

BOLETIM
Nº 03/2020

SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÃO HIDROLÓGICA PARA O SISTEMA CANTAREIRA

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

Karinne Deusdará-Leal

Marcelo Seluchi

Wanderley Mendes

Elaboração

Karinne Deusdará-Leal



UNIDADE DE PESQUISA DO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



Preâmbulo

Localizado ao norte da Grande São Paulo, o Sistema Cantareira é formado por 5 reservatórios: Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro (como mostrado na Figura 1) e Águas Claras (fora da área da Figura 1). Os quatro primeiros, de regularização de vazões, captam e desviam água através de túneis e canais, de alguns afluentes do rio Piracicaba para a bacia do rio Juqueri, na bacia do Alto Tietê, até o reservatório Paiva Castro, também de regularização. Finalmente, as águas são bombeadas deste último para o reservatório Águas Claras, para o abastecimento de, atualmente, 7,4 milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo.

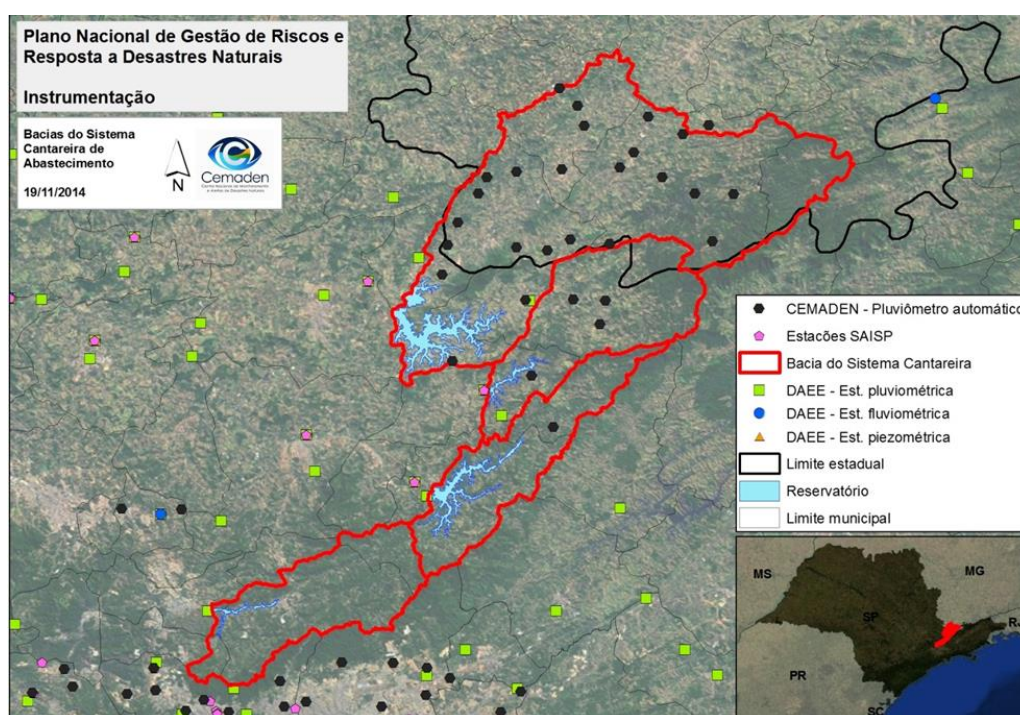


Figura 1: Localização do Sistema Cantareira no contexto do estado de São Paulo. Pontos pretos destacam Estações pluviométricas do Cemaden, quadrados verdes destacam as do DAEE e triângulos. Os espelhos de água são destacados em azul.

O CEMADEN, desde 2014, devido à intensa seca na região Sudeste, estabeleceu um sistema de monitoramento, previsão e cenários de vazão e de armazenamento para o Sistema Cantareira, e desde janeiro de 2015 publica boletins periódicos da Situação Atual e Projeções Hidrológicas para o Sistema Cantareira.

