

ABRIL DE 2021

Ano 07 | número 56

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



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES



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.

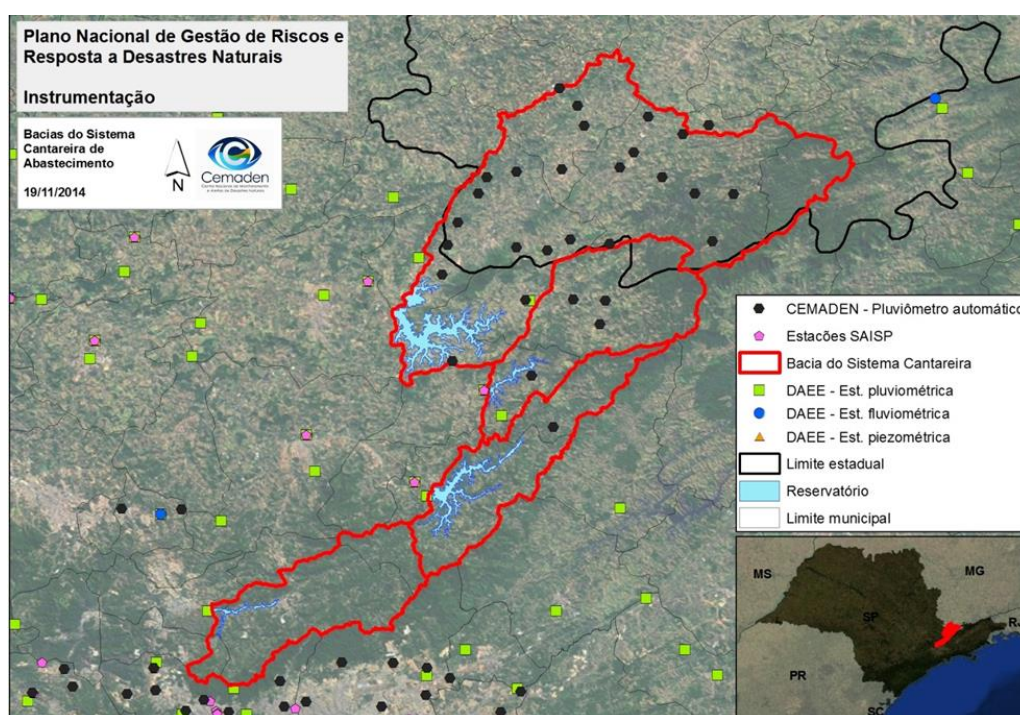


Figura 1: Localização do Sistema Cantareira no contexto do estado de São Paulo. Pontos pretos destacam Estações pluviométricas do Cemaden, quadrados verdes destacam as do DAEE. Os espelhos de água são destacados em azul.

O CEMADEN, desde 2014, devido à intensa seca na região Sudeste, estabeleceu um sistema de monitoramento, previsão e projeção 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 um resumo da última estação chuvosa (outubro/2020 a março/2021) assim como a situação para o mês de abril de 2021 com horizonte de projeções até setembro de 2021. A situação de armazenamento dos reservatórios do Sistema Cantareira, em 30 de abril de 2021 (51%), é pior quando comparada ao mesmo período de 2020 (62%). Com a

situação atual de armazenamento, os reservatórios do Sistema Cantareira encontram-se na faixa de operação “atenção” (armazenamento entre 40% e 60%)¹, cuja máxima vazão de extração para o atendimento da demanda hídrica da região metropolitana de São Paulo é 31 m³/s. Em abril de 2021, a média desta vazão de extração foi 20 m³/s. Ainda em abril, choveu o equivalente a 24% da média histórica do mês, enquanto a vazão afluente aos reservatórios foi 35% da média histórica, valor inferior quando comparado ao mesmo período do ano de 2020 (44%). Com relação às projeções, considerando um cenário hipotético de chuvas na média histórica de maio a setembro, o modelo hidrológico projeta que a média de vazão afluente poderá ser em torno de 68% da média histórica do período e o armazenamento no sistema, no final de setembro de 2021, poderá chegar a 39%, caindo para a faixa de operação “alerta” (armazenamento entre 30% e 40%)¹.

