

BOLETIM
Nº 06/2020

SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÃO HIDROLÓGICA PARA O SISTEMA CANTAREIRA

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

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.

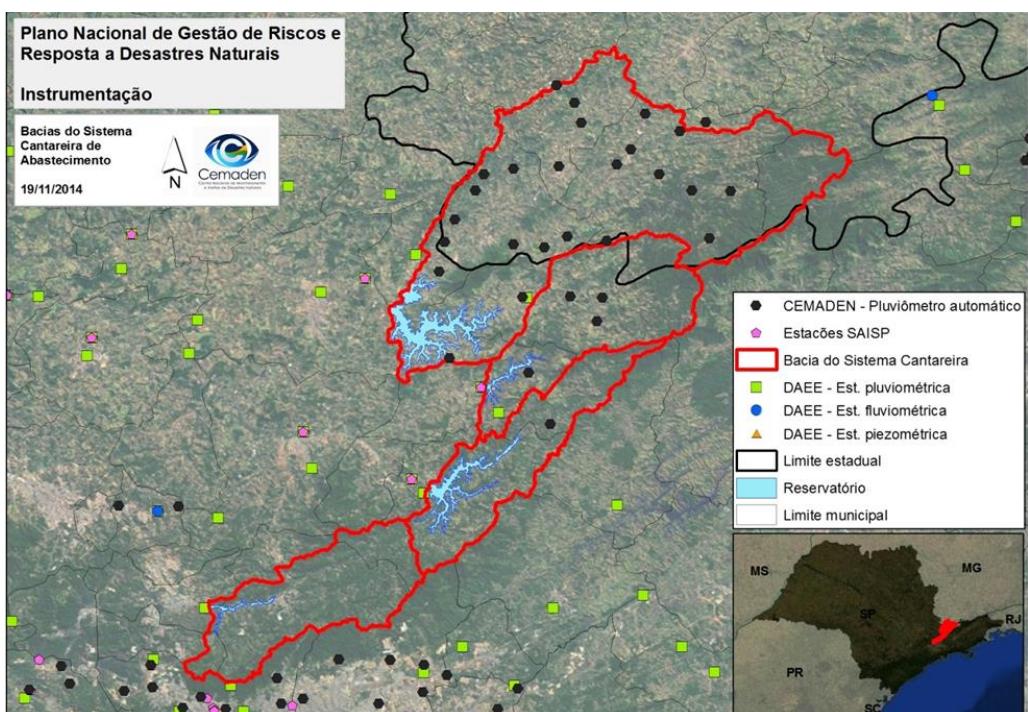


Figura 1: Localização do Sistema Cantareira no contexto do estado de São Paulo. Pontos pretos destacam Estações pluviométricas do Cemaden, quadrados verdes destacam as do DAEE e triângulos. Os espelhos de água são destacados em azul.

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 maio de 2020 com horizonte de projeções até o final da estação seca em vigência, isto é, setembro de 2020. A situação de armazenamento dos reservatórios do Sistema Cantareira (58,4%), em 31 de maio de 2020, é semelhante à situação do ano passado (57,7%). Com a situação atual de armazenamento, os

reservatórios do Sistema Cantareira passam para a faixa de operação “atenção” (armazenamento entre 60% e 40%)¹, cuja máxima vazão de extração para o atendimento da demanda hídrica da região metropolitana de São Paulo é 31 m³/s. Em maio de 2020, esta vazão de extração foi 23 m³/s. Ainda em maio, choveu apenas 12 mm, valor muito abaixo da climatologia (15% da média) do mês (79 mm), enquanto que a vazão afluente aos reservatórios foi 36% 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 afluente poderá ser em torno de 70% da média histórica do período e o armazenamento no sistema, no final de setembro de 2020, poderá chegar a 47%, 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 afluente para os próximos dias.....	8
4. Cenários de vazão afluente 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 seco de 01 de abril a 31 de maio 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 18 mm (14²mm), o que representa 5% (4%) da média climatológica do período seco, representado pelos meses entre abril a setembro (383 mm, considerando o período 1983-2019). Para o mês de maio de 2020, a precipitação média espacial foi 12 mm (12² mm), o que representa 15% (15%) da climatologia para este mês (79 mm) (Figura 2).