Esta edição do boletim traz a situação para o mês de fevereiro de 2020 com horizonte de projeções até o final da próxima estação seca, isto é, setembro de 2020. A situação de armazenamento dos reservatórios do Sistema Cantareira (60,6%), em 02 de março de 2020, é superior à situação do ano passado (48,2%). Com a situação atual de armazenamento, os

reservatórios do Sistema Cantareira passam para a faixa de operação “normal” (armazenamento maior que 60%)¹, cuja máxima vazão de extração para o atendimento da demanda hídrica da região metropolitana de São Paulo é 33 m³/s. Em fevereiro de 2020, esta vazão de extração foi 25 m³/s. Ainda em fevereiro, choveu 57% acima da climatologia, enquanto que a vazão afluyente aos reservatórios foi 14% acima da média histórica. Com relação às projeções, em um cenário hipotético de chuvas na média climatológica para os próximos meses, o modelo hidrológico projeta que a vazão afluyente ficará próximo à média histórica (97%) e o armazenamento no sistema, no final de setembro de 2020, ficará em torno de 58%, enquadrando-se na faixa “atenção” de operação do reservatório (armazenamento entre 40% e 60%).

¹ De acordo com a Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925.

Sumário

1. Situação atual do Sistema Cantareira	5
2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira	7
3. Previsão de vazão afluyente para os próximos dias.....	8
4. Cenários de vazão afluyente para os próximos meses	9
5. Cenários de armazenamento para os próximos meses	10

1. Situação atual do Sistema Cantareira

A precipitação média espacial, acumulada durante o período chuvoso de 01 de outubro de 2019 a 29 de fevereiro de 2020, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE/ SAISP² e 16 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi 882 mm (880²mm), o que representa 78% (78%²) da média climatológica do período chuvoso, outubro a março (1124 mm, 1983-2019). Para o mês de fevereiro de 2020, a precipitação média espacial foi 310 mm (330² mm), o que representa 57% (67%²) acima da média climatológica para este mês (198 mm) (Figura 2).

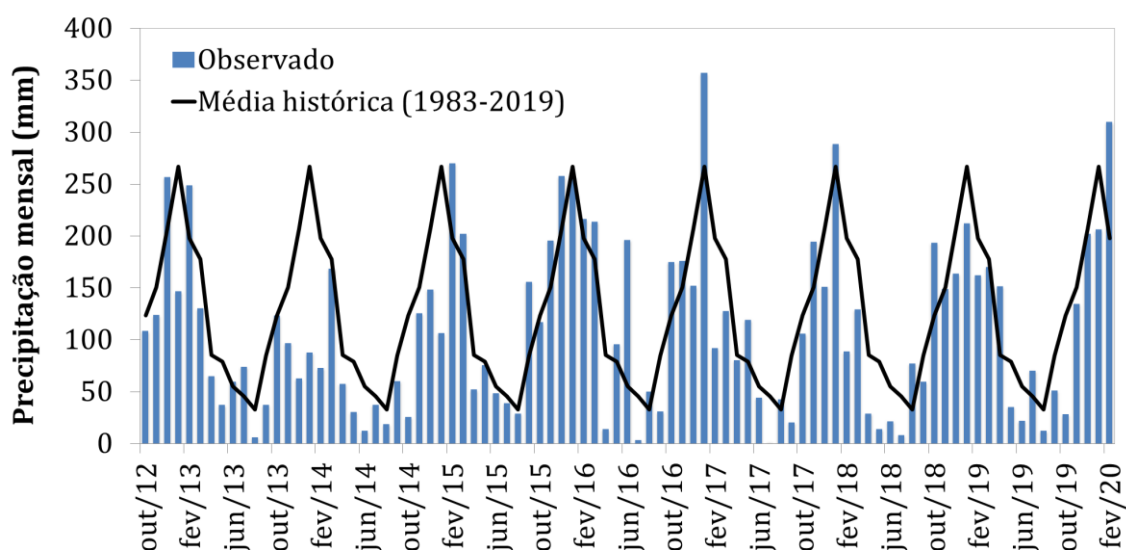


Figura 2. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (em mm) de acordo com os dados do CEMADEN. Ano hidrológico: outubro – setembro.

A vazão média afluyente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) de 01 de outubro de 2019 a 29 de fevereiro de 2020, de acordo com dados da SABESP³ e da ANA⁴ foi 33 m³/s (Figura 3), 67% da vazão média para a estação chuvosa (50 m³/s). Para o mesmo período, a vazão média de extração total foi 29 m³/s (Figura 4) e a vazão média de interligação com o Sistema Paraíba do Sul foi 5,1 m³/s.