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

Sumário

Preâmbulo	2
1. Situação atual do Sistema Cantareira	5
2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira	8
3. Previsão de vazão afluente para os próximos dias.....	9
4. Projeções de vazão afluente para os próximos meses	10
5. Projeções de armazenamento para os próximos meses.....	11

1. Situação atual do Sistema Cantareira

A precipitação acumulada durante os meses chuvosos, de outubro de 2020 a março de 2021, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE/ SAISP² e 27 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi 911 mm (909² mm), o que representa 81% (81%²) da média histórica (1983-2020) da estação chuvosa (1221 mm, outubro - março). Na **Figura 2a** apresenta-se a anomalia de precipitação sazonal, entre os anos de 1983 a 2021. Destaca-se a estação seca de 2020 com precipitação 57% abaixo da média deste período (barra vertical vermelha) e o período chuvoso de 2020/2021, com o valor de precipitação correspondente a 19% abaixo da média para a estação chuvosa. No mês de abril de 2021, a precipitação acumulada foi 20 mm (9² mm), o que representa 24% (11%²) da média histórica para este mês (84 mm) (**Figura 3**).

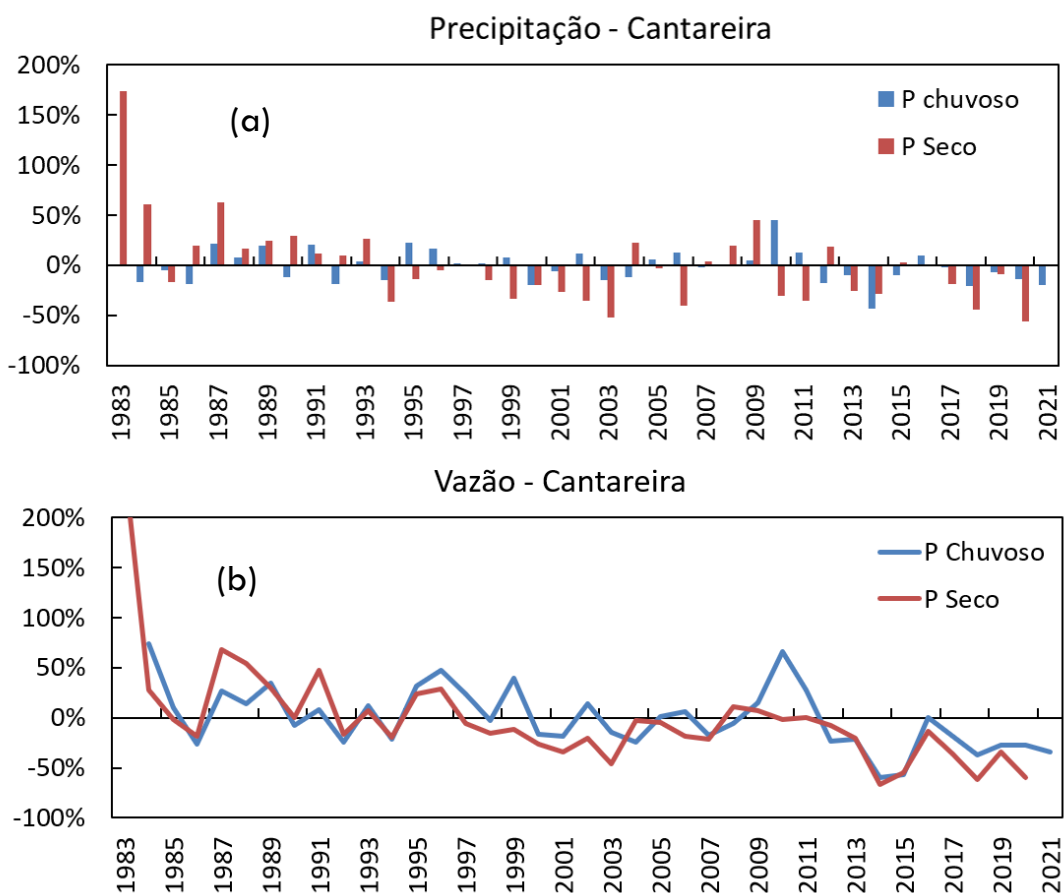


Figura 2. Anomalia de (a) precipitação (P) e (b) vazão (Q) sazonais para o Sistema Cantareira. Período seco: abril a novembro. Período chuvoso: outubro a março.

