

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

Situação Atual e Projeção Hidrológica para o Sistema Cantareira

1) Situação atual do Sistema Cantareira

A precipitação média espacial, acumulada durante o período de 01 de abril a 24 de setembro de 2018, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE/ SAISP¹ e 27 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi de 207,6 mm (191,5¹mm), o que representa 53,3% (49,2%¹) da média climatológica para a estação seca, compreendida entre abril e setembro (389,5¹mm) (Figura 1 e Figura 2). Para o mês de setembro de 2018, a precipitação média espacial foi de 56,2 mm (50,3¹mm), o que representa 64,9% (58,1%¹) da média climatológica para o mês (86,6 mm).

A vazão média afluente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) durante o período de 01 de abril a 24 de setembro de 2018, de acordo com dados da SABESP² e do ANA³ foi de 11,9 m³/s (Figura 3), 62,3% abaixo da vazão média na estação seca (31,6 m³/s) e, para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira foi de 30,3 m³/s (Figura 4). Ainda de acordo com a mesma fonte, para o mês de setembro de 2018, a vazão média afluente (até dia 24) foi 10,6 m³/s, 57,5% abaixo da vazão média mensal (24,9 m³/s) e, para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira foi de 30,8 m³/s.

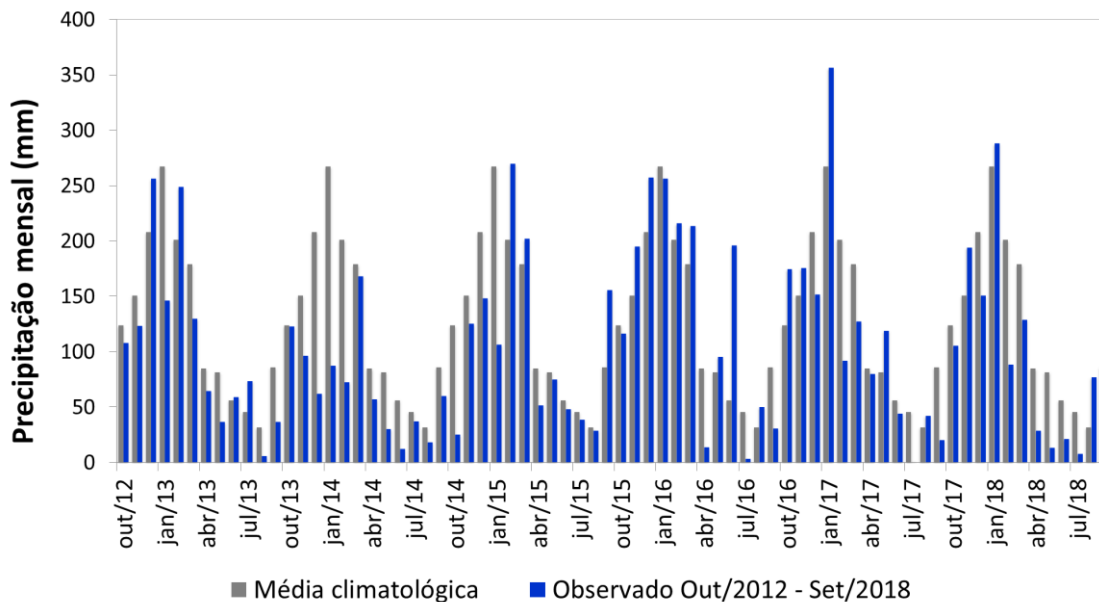


Figura 1. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (em mm) de acordo com os dados do CEMADEN. Ano hidrológico: outubro – setembro

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.