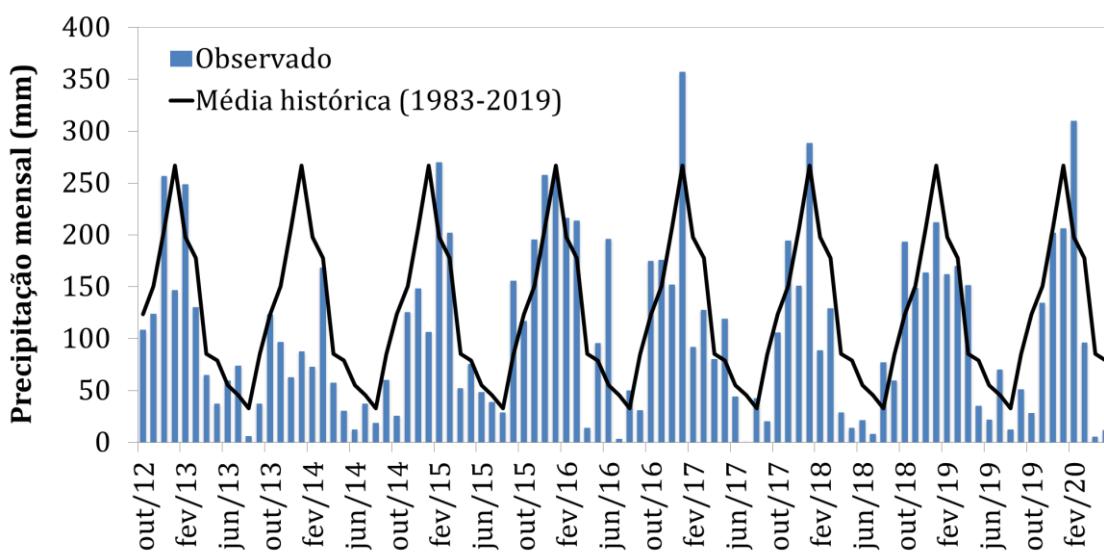


Figura 2. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (em mm) de acordo com os dados do CEMADEN. Ano hidrológico: outubro – setembro.

A vazão média afluente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) de 01 de abril a 31 de maio de 2020, de acordo com dados da SABESP³ e da ANA⁴ foi 15,9 m³/s (Figura 3), 52% da média de vazão para a estação seca (31 m³/s). Para o mesmo período, a média de vazão de extração total dos reservatórios foi 30,5 m³/s (Figura 4) e a média de vazão de interligação com o Sistema Paraíba do Sul foi 3,6 m³/s.

Para o mês de maio de 2020, a média de vazão afluente foi 12,8 m³/s, o que representa 36% da vazão média mensal histórica (35,3 m³/s). Para o mesmo período, a média de extração de água do Sistema Cantareira para o elevatório Santa Inês (Qesi), que abastece a região metropolitana de São Paulo, foi 23,5 m³/s, e a vazão de jusante (Qjus) que contribui com a bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí (bacia PCJ) foi 8,6 m³/s. Juntas, estas duas vazões representam a extração total do sistema Cantareira, que foi 32,1 m³/s. Ainda no mês de maio, a

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.

média de vazão de transferência de água proveniente da interligação com o Sistema Paraíba do Sul para o reservatório Atibainha foi $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$.

