Figura 1. Precipitação mensal na bacia hidrográfica afluyente ao Aproveitamento hidrelétrico Três Marias (ano hidrológico: outubro-setembro).

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 (exceto chuvas acima da média histórica). Durante os meses secos de 2021, de maio a outubro, de acordo com os dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), a vazão média nesta bacia foi de 136 m³/s, o que equivale a um déficit de 48% em relação à média histórica para este período (264 m³/s). No mês chuvoso de novembro de 2021, a vazão natural média foi 553 m³/s, correspondente a 14% acima da vazão histórica média mensal deste período (486 m³/s) (**Figura 2**). Ainda segundo o ONS, a vazão defluente média, para o mês de novembro, foi de 461 m³/s. O reservatório de Três Marias

¹ Vazão que existiria caso não houvesse interferência humana.

operou no dia 30 de novembro de 2021, com 36% do volume útil, indicando um aumento de aproximadamente 2% em relação ao volume útil em 31 de outubro de 2021 (**Figura 3**).

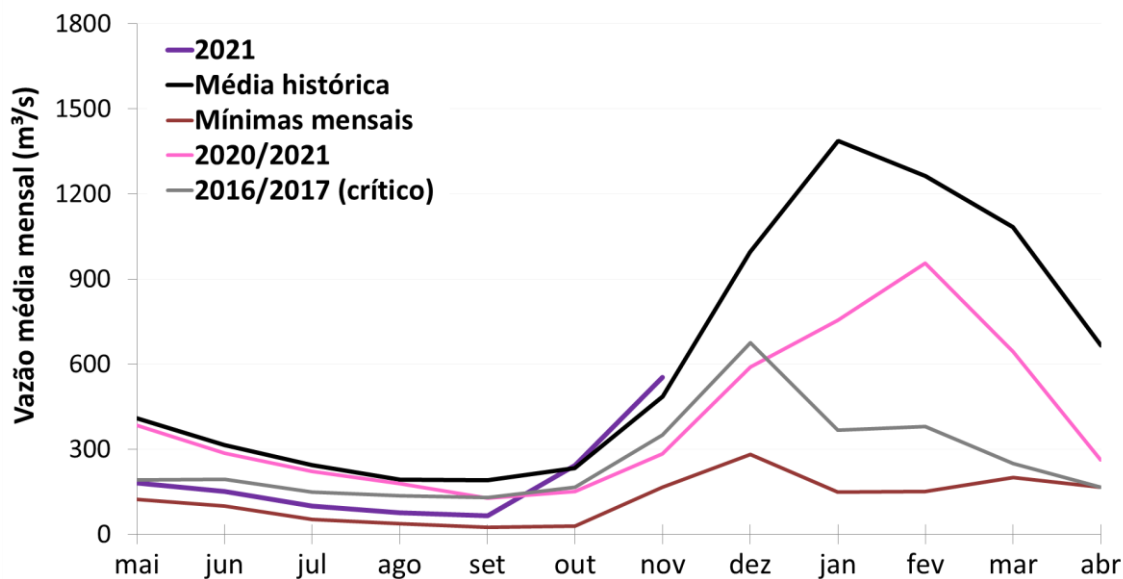


Figura 2. Vazões médias mensais (m^3/s) do Aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias. As linhas sólidas em preto e marrom correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais e às vazões mínimas mensais (absolutas), para o período 1983 – 2020 (MLT). As linhas roxa, magenta e cinza correspondem, respectivamente,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

