

BOLETIM

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

Pesquisadores colaboradores

Elisângela Broedel

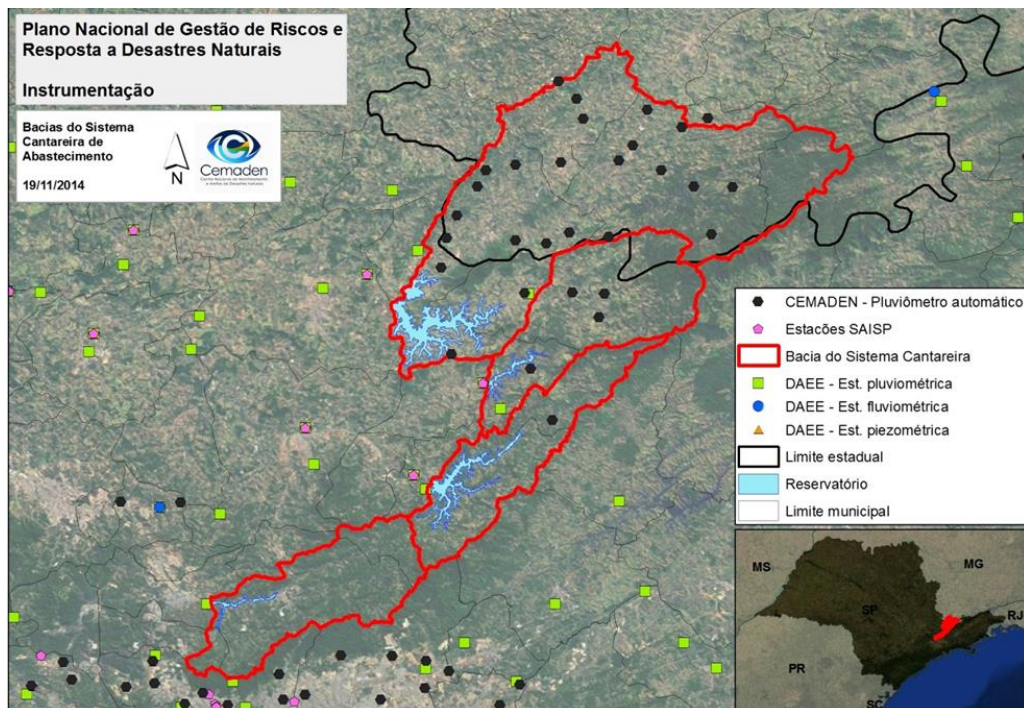
Giovanni Dolif

Karinne Deusdará-Leal

Marcelo Seluchi

Wanderley Mendes

Localizado ao norte da Grande São Paulo, o Sistema Cantareira é formado por 5 reservatórios: Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro (como mostrado da figura abaixo) e Águas Claras (fora da área da figura). 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, atualmente, de 7,4 milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo.



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

1. Situação atual do Sistema Cantareira

A precipitação média espacial, acumulada durante o período chuvoso de 01 de outubro a 28 de fevereiro de 2019, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE/ SAISP¹ e 26 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi de 881 mm (887¹mm), o que representa 77,7% (78,3%¹) da média climatológica do período chuvoso, compreendido entre outubro a março (1133 mm) (Figura 1). Para o mês de fevereiro de 2019, a precipitação média espacial foi de 162 mm (161¹mm), o que representa 79,6% (80,3%¹) da média climatológica para este mês (202 mm).

A vazão média afluyente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) de 01 de outubro a 28 de fevereiro de 2019, de acordo com dados da SABESP² e da ANA³ foi de 32 m³/s (Figura 2), 64% da vazão média para a estação chuvosa (50 m³/s). Para o mesmo período, a vazão média de extração total foi de 27,6 m³/s (Figura 3) e a vazão média de interligação com o Sistema Paraíba do Sul foi de 6,0 m³/s.