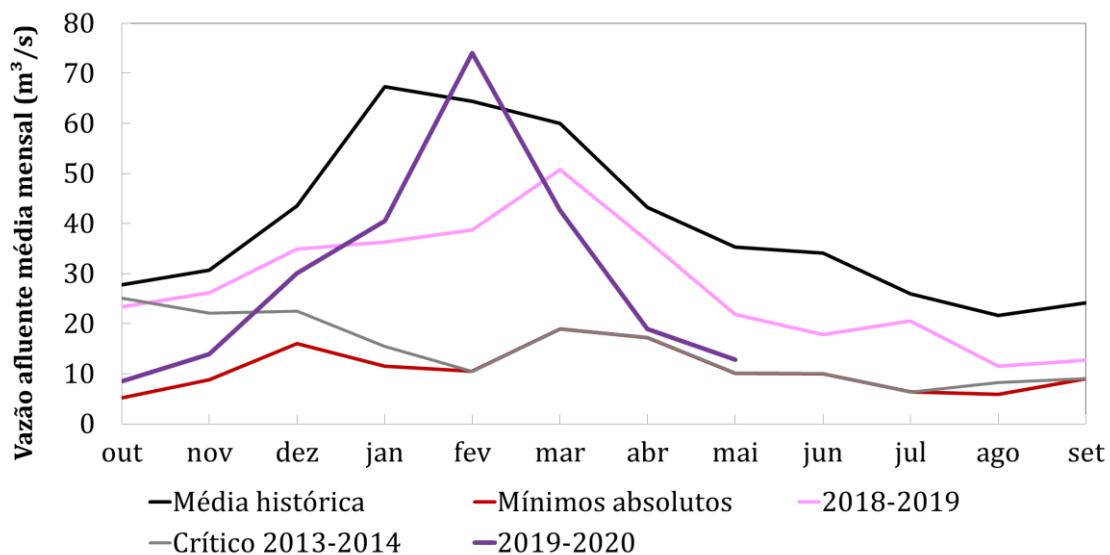
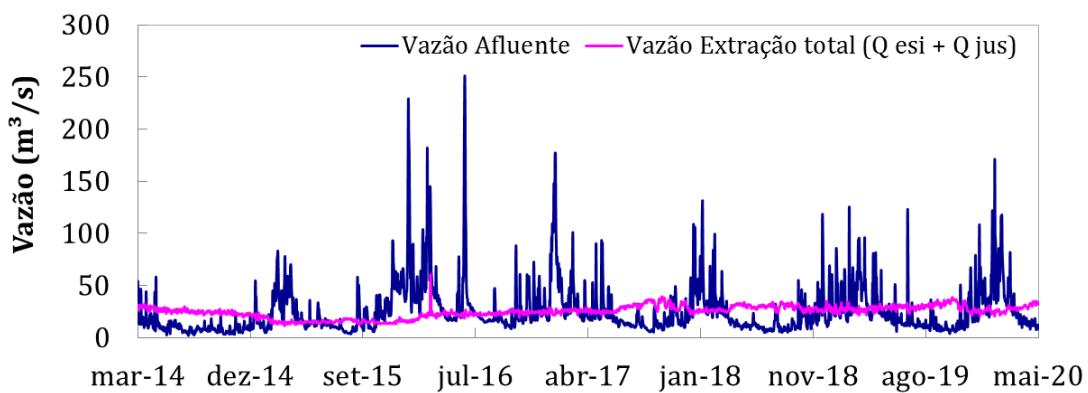


Figura 3. Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais históricas e mínimas mensais históricas para o período 1983 – 2019. As linhas cinza e magenta correspondem, respectivamente,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

A evolução diária, de 01 março de 2014 a 31 de maio de 2020, da vazão afluente 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 31 de maio de 2020 com 58,4% do volume útil ($982,0 \text{ hm}^3$), configurando situação “atenção” (nível de armazenamento entre 60% e 40%), de acordo com as faixas de operação estabelecidos pela Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017.



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 4. Evolução das vazões (m^3/s) diárias observadas no Sistema Cantareira: afluente (linha azul) e extração total, referente à vazão para atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo - Q esi - somada à vazão jusante para a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jaguari - Q jus (linha magenta). Fonte dos dados: SABESP.