Para o mês de fevereiro de 2020, a vazão média afluyente foi 74 m³/s, o que representa 14% acima da vazão média mensal histórica (65 m³/s). Para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira para o elevatório Santa Inês (Qesi), que abastece a região metropolitana de São Paulo, foi 23,6 m³/s, e a vazão de jusante (Qjus) que contribui com a bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá (bacia PCJ) foi 1,1 m³/s. Juntas, estas duas vazões representam a extração total do sistema Cantareira, que foi 24,7 m³/s. Ainda no mês de fevereiro,

² DAEE / SAISP: Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo / Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo.

³ SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/Situação dos Mananciais.

⁴ ANA: Agência Nacional de Águas.

a vazão média afluyente ao reservatório Atibainha proveniente da interligação com o Sistema Paraíba do Sul foi 5,1 m³/s.

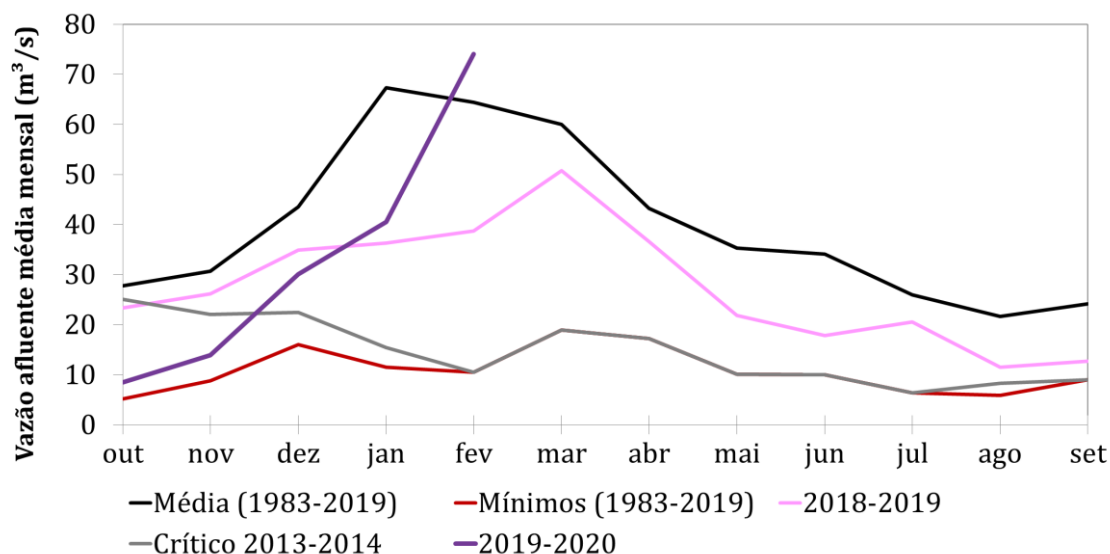


Figura 3. Vazão afluyente (em m³/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias e mínimas mensais para o período 1983 – 2019. As linhas cinza e magenta correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais de outubro de 2013 a setembro de 2014 e de outubro de 2018 a setembro de 2019. A linha roxa corresponde à vazão média mensal de outubro de 2019 a fevereiro de 2020. Fonte dos dados: SABESP.

A evolução diária, de 01 março de 2014 a 02 de março de 2020, da vazão afluyente e vazão de extração do reservatório somada à vazão defluente podem ser observados na Figura 4. Para este mesmo período, a evolução do nível de armazenamento no Sistema Cantareira, considerando o volume útil e as cotas do volume morto⁵ pode ser observada na Figura 5. O Sistema operou no dia 02 de março com 60,6% do volume útil (982,0 hm³), configurando situação “normal” (nível de armazenamento maior que 60%), de acordo com as faixas de operação estabelecidos pela Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017.