Para o mês de fevereiro de 2019, a vazão média afluyente foi 38,7m³/s, o que representa 60% da vazão média mensal histórica (65 m³/s). Para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira para o sistema elevatório Santa Inês (Qesi), que abastece a cidade de São Paulo, foi de 24,5 m³/s, e a vazão de jusante (Qjus) que contribui com a bacia dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá (bacia PCJ) foi de 3,2 m³/s. Juntas, estas duas vazões representam a extração total do sistema Cantareira, que foi de 27,7 m³/s. Ainda no mês de fevereiro, a vazão média de interligação com o Sistema Paraíba do Sul foi de 4,8 m³/s.

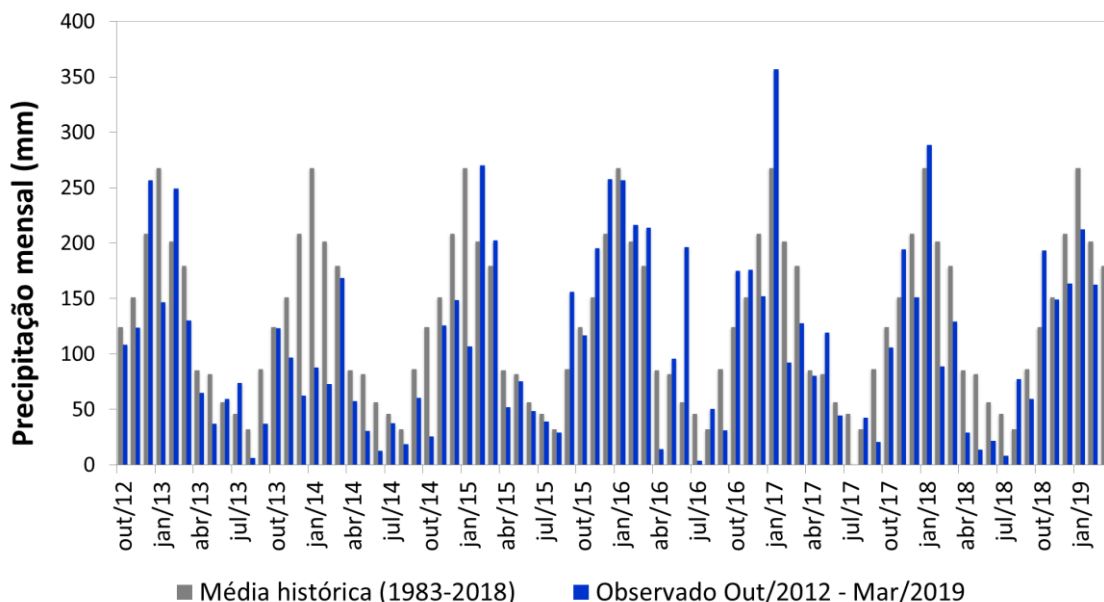


Figura 1. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (em mm) de acordo com os dados do CEMADEN. Ano hidrológico: outubro – setembro.

¹ DAEE / SAISP: Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo / Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo.

² SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/Situação dos Mananciais.

³ ANA: Agência Nacional de Águas.