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

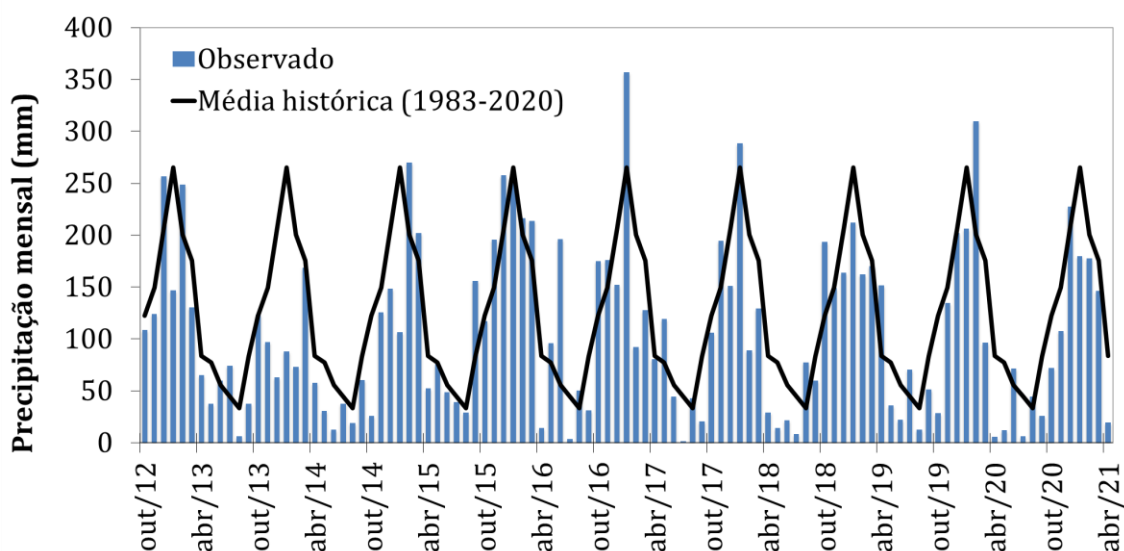


Figura 3. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (em mm) de acordo com os dados do CEMADEN. Ano hidrológico: outubro – setembro.

A média de vazão afluente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) de outubro de 2020 a março de 2021, de acordo com dados da SABESP³ e da ANA⁴ foi 31,4 m³/s, 65% da média de vazão (**Figura 2b**) para a estação chuvosa (49 m³/s). Para o mesmo período, a média de vazão de extração total dos reservatórios foi 30 m³/s e a média de vazão de interligação com o Sistema Paraíba do Sul foi 5,7 m³/s.

Para o mês de abril de 2021, a média de vazão afluente foi 15 m³/s (**Figura 4**), o que representa 35% da vazão média mensal histórica (43 m³/s), valor inferior ao registrado no mesmo período de 2019 (44%). 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 20 m³/s, e a vazão de jusante (Qjus), que contribui com a bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá (bacia PCJ), foi 10 m³/s. Juntas, estas duas vazões representam a extração total do sistema Cantareira, que foi 30 m³/s. Ainda no mês de abril de 2021 a média do aporte, proveniente da interligação com o Sistema Paraíba do Sul para o reservatório Atibainha, foi 7,7 m³/s.

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

⁴ ANA: Agência Nacional de Águas.