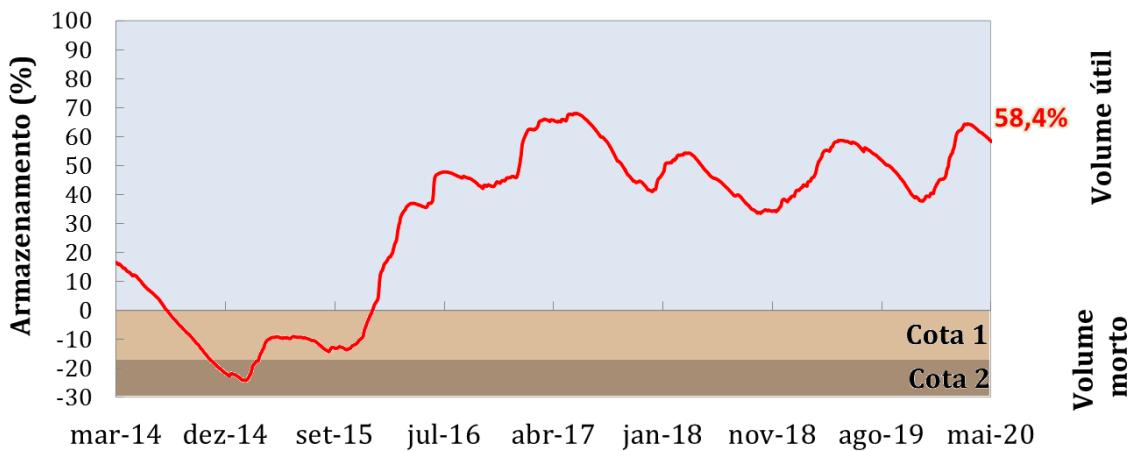


Figura 5. Evolução diária do nível de armazenamento (%) do Sistema Cantareira. Área em azul corresponde ao volume útil do reservatório (982 hm^3), em marrom claro à primeira cota do volume morto ($182,5 \text{ hm}^3$) e em marrom escuro à segunda cota do volume morto (105 hm^3). Fonte dos dados: SABESP.

2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira

Nos próximos 3-10 a passagem de sistemas frontais irão provocar algumas precipitações, relativamente escassas, em função da época do ano, na bacia do Sistema Cantareira, conforme se mostra na Figura 6. As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na Figura 7, apontam a possibilidade de ocorrência de precipitações relativamente escassas e irregulares em decorrência da atuação de uma nova frente fria.

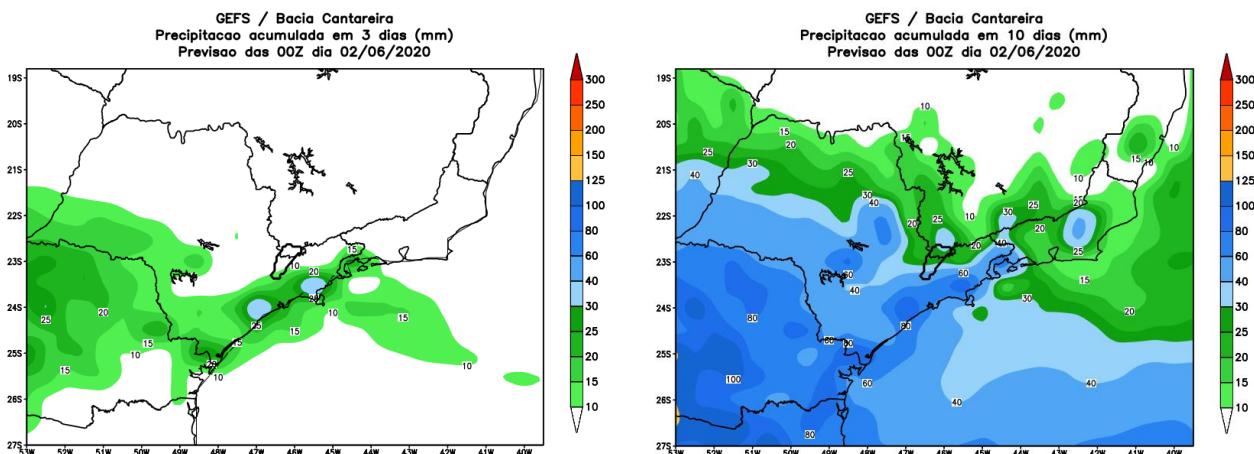


Figura 6. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GFS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta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