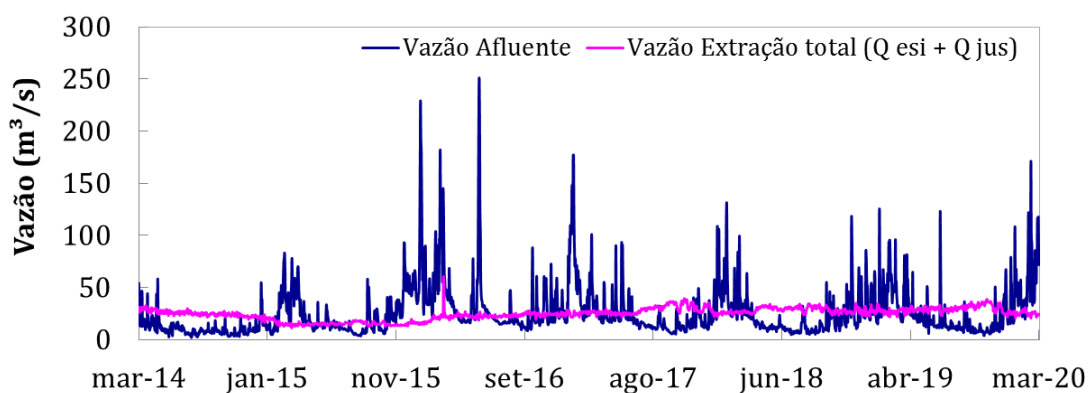


Figura 4. Evolução da vazão afluyente (em m³/s) do Sistema Cantareira (linha azul) e da vazão de extração total: vazão para atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo - Q esi - somada à vazão a jusante para a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jaguari - Q jus (linha magenta). Fonte dos dados: SABESP.

⁵ Volume morto refere-se ao volume de água armazenado abaixo da cota de tomada de água por gravidade e, portanto, para sua utilização é necessário o bombeamento.

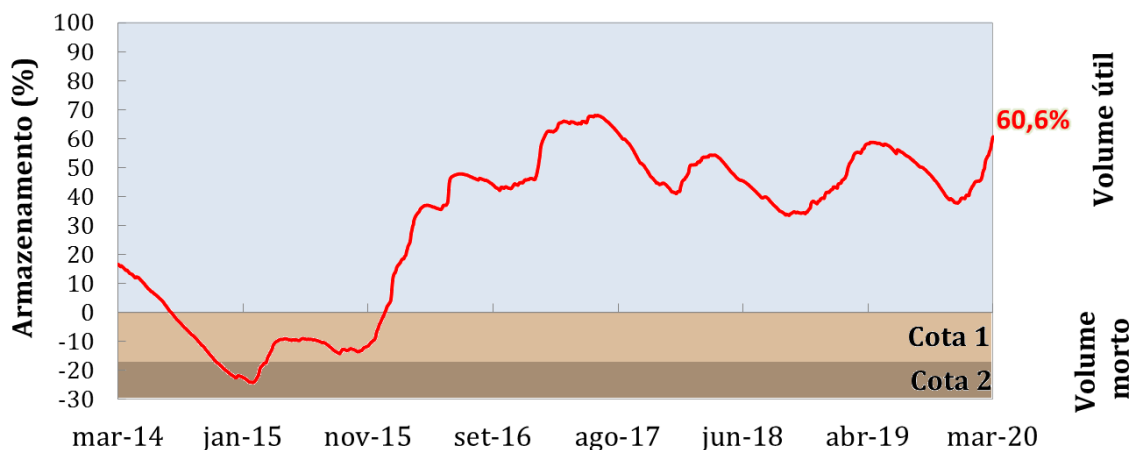


Figura 5. Evolução do nível de armazenamento (%) do Sistema Cantareira. Área em azul corresponde ao volume útil do reservatório (982 hm³), em marrom claro à primeira cota do volume morto (182,5 hm³) e em marrom escuro à segunda cota do volume morto (105 hm³). Fonte dos dados: SABESP.

2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira

Nos próximos 3-7 dias há previsão de chuvas relativamente irregulares na bacia do Sistema Cantareira, com acumulados pluviométricos totais próximos ou ligeiramente inferiores à média histórica, conforme se mostra na Figura 6. As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana, apresentadas na Figura 7, apontam totais pluviométricos inferiores à média histórica.

