

Outubro de 2021
Ano 05/ Nº 50

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 a estação seca de 2021 (abril a setembro), a precipitação acumulada correspondeu a 18% da média histórica (1983-2020). No mês de outubro de 2021, início da estação chuvosa na região Sudeste, foram registrados 211 mm de precipitação, equivalente a 113% acima da média histórica na bacia (99 mm). O reservatório finalizou o mês com 34% do volume útil, redução de 5% em relação ao mês anterior. Com relação às projeções, em um cenário hipotético de chuvas na média histórica para o período de novembro de 2020 a abril de 2022, se projeta uma vazão afluyente ao reservatório na ordem de 84% do valor histórico e volume armazenado de 99% no final do horizonte de projeção (considerando uma defluência média de 450 m³/s para novembro de 2021 e de 150 m³/s de dezembro de 2021 a 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 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 histórica (1983-2020). Isso corresponde a um déficit pluviométrico de 82%, durante a estação seca de 2021, em relação à média histórica, cujo valor é de 185 mm. No mês de outubro de 2021, início da estação chuvosa na região Sudeste, a precipitação média registrada na bacia foi de aproximadamente 211 mm, valor que representa 113% acima da média histórica para este período (99 mm) (Figura 1).

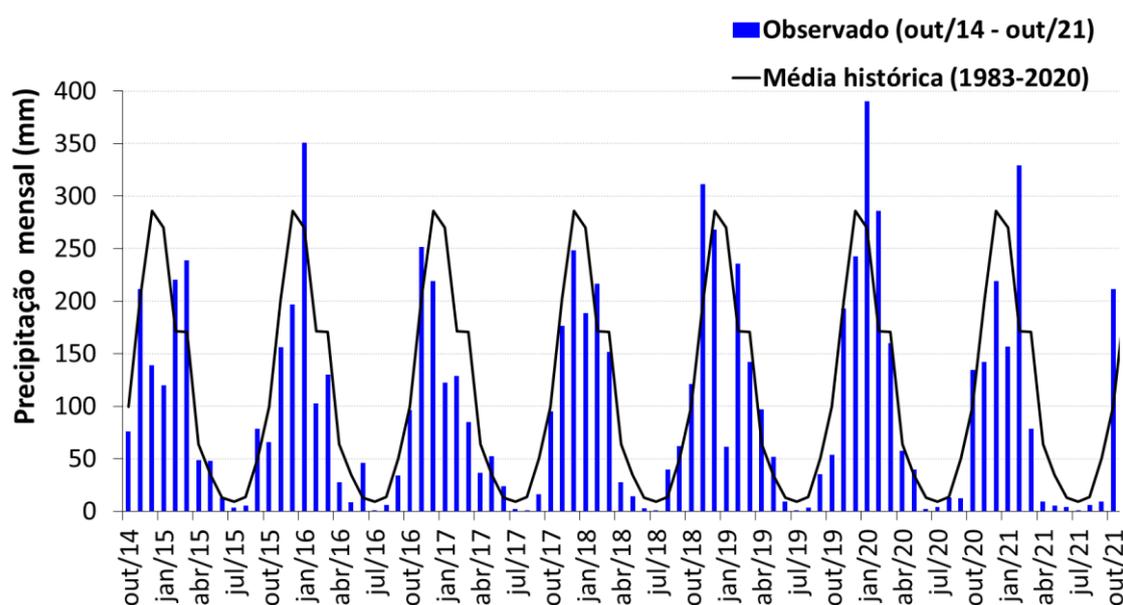


Figura 1. Precipitação mensal na bacia hidrográfica afluyente ao Aproveitamento hidrelétrico Três Marias (ano hidrológico: outubro-setembro).

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). Dessa forma, a vazão média em Três Marias, nos meses de maio a outubro de 2021, de acordo com os dados do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), foi 135m³/s, o que equivale a 51% da média histórica para este período (264 m³/s). No mês de

¹ Vazão que existiria caso não houvesse interferência humana.

outubro de 2021 a vazão natural média foi 233 m³/s, correspondente a 100% da vazão histórica média mensal, considerando o período de 1983-2020 (**Figura 2**). Ainda segundo o ONS, a vazão defluente média, para o mês de outubro, foi de 490 m³/s. O reservatório de Três Marias operou no dia 31 de outubro de 2021, com 34% do volume útil, indicando uma redução de aproximadamente 5% em relação ao volume útil em 30 de setembro de 2021 (**Figura 3**).