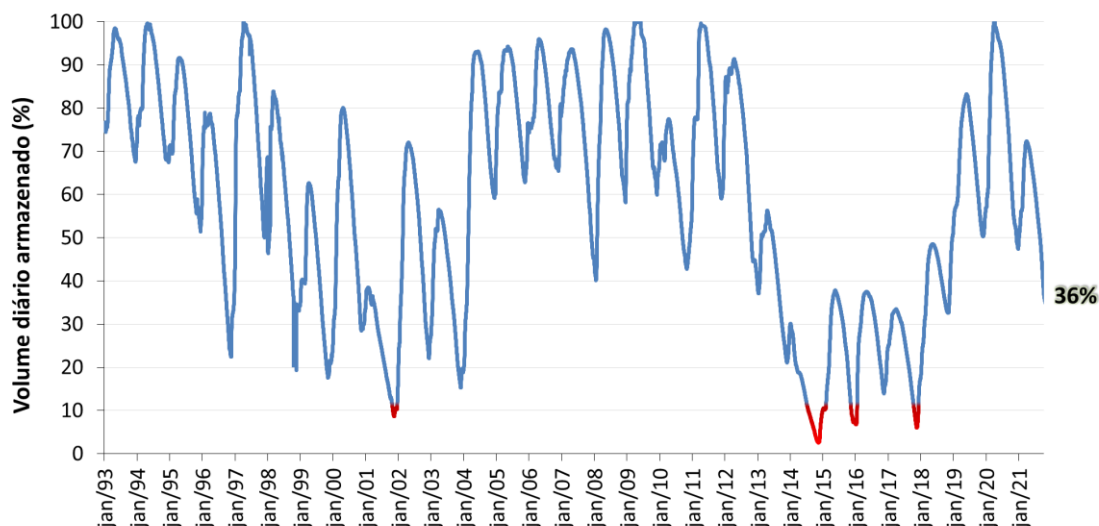


Figura 3. Evolução do volume diário armazenado do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias até 30 de novembro de 2021 (em porcentagem). Fonte dos dados: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios/ANA.

Previsão de chuva para os próximos dias

A região de cabeceira do rio São Francisco já se encontra dentro do período chuvoso. Em termos gerais, a transição entre a estação seca e a chuvosa ocorreu dentro da normalidade, inclusive apresentando volumes pluviométricos ligeiramente superiores à média. As previsões baseadas no modelo GENS/NOAA indicam alta probabilidade de chuva para os próximos 10 dias, embora as precipitações devam ser relativamente irregulares e com volumes totais inferiores à época. (**Figura 4**). As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na **Figura 5**, indicam um cenário de chuvas próximas à média histórica da época.

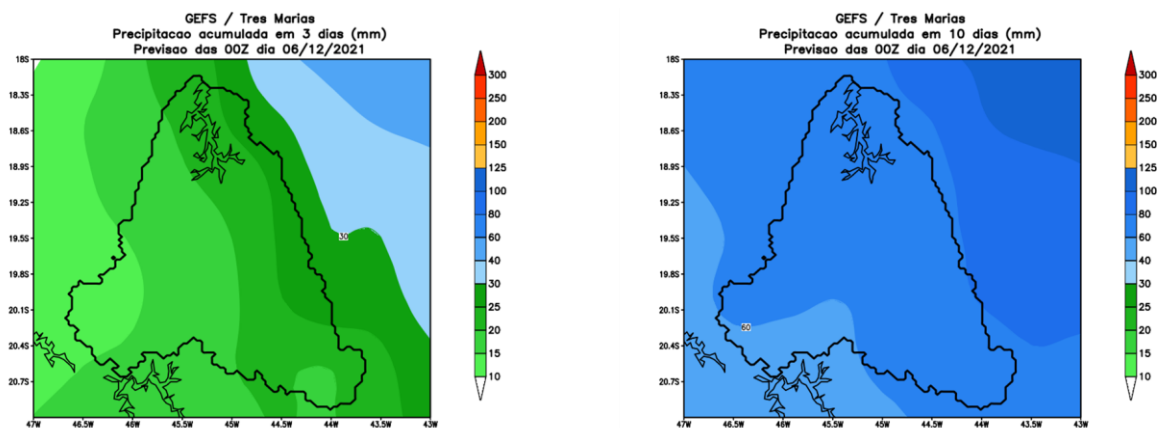


Figura 4. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias, segundo a previsão do modelo numérico GENS/NOAA. A área da bacia de captação do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias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