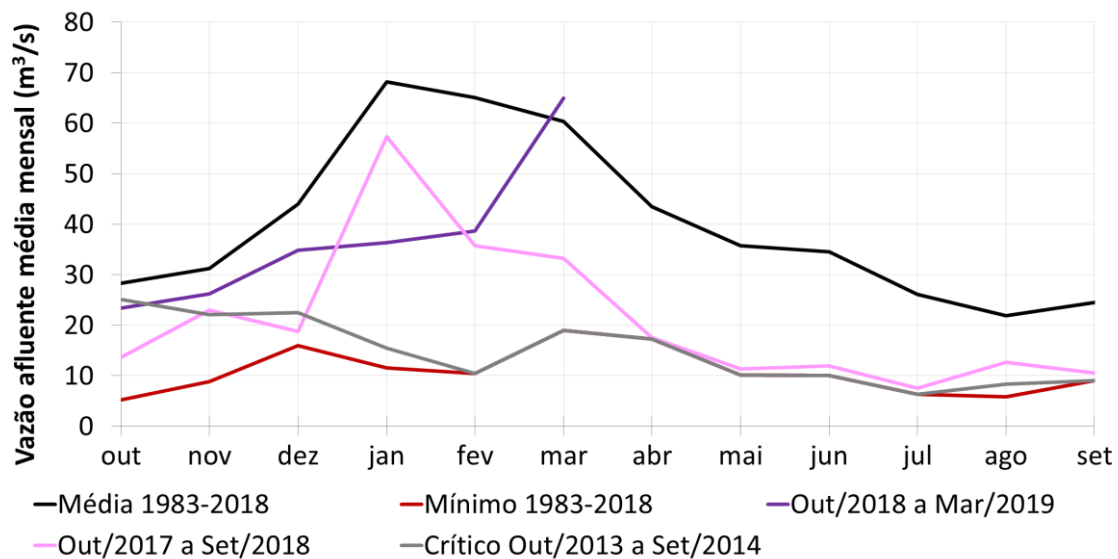


Figura 2. Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias e mínimas mensais para o período 1983 – 2018. As linhas cinza e magenta correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais de outubro 2013 a setembro de 2014 e de outubro de 2017 a setembro de 2018. A linha roxa corresponde à vazão média mensal de 01 de outubro de 2018 a 13 de março de 2019.

A evolução da vazão afluente, bem como da vazão defluente e do volume útil armazenado no Sistema Cantareira, ao longo do período de 01 de março de 2014 a 13 de março de 2019, podem ser observados na Figura 3. O Sistema operou em 13 de março de 2019 com 52,3% do volume útil ($982,0 \text{ hm}^3$).

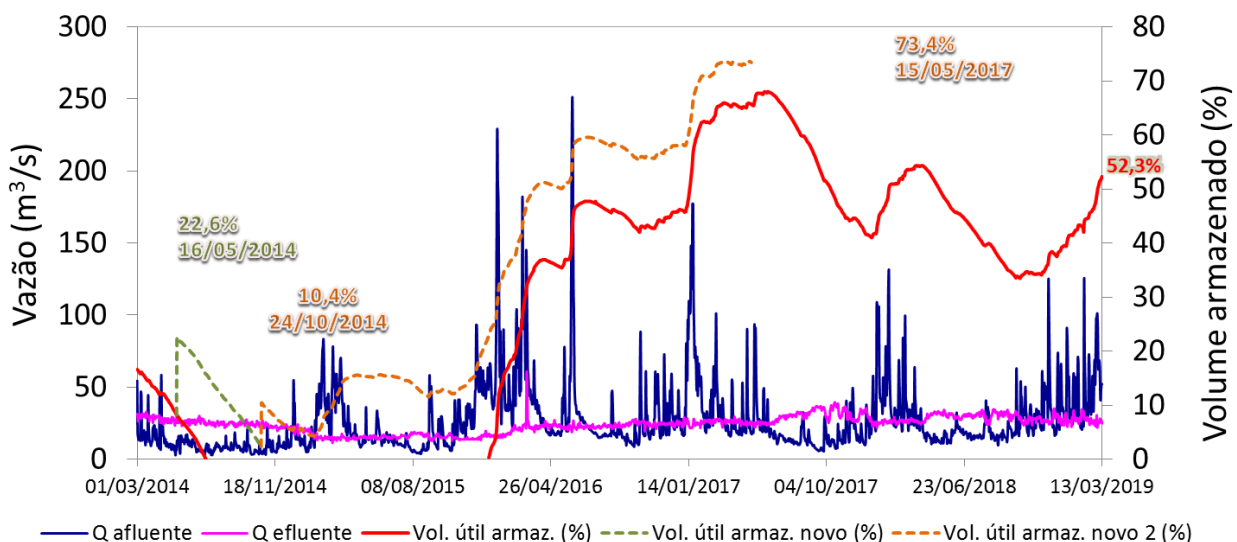


Figura 3. Evolução da vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (linha azul), da vazão de extração total (vazão para atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo - Q esi - somada à vazão a jusante para a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jaguari - Q jus - linha magenta), e do volume útil armazenado (em %) do Sistema Cantareira (linha vermelha), do volume útil armazenado novo (linha verde, considerando volume útil + volume morto 1 – adicionada no dia 16/05/2014) e do volume útil armazenado novo 2 (linha laranja, considerando volume útil + volume morto 1 + volume morto 2 – adicionada no dia 24/10/2014 e utilizada até o dia 15/05/2017). (Fonte: SABESP).