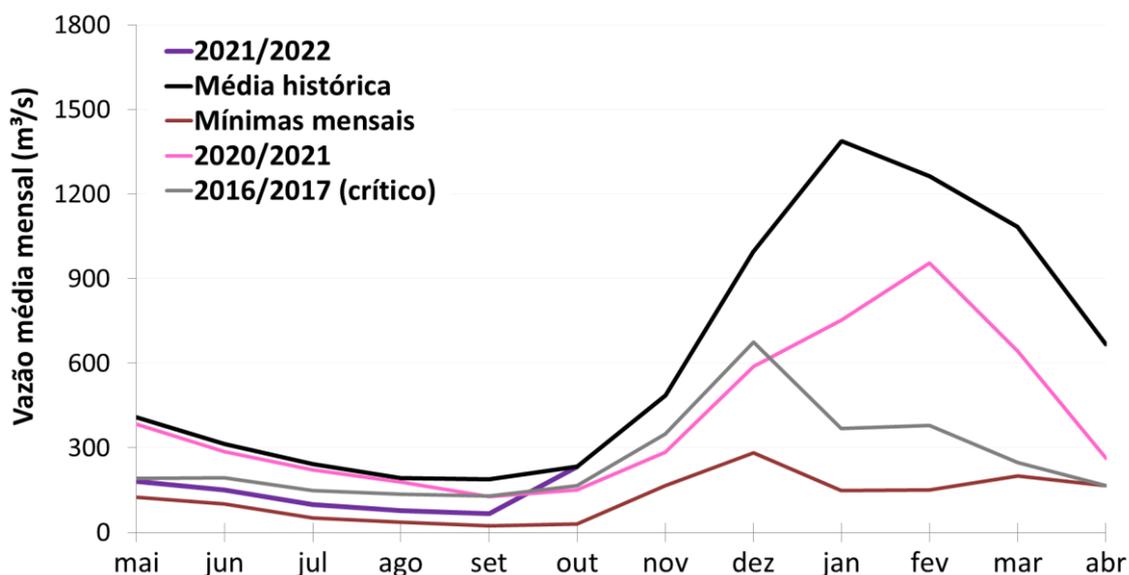


Figura 2. Vazões médias mensais (m³/s) do Aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias. As linhas sólidas em preto e marrom correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais e às vazões mínimas mensais (absolutas), para o período 1983 – 2020 (MLT). As linhas roxa, magenta e cinza correspondem, respectivamente, às vazões naturais médias mensais de maio a outubro 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.

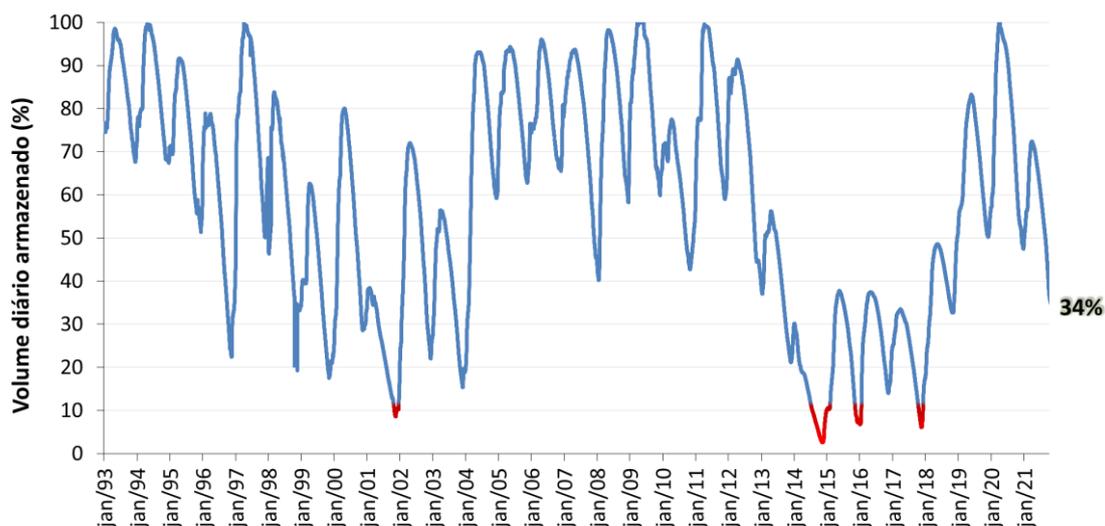


Figura 3. Evolução do volume diário armazenado do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias até 31 de outubro de 2021 (em porcentagem). Fonte dos dados: Sistema de Acompanhamento de Reservatórios/ANA.