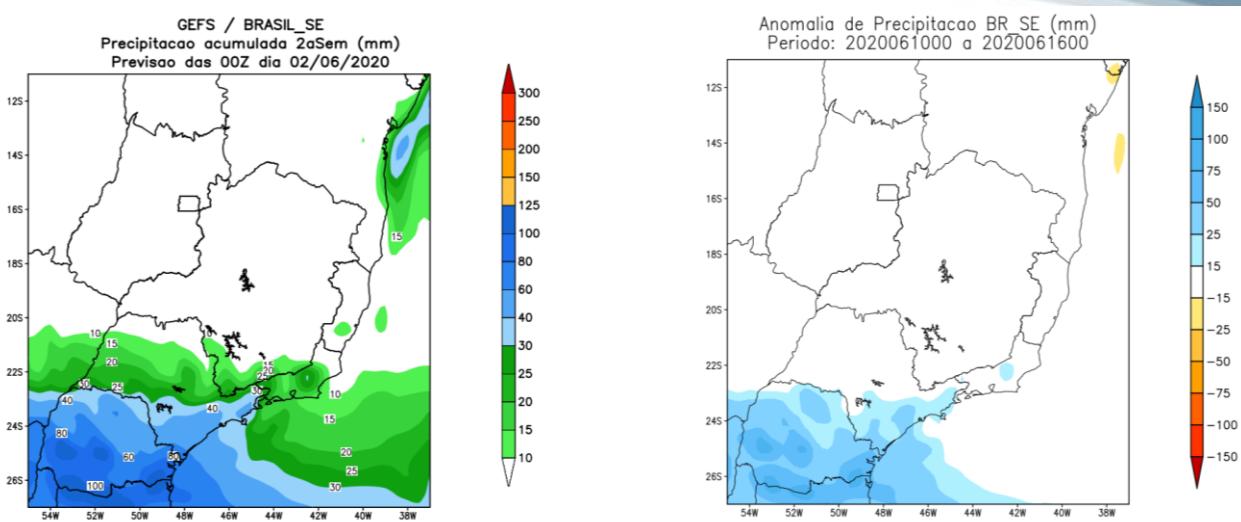


Figura 7. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GFS/NCEP/NOAA.

3. Previsão de vazão afluente para os próximos dias

Na Figura 8 (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (24 de maio a 01 de junho de 2020) e previstas (02 a 12 de junho de 2020) dos 21 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 40 mm. A Figura 8 (inferior) exibe 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, $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