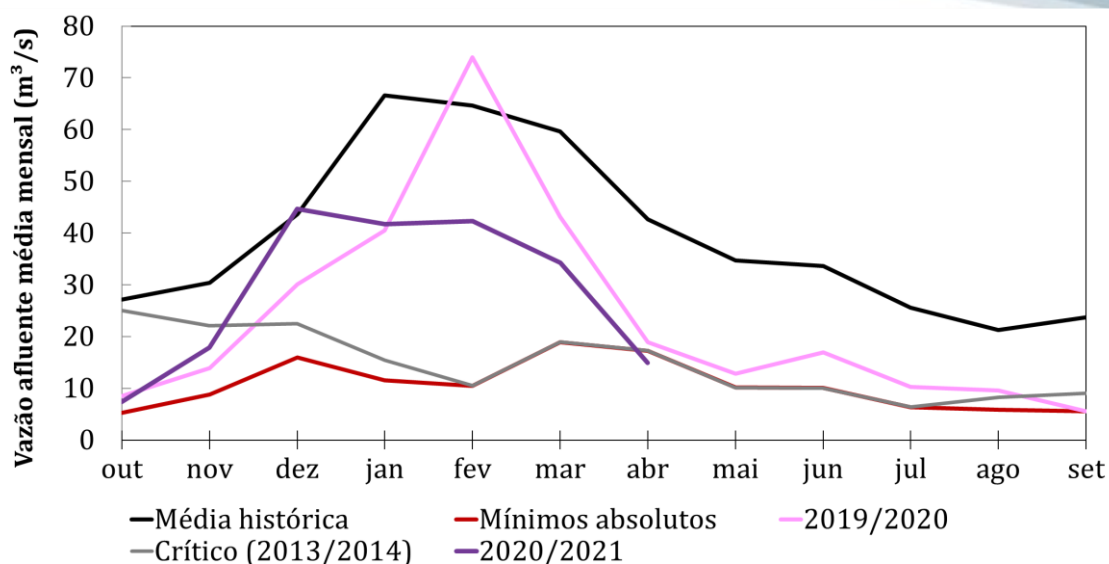


Figura 4. Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais históricas e mínimas mensais históricas para o período 1983 – 2020. As linhas cinza, magenta e roxa correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais de outubro de 2013 a setembro de 2014, representando o período crítico do histórico, de outubro de 2019 a setembro de 2020 e de outubro de 2020 a abril de 2021. Fonte dos dados: SABESP.

A evolução diária, de 01 março de 2014 a 30 de abril de 2021, da vazão afluente e vazão de extração do reservatório somada à vazão defluente podem ser observados na **Figura 5**. 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 6**. O Sistema operou no dia 30 de abril de 2020 com 51% do volume útil (982,0 hm^3), na faixa de operação “atenção” (nível de armazenamento entre 40% e 60%), de acordo com o estabelecido pela Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017.

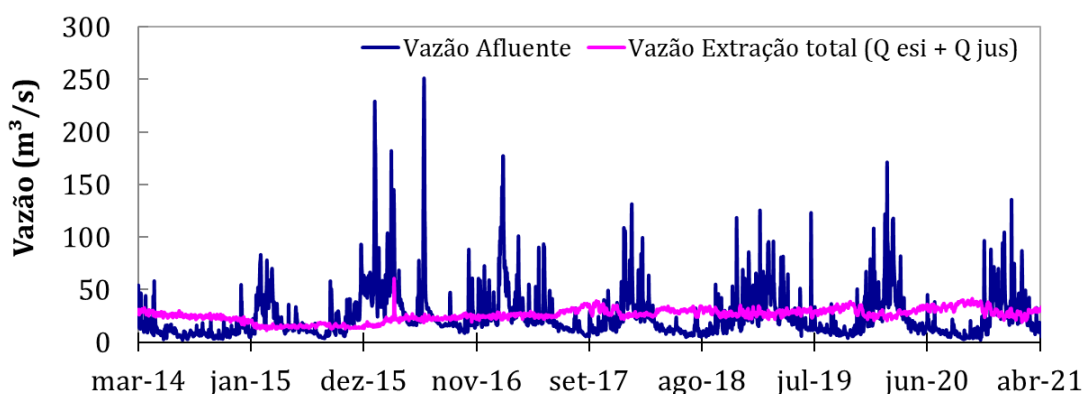


Figura 5. Evolução das vazões (m^3/s) diárias observadas no Sistema Cantareira: afluente (linha azul) e extração total, referente à vazão para atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo – Q esi - somada à vazão a jusante para a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jaguari – Q jus (linha 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.