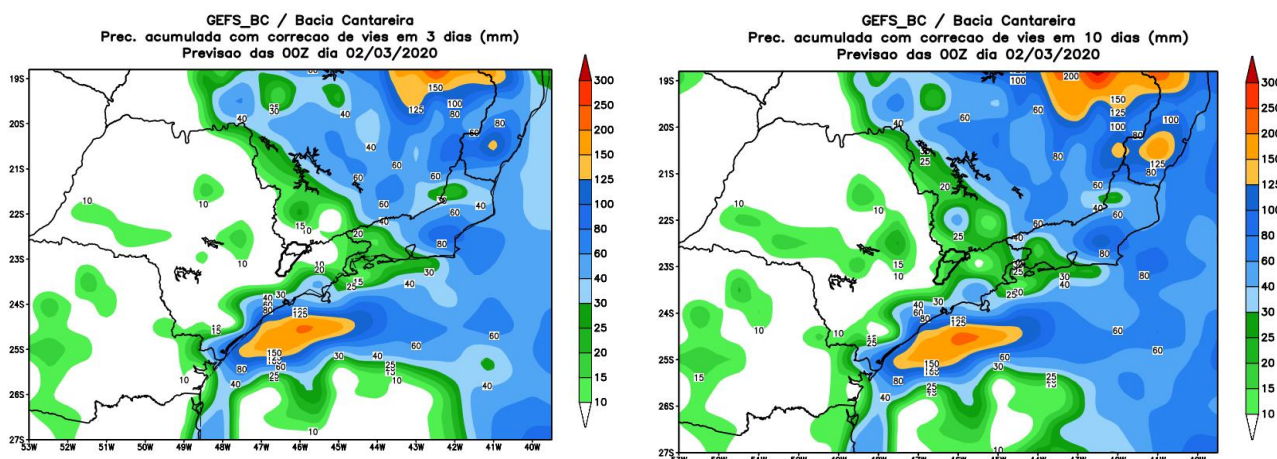


Figura 6. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GFS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta espessa.

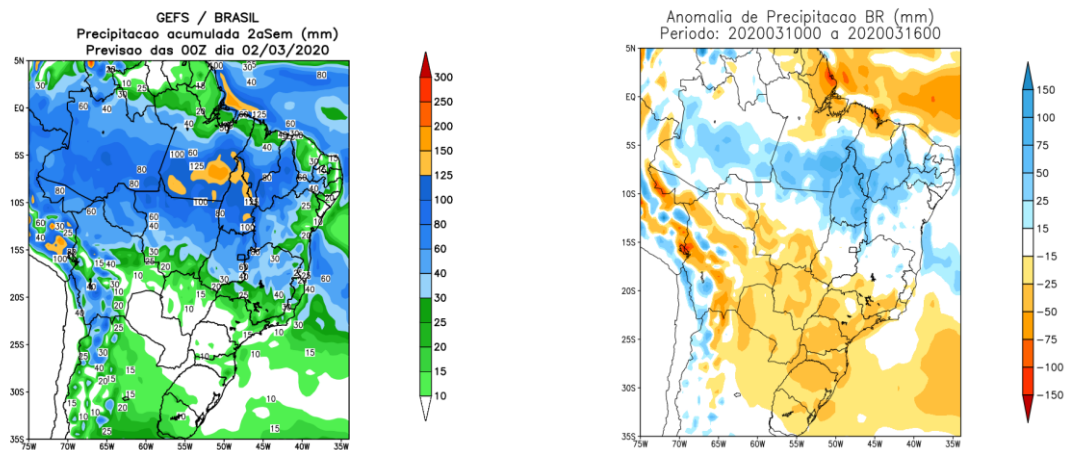


Figura 7. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GFS/NCEP/NOAA.

3. Previsão de vazão afluente para os próximos dias

Na Figura 8 (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (23 de fevereiro a 02 de março de 2020) e previstas (03 a 12 de março de 2020) dos 21 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 30 mm. A Figura 8 (inferior) exhibe as vazões diárias observadas e previstas a partir dos 21 membros de previsão de chuva, assim como a média destes, para o mesmo período. A previsão da vazão média, de acordo com o modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN), para os próximos 10 dias é, aproximadamente, $47 \text{ m}^3/\text{s}$.