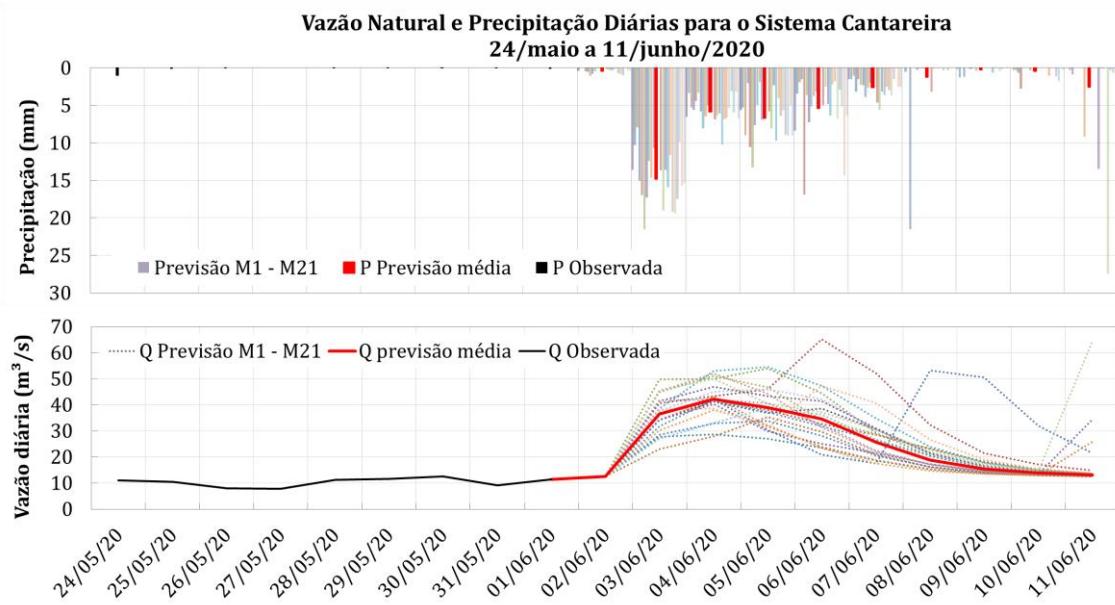


Figura 8. Precipitação (P) e Vazão Natural (Q) diárias para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 21 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA (50x50 km) e as barras vermelhas 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 afluente para os próximos meses

A Figura 9 apresenta, além das vazões médias mensais observadas, as projeções de vazão média mensal afluente (em m^3/s), usando a média dos membros de previsão de vazão para o período 02 a 11 de junho de 2020 (conforme apresentado na Figura 8). Foram considerados quatro diferentes cenários de precipitação: média climatológica, 25% acima da média climatológica, 25% e 50% abaixo da média climatológica. As simulações indicam que, considerando um cenário hipotético de chuva na média climatológica, a vazão no período de junho a setembro de 2020 poderá ser em média $18 m^3/s$, o que representa 70% da média histórica desse período ($26 m^3/s$).