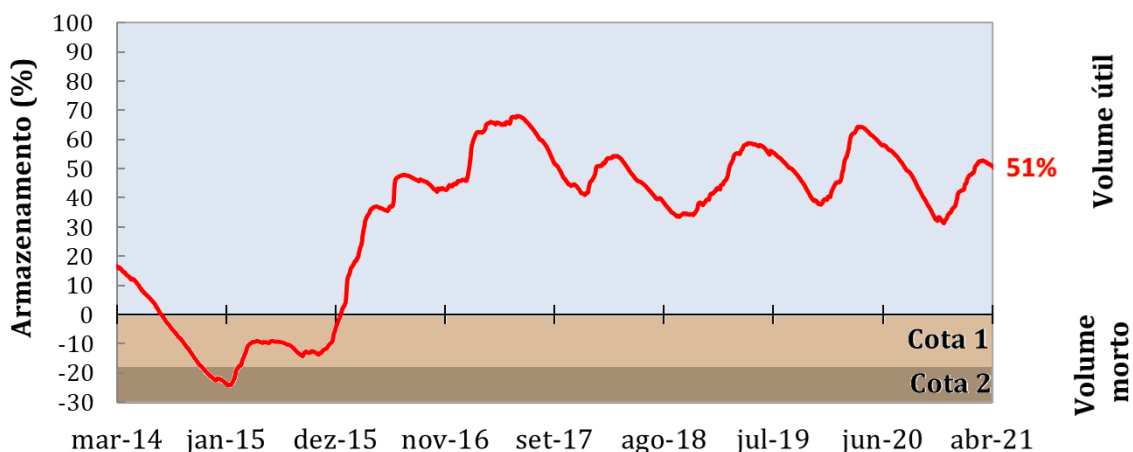


Figura 6. Evolução diária do nível de armazenamento (%) do Sistema Cantareira. Área em azul corresponde ao volume útil do reservatório (982 hm³), em marrom claro à primeira cota do volume morto (182,5 hm³) e em marrom escuro à segunda cota do volume morto (105 hm³). Fonte dos dados: SABESP.

2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira

A estação chuvosa na bacia de captação do Sistema Cantareira encerrou de forma antecipada no mês de março. Em particular, nos próximos 3-10 dias a passagem de uma frente fria deverá provocar algumas precipitações, com volumes relativamente baixos e pouco significativos, porém considerados dentro da média histórica em função da época do ano (**Figura 7**). As previsões (tendência) de chuva para a segunda semana apresentadas na **Figura 8**, indicam um cenário de precipitações muito escassas ou, ainda, ausentes.

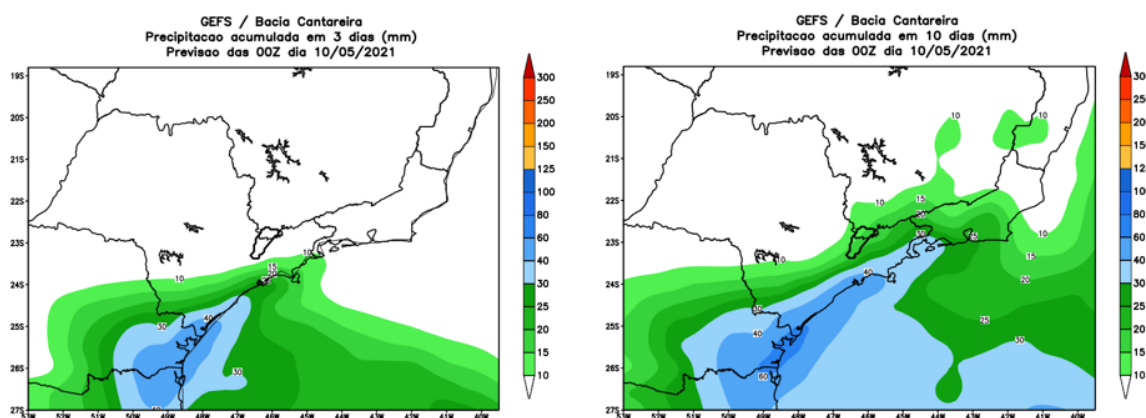


Figura 7. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GFS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta espessa.