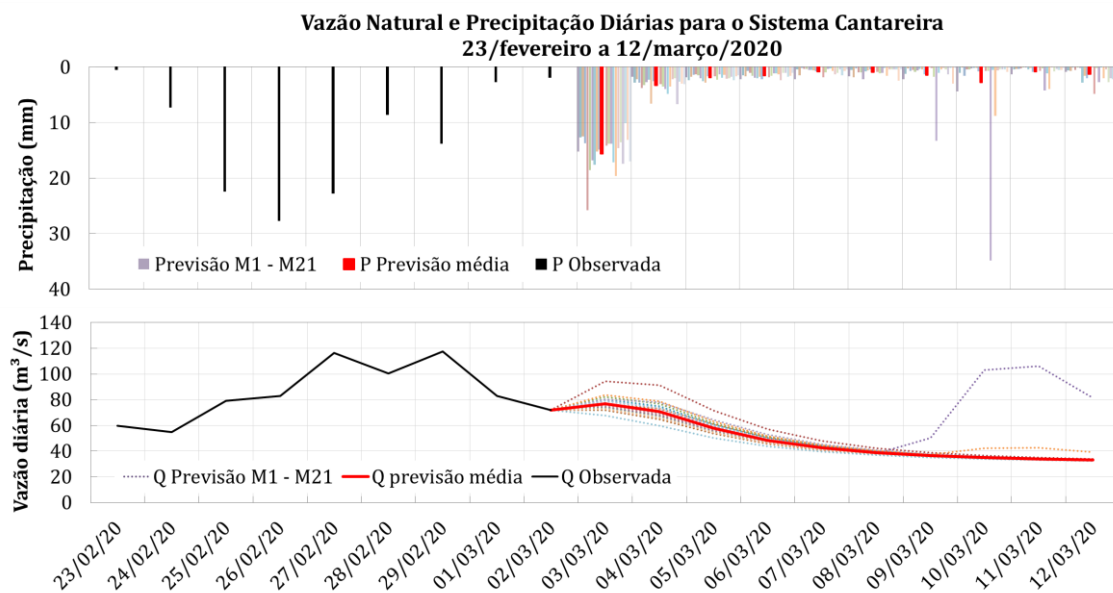


Figura 8. Precipitação (P) e Vazão Natural (Q) diárias para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 21 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA (50x50 km) e as barras vermelhas representam a média destes membros de previsão. Na figura inferior a linha preta representa a vazão observada, as linhas coloridas correspondem aos membros de previsão de vazão e a linha vermelha corresponde à média destes membros.

4. Cenários de vazão afluyente para os próximos meses

A Figura 9 apresenta, além das vazões médias mensais observadas, as projeções de vazão média mensal afluyente (em m^3/s), usando a média dos membros de previsão de vazão para o período 03 a 12 de março de 2020 (conforme apresentado na Figura 8), e cenários de precipitação para o período de 13 de março a 30 de setembro de 2020. Foram considerados cinco diferentes cenários de precipitação: média climatológica, 25% acima da média climatológica, 25% e 50% abaixo da média climatológica e um cenário crítico de precipitações iguais às ocorridas entre março a setembro de 2018. As simulações indicam que, considerando um cenário hipotético de chuva na média histórica, a vazão média no período de março a setembro de 2020 será $34 m^3/s$, o que representa 97% da média histórica desse período ($35 m^3/s$). Ainda de acordo com esta simulação, no cenário crítico, a vazão para o mesmo período seria, aproximadamente, $21 m^3/s$, representando 61% da vazão média histórica do período.