Previsão de chuva para os próximos dias

A região de cabeceira do rio São Francisco encontra-se em avançado processo de transição para a estação chuvosa. Assim, as previsões baseadas no modelo GENS/NOAA indicam alta probabilidade de chuva nos próximos 10 dias. Essas precipitações serão mais intensas e generalizadas a partir dos dias 10-11 de novembro (**Figura 4**). As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na **Figura 5**, indicam um cenário de chuvas próximas ou superiores à média histórica da época.

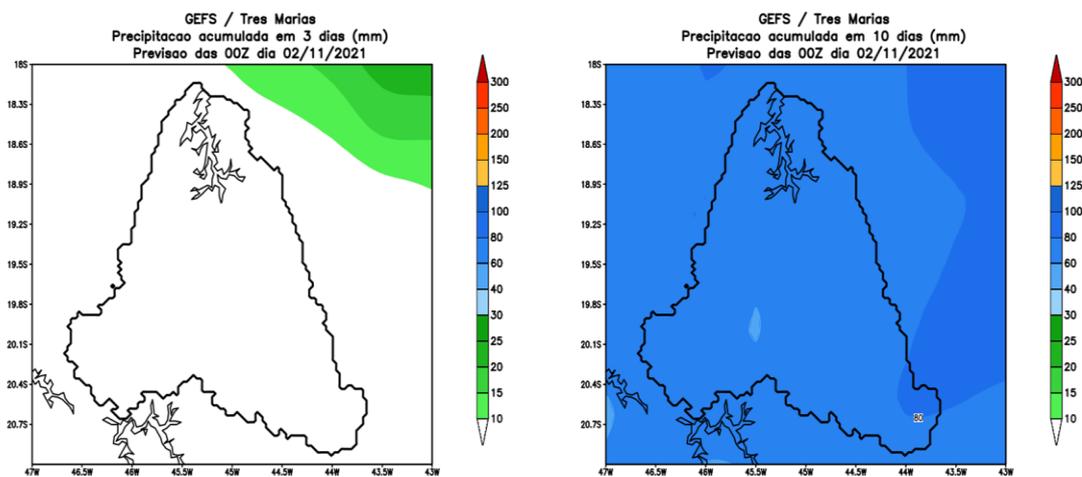


Figura 4. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias, segundo a previsão do modelo numérico GENS/NOAA. A área da bacia de captação do aproveitamento hidrelétrico de Três Marias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

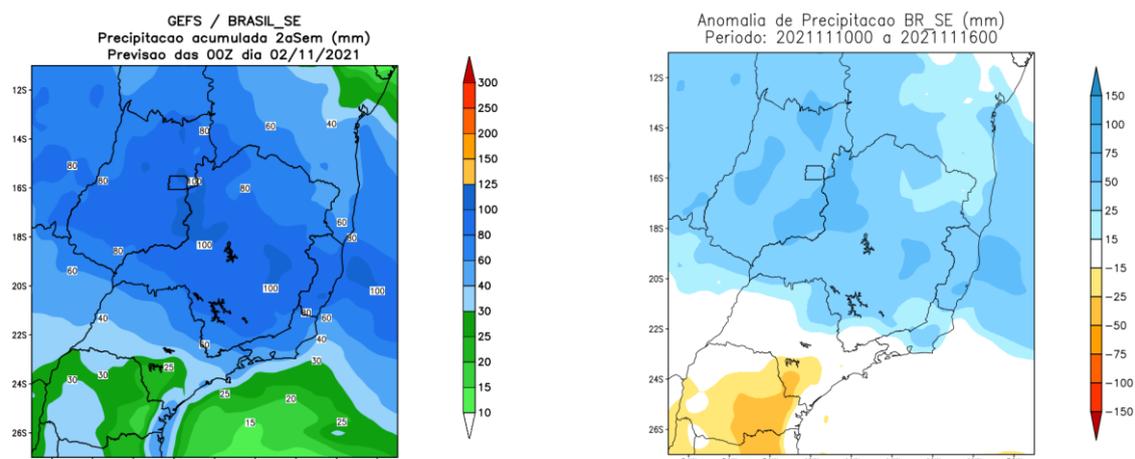


Figura 5 -Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GEFS/NCEP/NOAA.