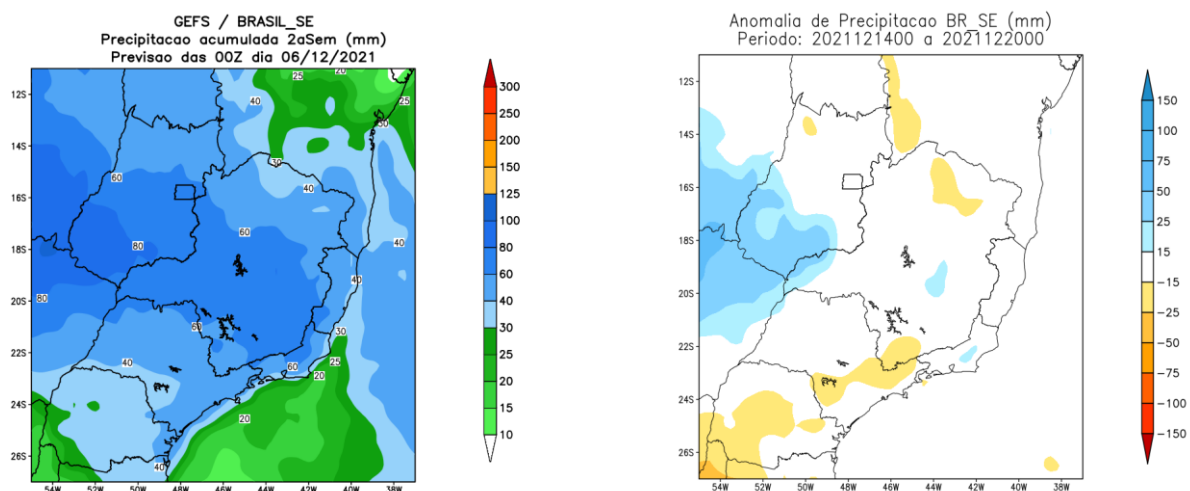


Figura 5 -Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GEFS/NCEP/NOAA.

Previsão de vazão para os próximos dias

Na **Figura 6** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (26 de novembro a 05 de dezembro de 2021) e previstas (06 a 15 de dezembro de 2021) dos 31 membros de previsão de precipitação do modelo GFS/NOAA (barras coloridas) e a média destes, cujo total é de 71 mm (barras verticais vermelhas). A **Figura 6** (inferior) exhibe as vazões diárias observadas (linha preta) para o mesmo período, de 26 de novembro a 05 de dezembro de 2021, e os 31 membros de previsão de vazão (linhas tracejadas coloridas), assim como a média destes entre 06 a 15 de dezembro 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, 688 m³/s. Considerando uma defluência em torno de 150 m³/s no mês de dezembro, conforme divulgado na Reunião de Acompanhamento da Operação do Sistema Hídrico do rio São Francisco (realizada no dia 07 de dezembro de 2021), para os próximos dias o volume armazenado no Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias tende para um aumento.

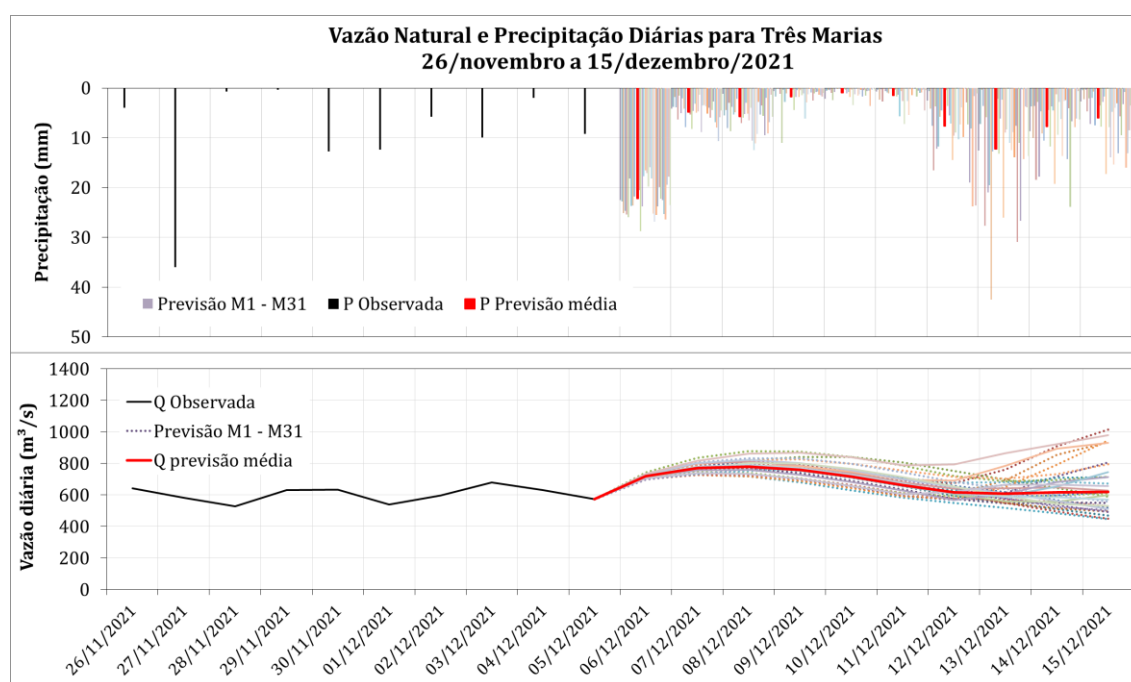


Figura 6. Vazão natural (Q) e precipitação (P) diárias para o Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial observada, as barras coloridas representam os valores dos 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA 50x50 km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