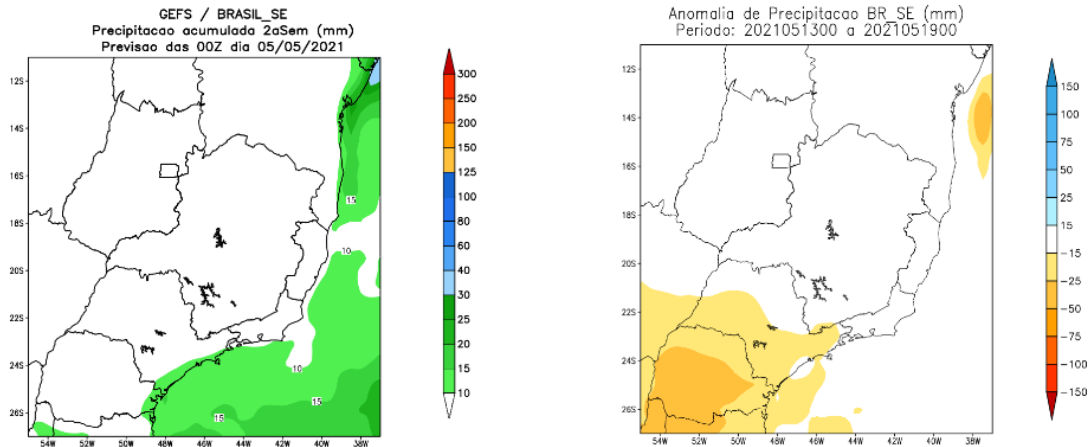


Figura 8. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GEFS/NCEP/NOAA.

3. Previsão de vazão afluente para os próximos dias

Na **Figura 9** (superior) são apresentas as precipitações diárias observadas (26 de abril a 05 de maio de 2021) e previstas (06 a 15 de maio de 2021) dos 31 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 11 mm. A **Figura 9** (inferior) exhibe as vazões diárias observadas e previstas a partir dos 31 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, 14 m³/s.