Previsão de vazão para os próximos dias

Na **Figura 6** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (23 de outubro a 01 de novembro de 2021) e previstas (02 a 11 de novembro de 2021) dos 31 membros de previsão de precipitação do modelo GFS/NOAA (barras coloridas) e a média destes, cujo total é de 60 mm (barras verticais vermelhas). A **Figura 6** (inferior) exhibe as vazões diárias observadas (linha preta) para o mesmo período, de 23 de outubro a 01 de novembro de 2021, e os 31 membros de previsão de vazão (linhas tracejadas coloridas), assim como a média destes entre 02 a 11 de novembro 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, 406 m³/s, valor superior ao observado no dia 01 de novembro de 2021 (372 m³/s). Considerando uma defluência em torno de 450 m³/s no mês de novembro, conforme divulgado na Reunião de Acompanhamento da Operação do Sistema Hídrico do rio São Francisco (realizada no dia 03 de novembro de 2021), para os próximos dias o volume armazenado no Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias tende para um aumento.

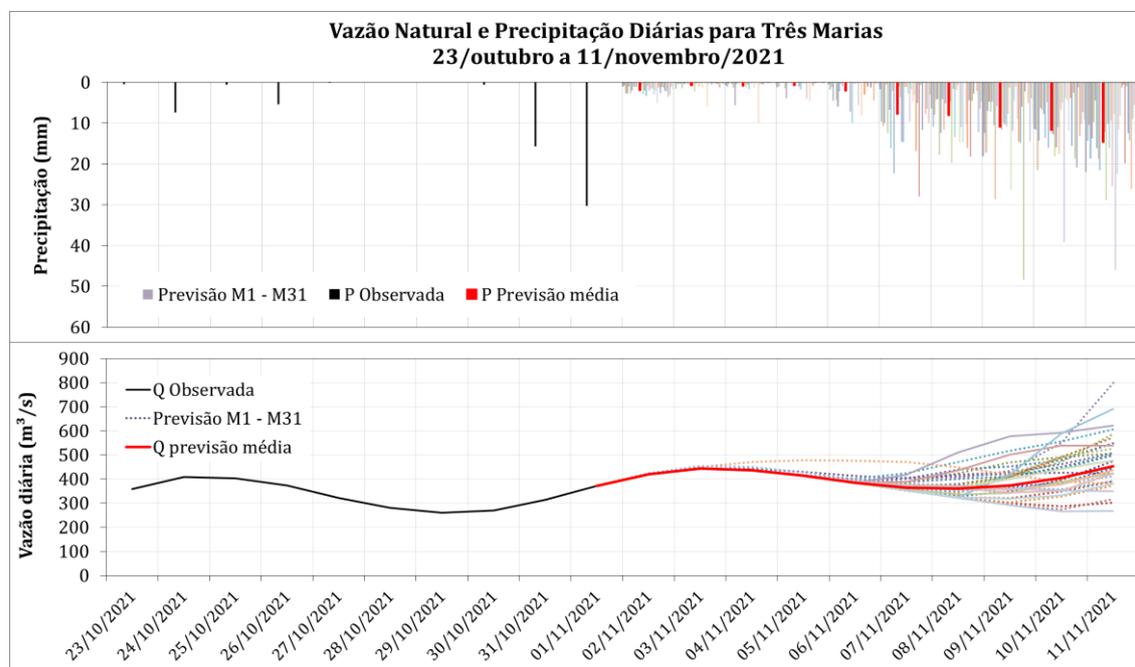


Figura 6. Vazão natural (Q) e precipitação (P) diárias para o Aproveitamento Hidrelétrico Três Marias. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial observada, as barras coloridas representam os valores dos 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA 50x50 km 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 02 a 11 de novembro de 2021 (conforme apresentado na **Figura 6**) e os cenários de precipitação de 12 de novembro 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 novembro 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 novembro de 2021 a abril de 2022 será de, aproximadamente, 824 m^3/s , o que representa, em porcentagem, cerca de 84% da vazão média histórica desse período (981 m^3/s). Esse valor hipotético é superior quando comparado a vazão média registrada neste mesmo período do ano de 2020/2021 (61%). No entanto, considerando um cenário de precipitações 25% abaixo da média, a vazão média na bacia neste mesmo período, seria em torno de 531 m^3/s , equivalente a 54% da média histórica.