2. Previsão de Chuva para o Sistema Cantareira

As previsões baseadas no modelo numérico GFS/NOAA⁴ indicam que nos próximos 10 dias há previsão de chuva, principalmente em forma de pancadas durante a tarde/noite. Os totais pluviométricos acumulados estarão, muito provavelmente, próximos aos valores médios históricos da época (Figura 4). A Figura 5 mostra as previsões (tendência) de chuva para a segunda semana, onde, na bacia do Cantareira, os volumes pluviométricos previstos permanecem próximos à média histórica.

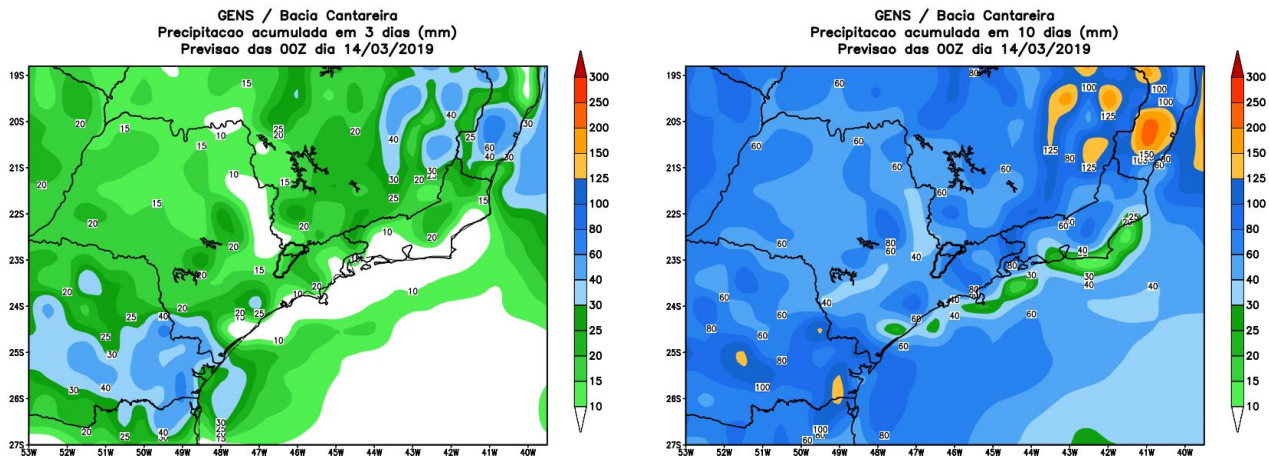


Figura 4. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GFS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta espessa.