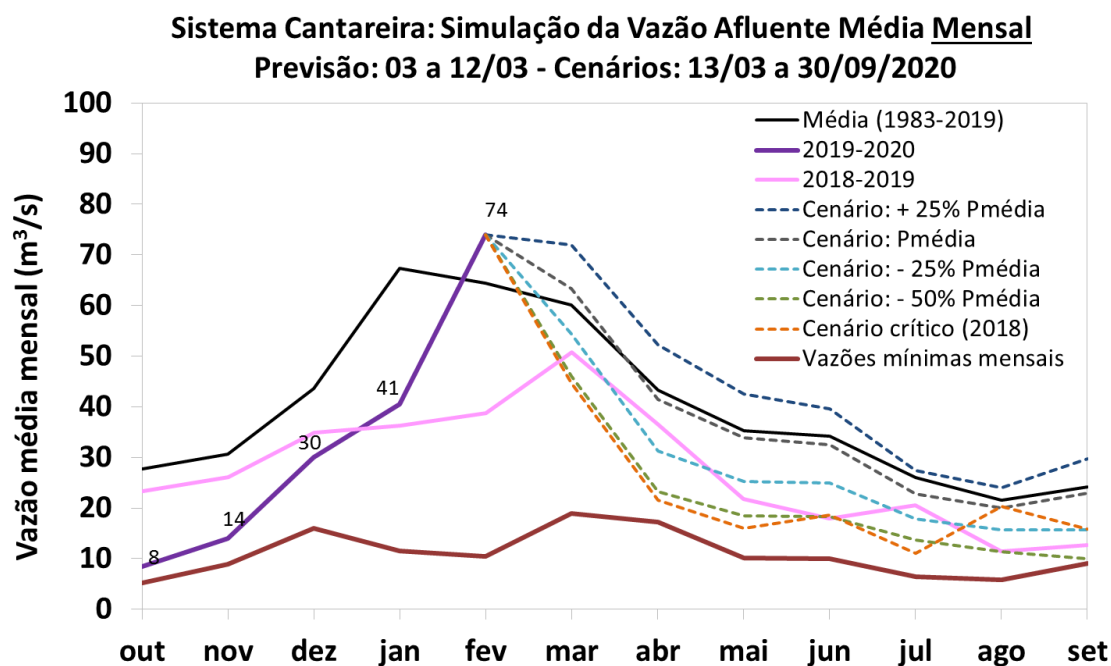


Figura 9. Cenários de vazão afluyente média mensal (em m^3/s) afluyente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas): precipitação 50% abaixo da média climatológica (verde); precipitação 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza); 25% acima da média climatológica (azul escuro); e cenário crítico (2018) (laranja). As linhas espessas representam as vazões médias mensais observadas, de acordo com a SABESP: média histórica (preto); mínimos mensais (marrom); de outubro de 2018 a setembro de 2019 (magenta); e de outubro de 2019 a fevereiro de 2020 (roxo).

5. Cenários de armazenamento para os próximos meses

A Figura 10 apresenta as projeções da evolução do volume útil armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira utilizando: previsão e projeções de vazões das Figura 8 e Figura 9, respectivamente; vazão de extração para a estação elevatória Santa Inês (Q esi) de acordo com as regras condicionais estabelecidas pela resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925; vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiá) igual à média praticada nos anos 2014 a 2016, para as estações seca e chuvosa (2,09 m³/s e 1,55 m³/s, respectivamente); e aporte de interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul, cuja vazão média é 5,13 m³/s. Em contrapartida, na Figura 11 são apresentadas as projeções da evolução do armazenamento nos reservatórios do Sistema Cantareira sem considerar a interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul. No cenário hipotético de precipitações pluviométricas na média climatológica para os próximos meses, no final da próxima estação seca (30 de setembro de 2020), o volume armazenado no Sistema Cantareira, com e sem a interligação, será aproximadamente 566 hm³ (58% de 982 hm³, volume útil do Sistema Cantareira). Isto é devido ao nível de armazenamento do reservatório que, no período de março a setembro, segundo as simulações do modelo hidrológico, manter-se-ão acima de 60% e, de acordo com a Resolução ANA/DAEE Nº 925, não devem ocorrer aportes da interligação.