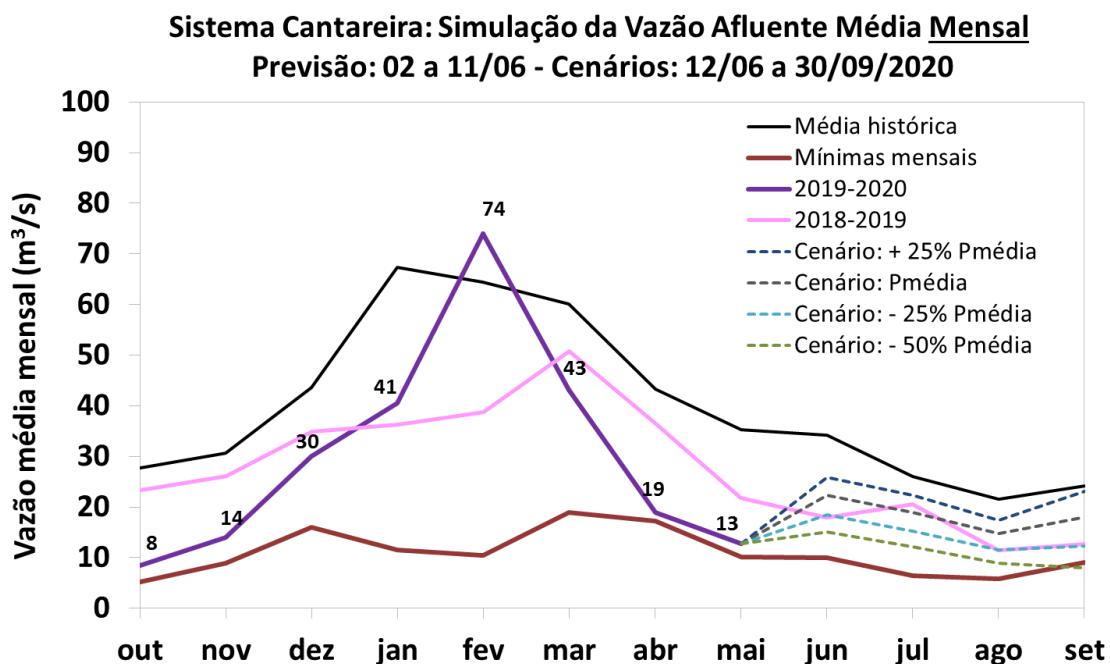


Figura 9. Histórico e simulação de vazão média mensal (em m^3/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas) considerando a previsão e quatro cenários de precipitação: 50% abaixo da média climatológica (verde); 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza) e 25% acima da média climatológica (azul escuro). 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 maio 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 es) 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 Jundiaí) igual à média praticada nos anos 2014 a 2016, para as estações seca e chuvosa ($2,09\text{ m}^3/\text{s}$ e $1,55\text{ m}^3/\text{s}$, respectivamente); e aporte de interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul, cuja vazão média é $5,5\text{ m}^3/\text{s}$ (de acordo com a Nota Técnica MAR 011/2020, emitida pela Sabesp). Em todos os cenários considerados, o volume armazenado no Sistema Cantareira finalizará a estação seca na faixa atenção (40 a 60%).

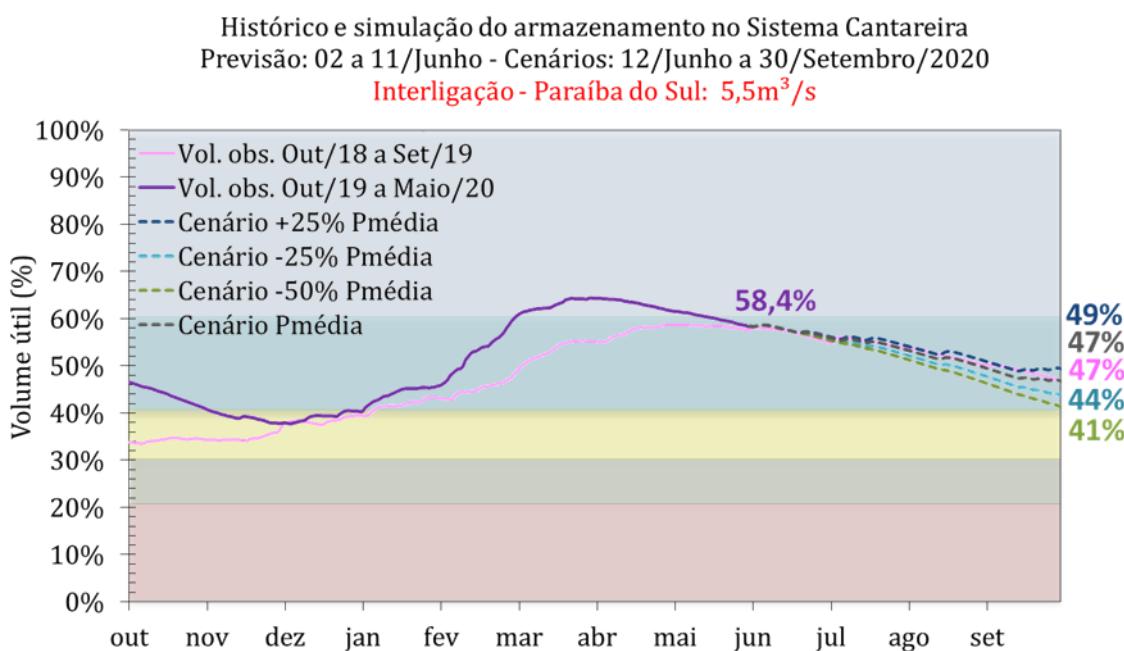


Figura 10. Cenários de armazenamento do Sistema Cantareira para quatro diferentes cenários de precipitação: 50% (linha verde) e 25% (linha azul claro) abaixo da média climatológica, na média climatológica (linha cinza) e 25% acima da média climatológica (linha azul escuro). Nesta simulação considera-se a vazão média de aporte da interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul com média de $5,5\text{ m}^3/\text{s}$. 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.