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 06 a 15 de dezembro de 2021 (conforme apresentado na **Figura 6**) e os cenários de precipitação de 16 de dezembro 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 dezembro de 2016 a abril de 2017 (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 dezembro de 2021 a abril de 2022 será de, aproximadamente, $988 m^3/s$, o que representa, em porcentagem, cerca de 92% da vazão média histórica desse período ($1079 m^3/s$). Esse valor hipotético é superior quando comparado á vazão média registrada neste mesmo período do ano de 2020/2021 (59%). Considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média, a vazão média na bacia neste mesmo período, seria em torno de $632 m^3/s$, equivalente a 59% da média histórica ao passo que para um cenário hipotético de chuvas 25% acima da média, a vazão média seria de $1469 m^3/s$ (136%). É importante salientar que, o cenário de precipitações 25% acima da média pode estar superestimado pelo modelo PDM/CEMADEN.

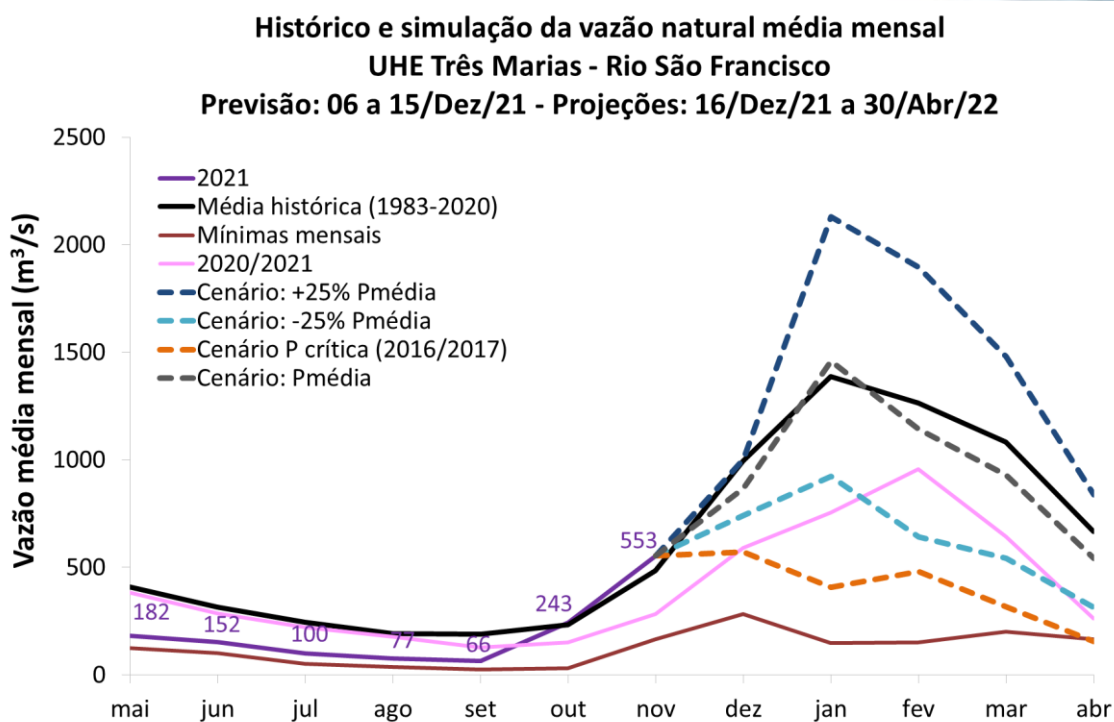


Figura 7. Histórico e simulação de vazão natural média mensal (em m³/s) para o aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias (linhas tracejadas) considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza) e 25% acima da média climatológica (azul escuro); e precipitação igual ao ocorrido entre dezembro de 2016 a abril de 2017, 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 novembro 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 150 m³/s para os meses de dezembro de 2021 e janeiro de 2022, conforme divulgado pela ANA/CEMIG/ONS². Essa defluência está de acordo com o atendimento das restrições de defluências máximas mensais estabelecidas pela Resolução