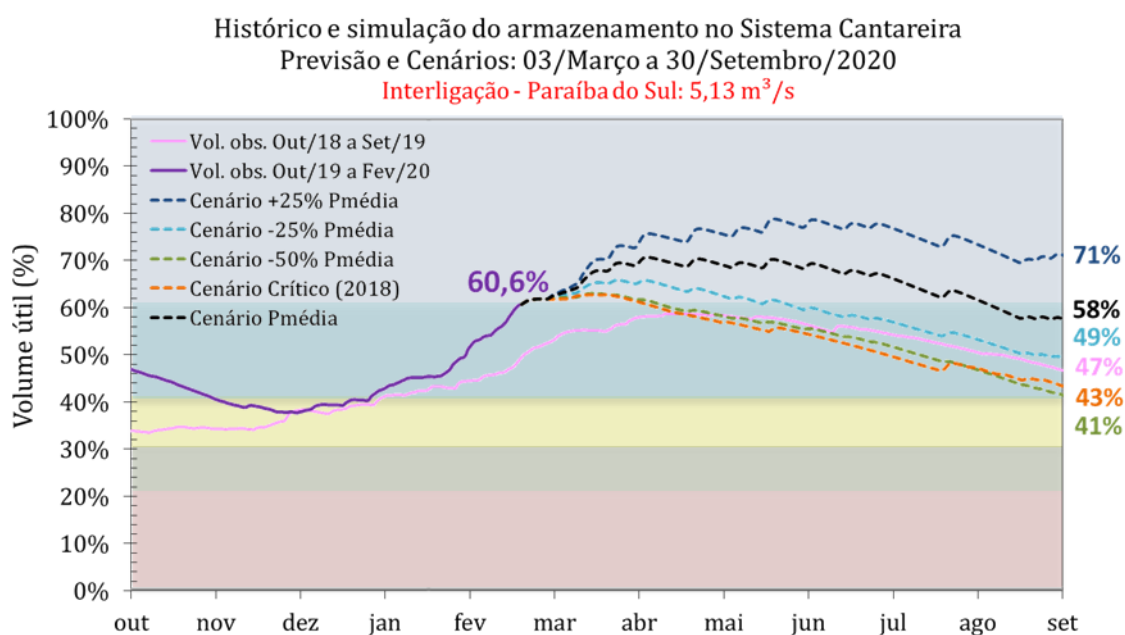


Figura 10. Cenários de armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários de precipitação: 50% (linha verde) e 25% (linha azul claro) abaixo da média climatológica, na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul escuro) e cenário crítico (linha laranja). Nesta simulação considera-se a vazão média de aporte da interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul com média de 5,13 m³/s. A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira no período de outubro/2018 a setembro/2019. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925.

Histórico e simulação do armazenamento no Sistema Cantareira
 Previsão e cenários: 03/Março a 30/Setembro/2020
 Sem interligação com a bacia do rio Paraíba do Sul

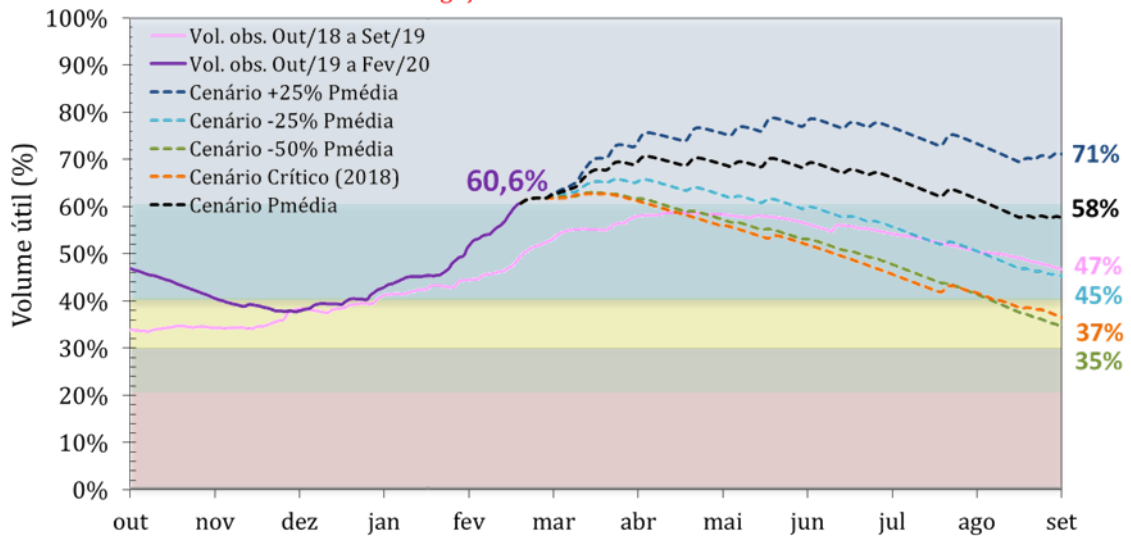


Figura 11. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários de precipitação: 50% (linha verde) e 25% (linha azul claro) abaixo da média climatológica, na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul escuro) e cenário crítico (linha laranja). A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira no período de outubro/2018 a setembro/2019. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925.