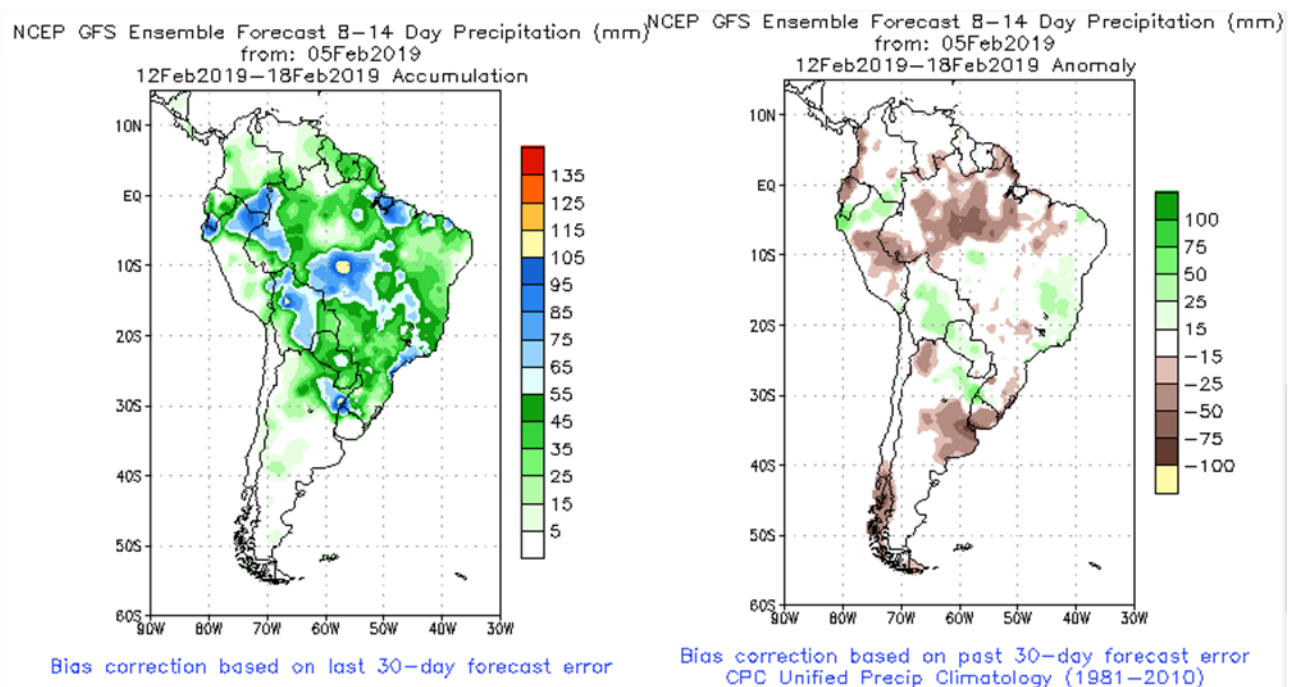


Figura 5. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GFS/NCEP/NOAA.

⁴ GFS/NOAA: *Global Forecast System/ National Oceanic and Atmospheric Administration*

3. Previsão e Cenários de vazão afluente

Na Figura 6 (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (05 a 13 de março de 2019) e previstas (14 a 23 de março de 2019) dos 21 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 50 mm. A Figura 6 (inferior) exhibe as vazões diárias observadas e previstas dos 21 membros de previsão, assim como a média destes. A previsão da vazão média, de acordo com o modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN), para os próximos 10 dias é de, aproximadamente, 41 m³/s.