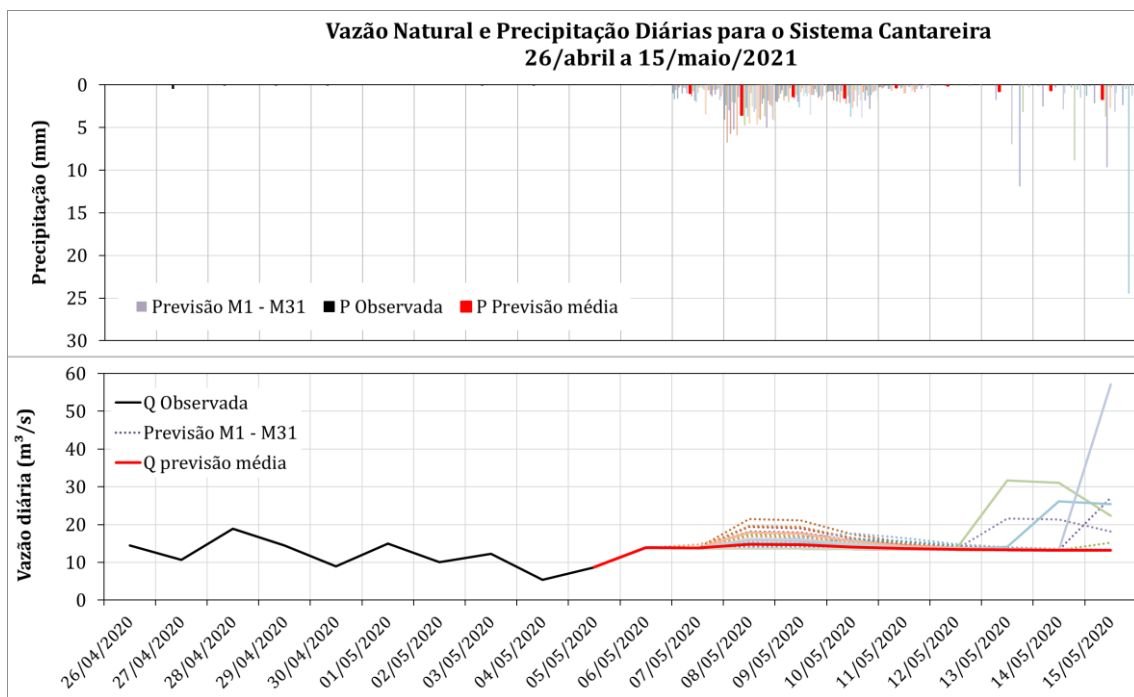


Figura 9. Precipitação (P) e Vazão Natural (Q) diárias para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas

representam os 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, as linhas coloridas correspondem aos 31 membros de previsão de vazão e a linha vermelha corresponde à média destes membros.

4. Projeções de vazão afluente para os próximos meses

A **Figura 10** apresenta as médias mensais de vazão afluente observada e, na sequência, projeções de vazão usando a média dos membros de previsão (06 a 15 de maio de 2021, **Figura 9**) e, a partir do dia 16 de maio foram considerados cinco cenários de precipitação: média histórica (1983-2020), 25% acima da média, 25% e 50% abaixo da média histórica e cenário crítico (maio a setembro de 2011). As simulações indicam que, considerando um cenário hipotético de chuva na média histórica, a vazão afluente no período de maio a setembro de 2021, poderá alcançar cerca de 19 m³/s, o que representa 68% da média histórica desse período (28 m³/s). Para cenários de precipitações 25% e 50% abaixo da média histórica, as simulações apontam projeções de vazões da ordem de 54% e 42% da média histórica desse mesmo período, respectivamente.

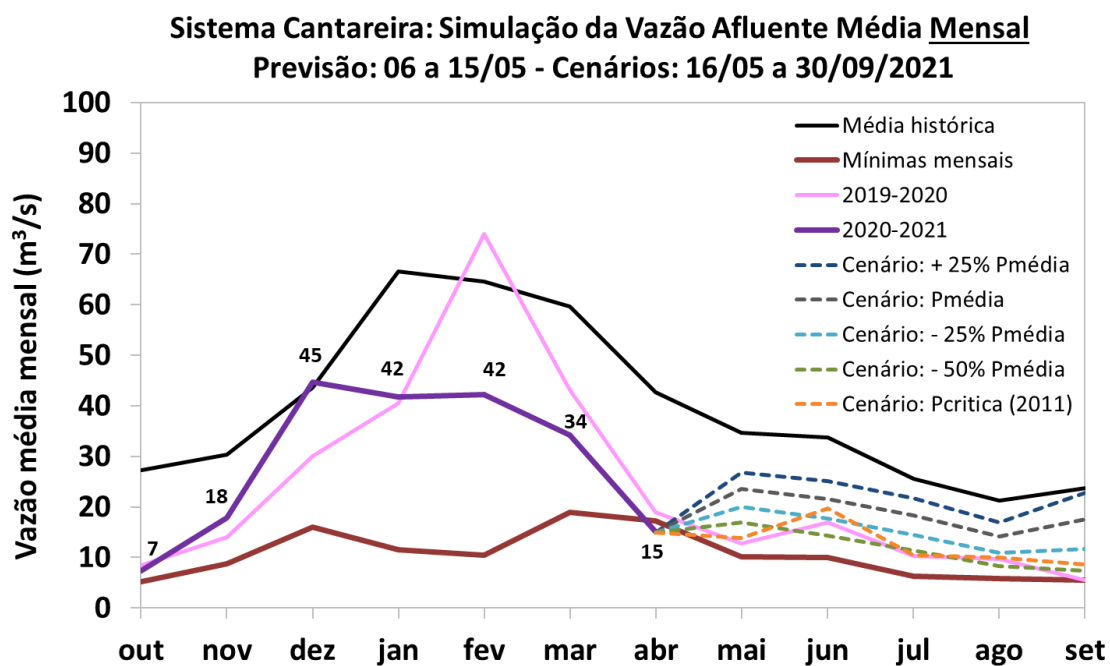


Figura 10. Histórico e simulação de vazão média mensal (em m³/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas) considerando a previsão e cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (azul escuro) e cenário crítico (laranja). As linhas espessas representam as vazões médias mensais observadas, de acordo com a SABESP: média histórica (preto); mínimos mensais (marrom); série de outubro de 2019 a setembro de 2020 (magenta); e de outubro de 2020 a abril de 2021 (roxo).