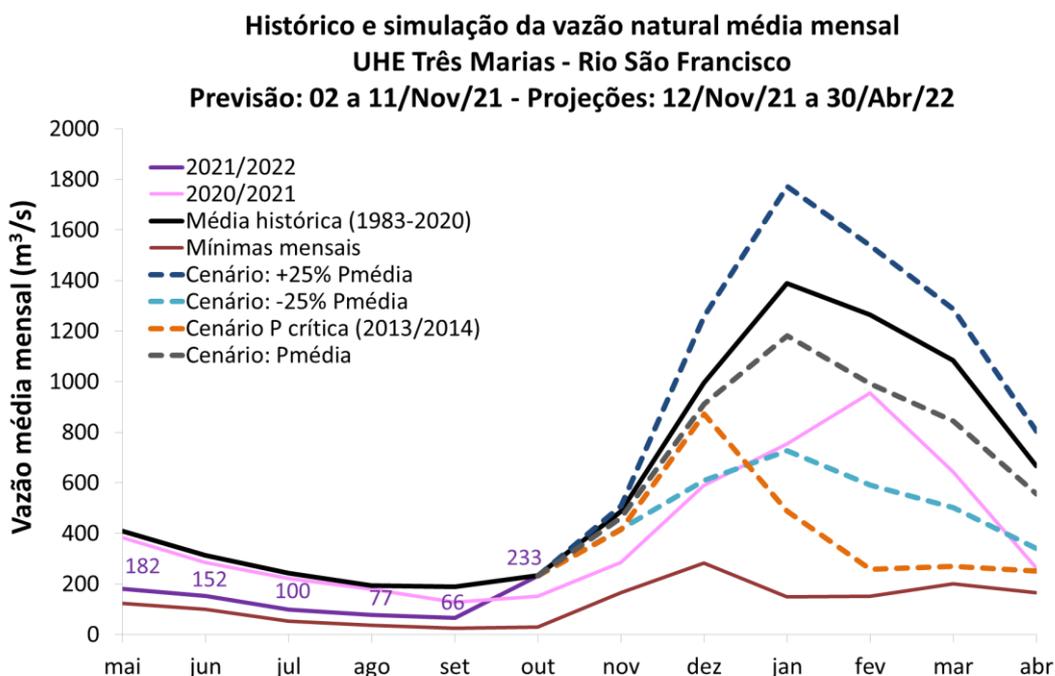


Figura 7. Histórico e simulação de vazão natural média mensal (em m^3/s) para o aproveitamento Hidrelétrico de Três Marias (linhas tracejadas) considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza) e 25% acima da média climatológica (azul escuro); e precipitação igual ao ocorrido entre novembro 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 outubro 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 450 m³/s e de 150 m³/s para os meses de novembro e dezembro de 2021, respectivamente, conforme divulgado pela ANA/CEMIG/ONS. Essas defluências estão de acordo com o atendimento das restrições de defluências máximas médias mensais estabelecidas nas curvas de segurança (ONS NT 0120/2021), uma vez que o reservatório se encontra atualmente com menos de 60% de sua capacidade total de armazenamento, faixa de operação “atenção”. Entre o período de janeiro a abril de 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, no cenário hipotético de precipitação na média histórica e as defluências acima explicitadas, o reservatório, atingiria, 99% do volume útil, aproximadamente, em 30 de abril de 2022 , na faixa de operação “Normal” (de 60% a 100% de armazenamento 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 68% 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.

Evolução do Armazenamento do Reservatório de Três Marias Simulação de 02 de Novembro/2021 a 30/Abril/2022

Vazão Defluente: Nov/21= 450 m³/s; Dez/21 a Abr/22= 150 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 450 m³/s para novembro de 2021 e 150 m³/s entre dezembro de 2021 a abril de 2022. Para o período entre janeiro a abril de 2022 foram utilizados valores médios de defluência aplicada no ano de 2021. As linhas sólidas representadas pelas cores roxa e magenta mostram, respectivamente, a evolução do armazenamento no período de maio a outubro de 2021 e de maio de 2020 a abril de 2021.