ANA Nº 111 (Art 3º), na qual constam estabelecidas recomendações para a operação de reservatórios do SIN constantes no Plano de Contingência da ANA. Entre o período de fevereiro a abril 2022 também foi utilizado, em nossas simulações, uma defluência média de 150 m³/s, valor aplicado pelo ONS no ano de 2018, período que também foi verificado uma situação de crise hídrica nesta bacia.

Segundo as projeções, tanto no cenário hipotético de precipitação na média histórica quanto 25% acima da média, e as defluências acima explicitadas, o reservatório, atingiria, 100% do volume útil, aproximadamente, em 30 de abril de 2022, na faixa de operação "Normal"

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

(armazenamento de 60% a 100%) valor superior quando comparado ao observado no mesmo período de 2020 (70%). Considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média histórica, o modelo indica um volume útil da ordem de 70% ao final horizonte de projeção, também na faixa de operação “normal”. É importante salientar que esse valor pode sofrer variações de acordo com o cronograma de defluência do ONS.

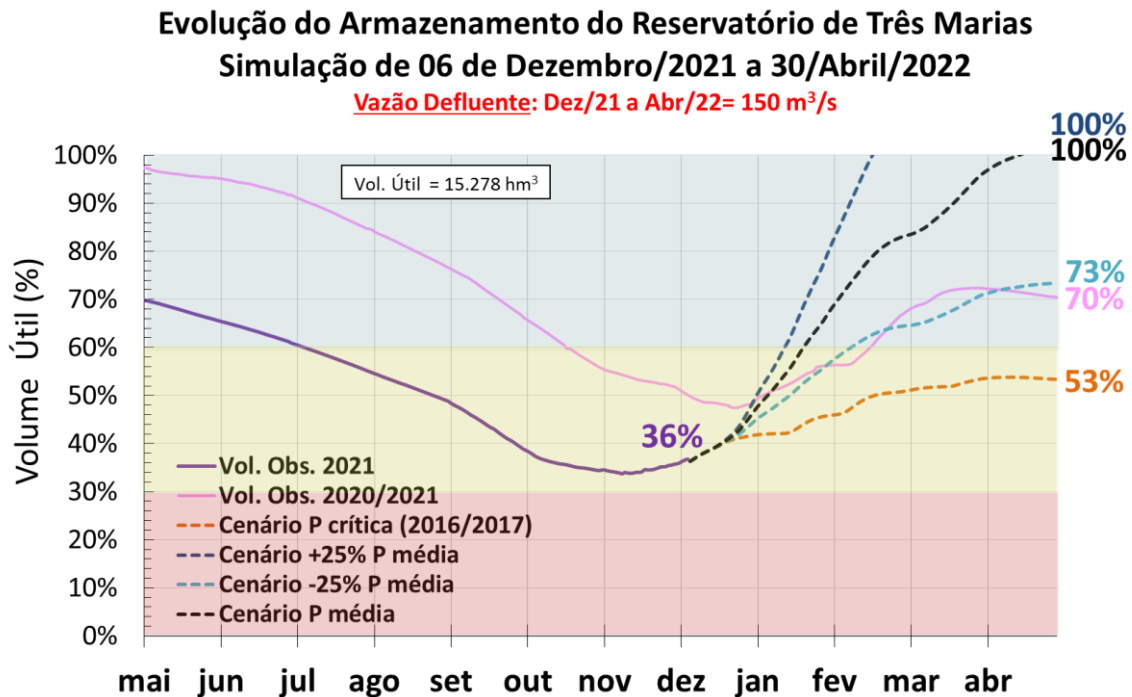


Figura 8. Histórico e simulação da evolução do armazenamento do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média (linha azul claro), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média (linha azul escuro) e série de precipitação crítica (2016/2017) (linha laranja), considerando o volume útil (15.278 hm³) e uma defluência média de 150 m³/s para dezembro de 2021 a abril de 2022. As linhas sólidas representadas pelas cores roxa e magenta mostram, respectivamente, a evolução do armazenamento no período de maio a novembro de 2021 e de maio de 2020 a abril de 2021.