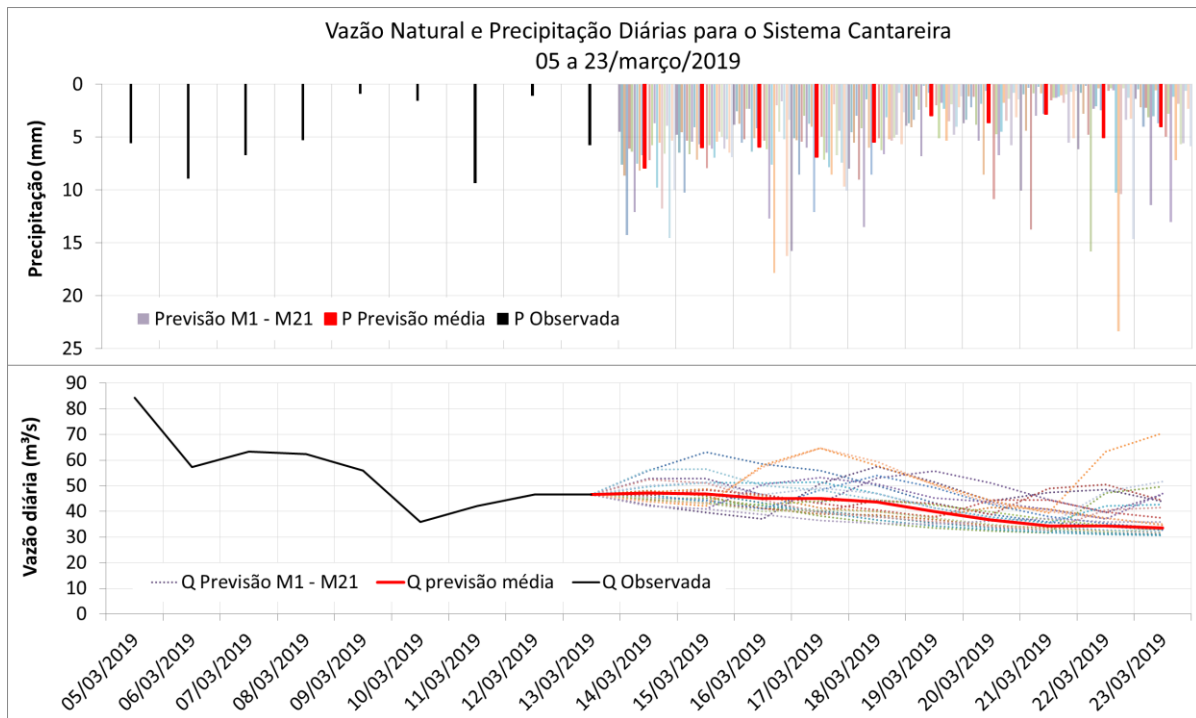


Figura 6. Precipitação (P) e Vazão Natural (Q) diárias para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 21 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA (50x50 km) e as barras vermelhas 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.

A Figura 7 apresenta, além das vazões médias mensais observadas, as projeções de vazão média mensal afluente (em m³/s), usando a média dos membros de previsão de vazão para o período 14 a 23 de março de 2019 (conforme apresentado na Figura 6), e cenários de precipitação para o período de 24 de março a 30 de setembro de 2019. 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 24 de março a 30 de setembro de 2017. As simulações indicam que, considerando um cenário de chuva na média histórica, a vazão média no período de março a setembro de 2019 seria 27,8 m³/s, o que representa 78,9% da média histórica desse período (35 m³/s).

Sistema Cantareira: Simulação da Vazão Afluente Média Mensal Previsão: 14 a 23/03 - Cenários: 24/03 a 30/09/2019

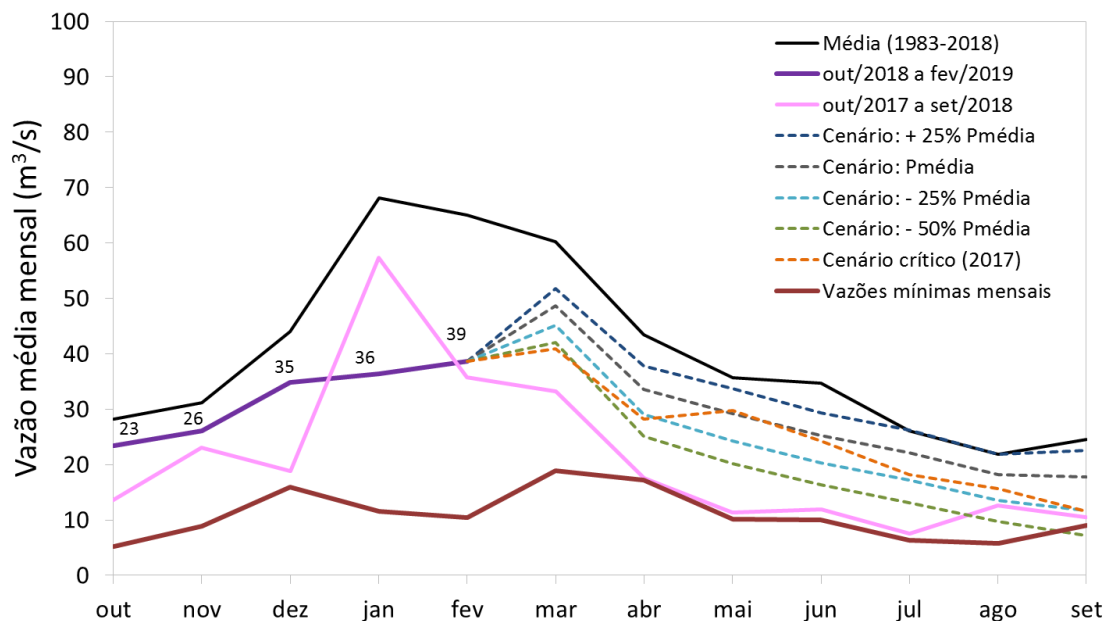


Figura 7. Cenários de vazão natural média mensal (em m^3/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas): precipitação 50% abaixo da média climatológica (verde); precipitação 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza); 25% acima da média climatológica (azul escuro); e cenário crítico (2017) (laranja). As linhas espessas representam as vazões médias mensais observadas, de acordo com a SABESP: média histórica (preto); mínimos mensais (marrom); de outubro de 2017 a setembro de 2018 (magenta); e de 01 de outubro de 2018 a 13 de março de 2019 (roxo).