5. Projeções de armazenamento para os próximos meses

A **Figura 11** apresenta as projeções da evolução do volume útil armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira utilizando: previsão e projeções de vazão afluente da **Figura 9** e **Figura 10**, 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 Jundiaí) 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 (de acordo com a Resolução ANA Nº 1931) para o período de simulação. As projeções indicam que o armazenamento no Sistema Cantareira, nas próximas semanas, permanecerá na faixa de operação “atenção” (entre 40 e 60%). No final de setembro de 2021, as projeções considerando precipitação 25% acima da média histórica indicam que o reservatório poderá se manter na faixa “atenção”. Entretanto, nas projeções considerando chuva na média histórica, 25% e 50% abaixo da média e no cenário crítico, indicam que o reservatório chegará no final do horizonte de projeções em situação mais pessimista, caindo para a faixa de operação “alerta” (entre 30 e 40%).

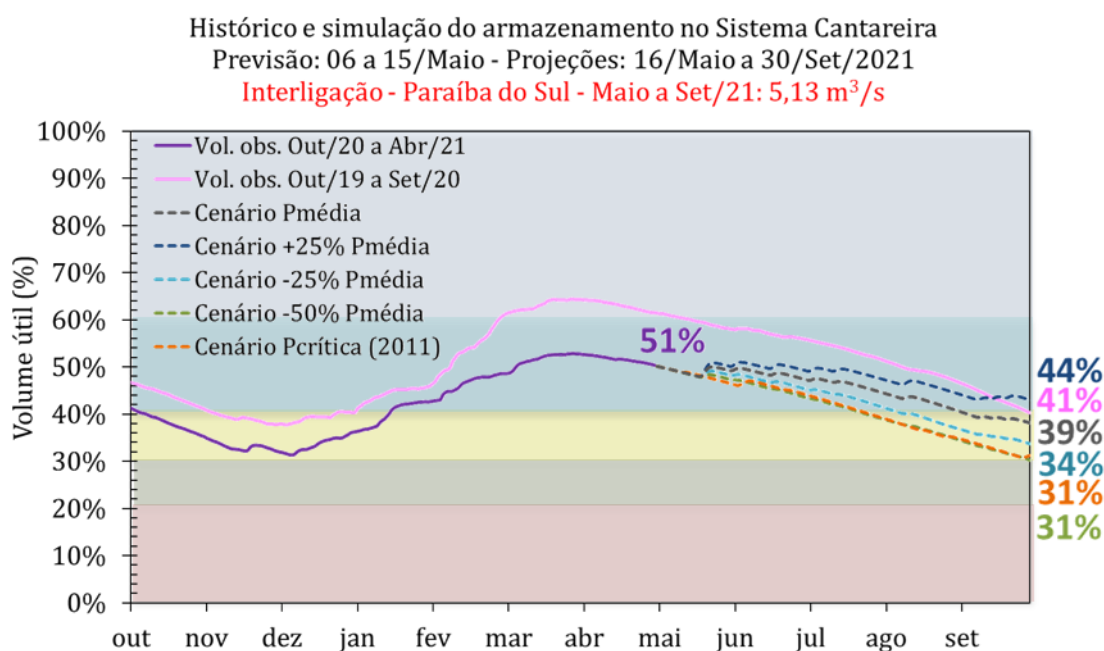


Figura 11. Projeções de armazenamento do Sistema Cantareira (linhas tracejadas) para cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% (azul claro) abaixo da média histórica, na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (azul escuro) e cenário crítico (laranja). Nesta simulação considera-se a vazão de aporte da interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul com média igual a 5,13 m³/s. A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira no período outubro de 2019 a setembro de 2020 e a linha roxa no período de outubro de 2020 a abril de 2021. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925.