4. Simulação da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira

A Figura 8 apresenta as projeções da evolução do volume útil armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira utilizando: a previsão e as projeções de vazões das Figura 6 e Figura 7, 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 ($2,09 m^3/s$ e $1,55 m^3/s$, respectivamente); e aporte de interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul, cuja vazão média é $5,13 m^3/s$, para os períodos em que a simulação indique condição de armazenamento abaixo de 60% da capacidade do reservatório, de acordo com as regras estabelecidas pela Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925 e Resolução ANA Nº 1.931. Em contrapartida, na Figura 9 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 de precipitações pluviométricas na média climatológica, no dia 30 de setembro de 2019, o volume armazenado no Sistema Cantareira, considerando a interligação, seria de aproximadamente $484 hm^3$ (49% de $982 hm^3$, capacidade de armazenamento do Sistema Cantareira) e, na simulação sem a interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul, o reservatório estaria com aproximadamente $395 hm^3$ (40% da capacidade de armazenamento). Os valores de armazenamento para outros cenários, bem como outras datas, encontram-se resumidos na Tabela 1.

Evolução do Armazenamento do Sistema Cantareira 14/março a 30/setembro/2019

Extrações (Qesi) segundo Resolução Conjunta ANA/DAEE N°925

Q Jusante Nov-Mar: 1,55 m³/s e Ago-Out: 2,09 m³/s

Q média do aporte da Interligação - Paraíba do Sul: 5,13 m³/s

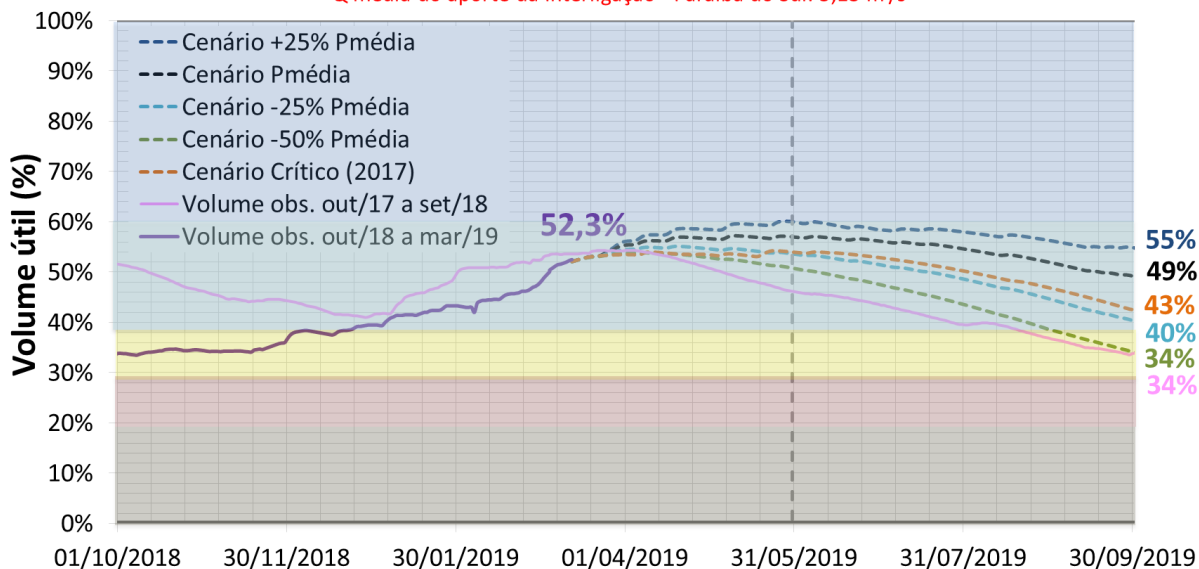


Figura 8. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha verde), 25% abaixo da média climatológica (linha azul claro), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul escuro) e cenário crítico (linha laranja). Nesta simulação consideram-se o volume útil de 982,0 hm³ e as regras condicionais de extração (Qesi), de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE N° 925, assim como a vazão (Q) média de aporte da interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul, de acordo com a resolução ANA N° 1931. A vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiá) considerou-se igual à média praticada nos anos 2014 a 2016, para as estações seca e chuvosa. A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira no período outubro/2017 a setembro/2018. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE N° 925.

Evolução do Armazenamento do Sistema Cantareira
14/março a 30/setembro/2019

Extrações (Qesi) segundo Resolução Conjunta ANA/DAEE N°925

Q Jusante Nov-Mar: 1,55 m³/s e Ago-Out: 2,09 m³/s

Sem Interligação com a bacia do rio Paraíba do Sul

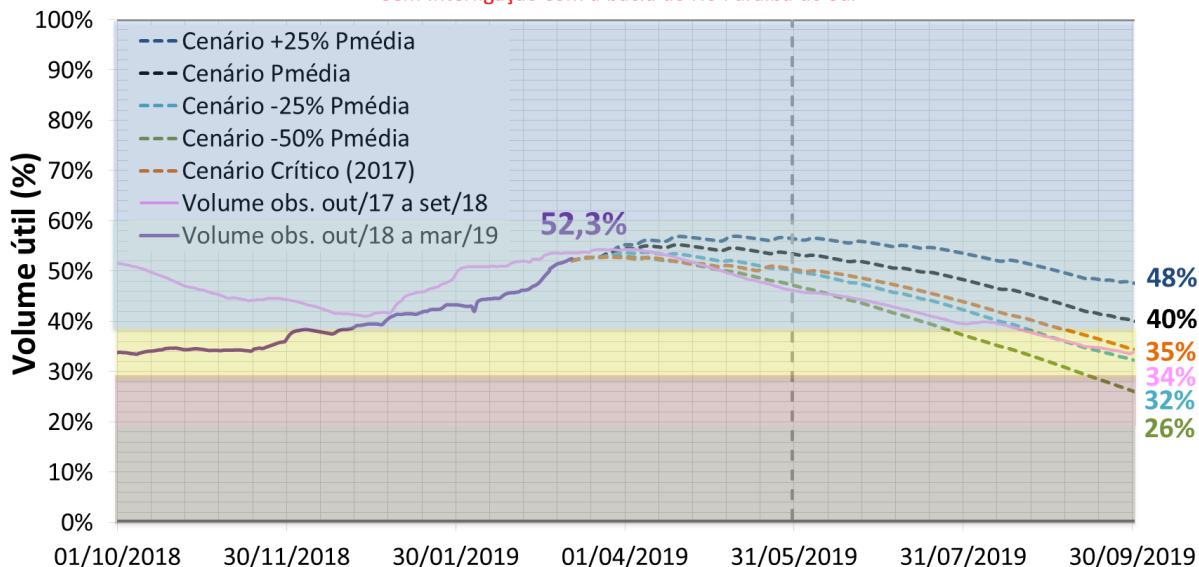


Figura 9. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha verde), 25% abaixo da média climatológica (linha azul claro), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul escuro) e cenário crítico (linha laranja). Nesta simulação consideram-se o volume útil de 982,0 hm³ e as regras condicionais de extração (Qesi), de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE N° 925. A vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiá) considerou-se igual à média praticada nos anos 2014 a 2016, para as estações seca e chuvosa. A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira no período outubro/2017 a setembro/2018. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE N° 925.

Tabela 1. Resumo da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para o período de 14 de março a 30 de setembro de 2019 para cinco cenários de precipitação, considerando a extração total (Qesi + Qjus) de acordo com as regras condicionantes determinadas pela resolução conjunta ANA/DAEE N° 925 e também, considerando a interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul (Qmédia = 5,13 m³/s).

% do volume útil (982 hm ³) em:	Cenários de Precipitação				
	50% abaixo da média	25% abaixo da média	Média climatológica	25% acima da média	Crítico (precipitação de 2017)
31/05/2019 (Sem Interligação)	47%	50%	53%	56%	50%
31/05/2019 (com interligação)	51%	54%	57%	60%	54%
30/09/2019 (Sem Interligação)	26%	32%	40%	48%	35%
30/09/2019 (com interligação)	34%	40%	49%	55%	43%