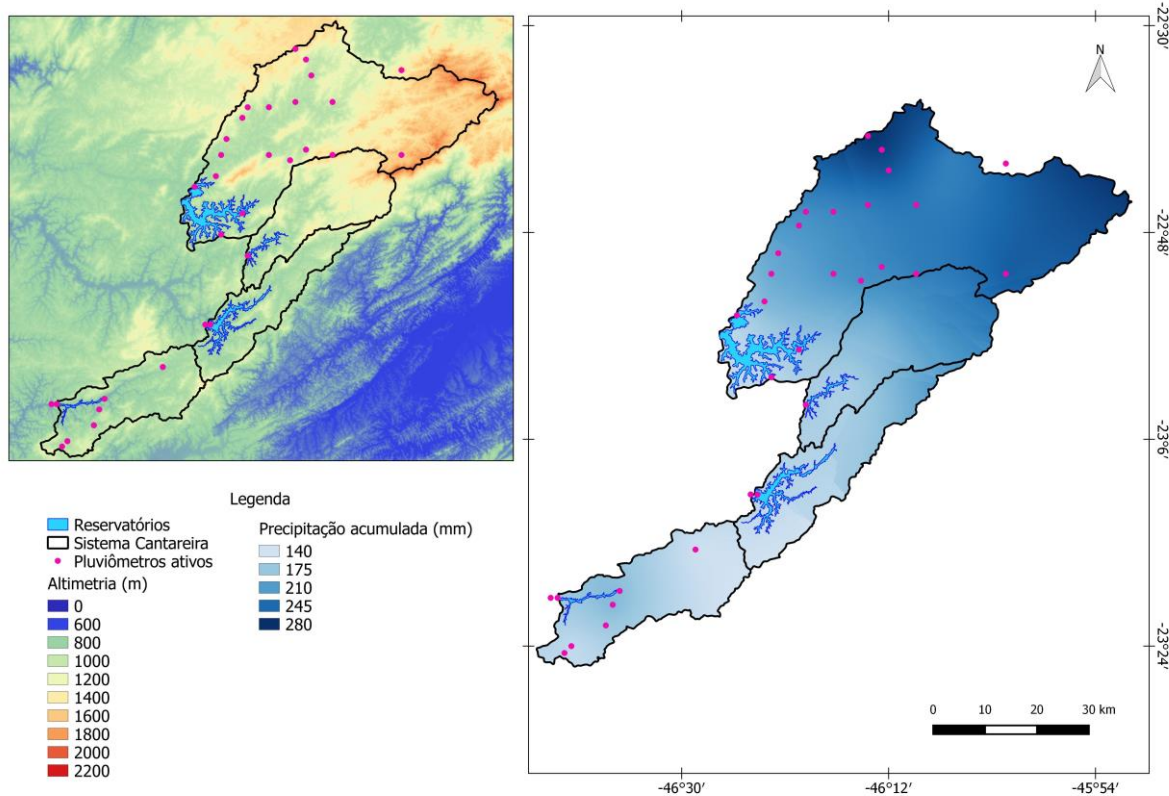


Figura 2. Precipitação observada (em mm) nas sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (contornos pretos) para a estação seca de 01 de abril a 24 de setembro de 2018 (direita) e localização dos pluviômetros operantes (pontos magenta), sendo 27 do CEMADEN e 07 do DAEE/SAISP (esquerda). As cores das figuras representam a quantidade de precipitação e as alturas topográficas com relação ao nível do mar, de acordo com a escala da legenda.

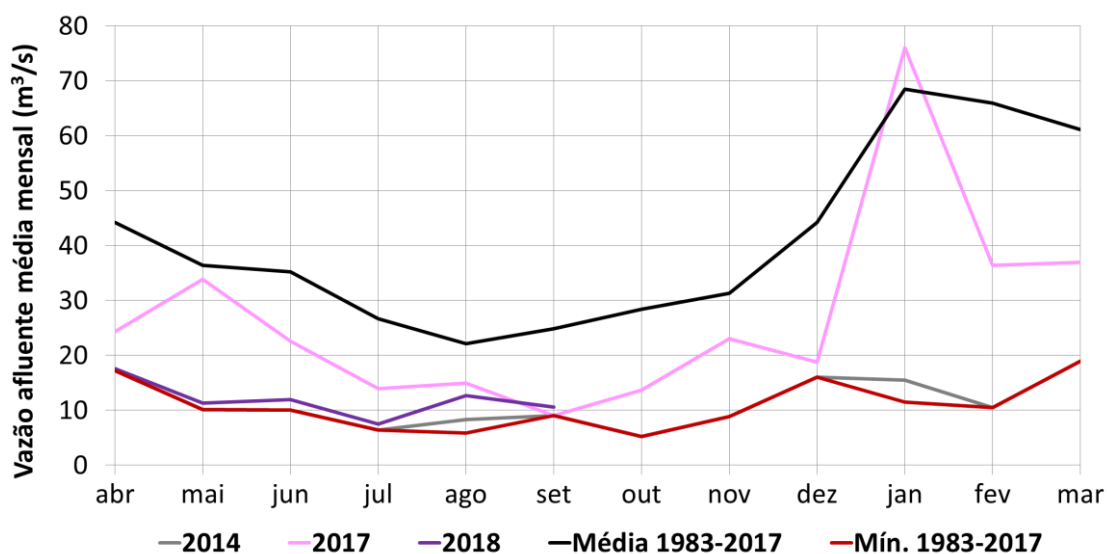


Figura 3. Vazão afluente (em m³/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias e mínimas mensais para o período 1983 – 2017. As linhas cinza e magenta correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais de 2014 e 2017. A linha roxa corresponde à vazão média mensal de 01 de abril a 24 de setembro de 2018.

A evolução da vazão afluyente, bem como da vazão defluyente e do volume útil armazenado no Sistema Cantareira, ao longo do período de 01 de março de 2014 a 24 de setembro de 2018, pode ser observado na Figura 4. O Sistema operou em 24 de setembro de 2018 com 34,3% do volume útil ($982,0 \text{ hm}^3$).

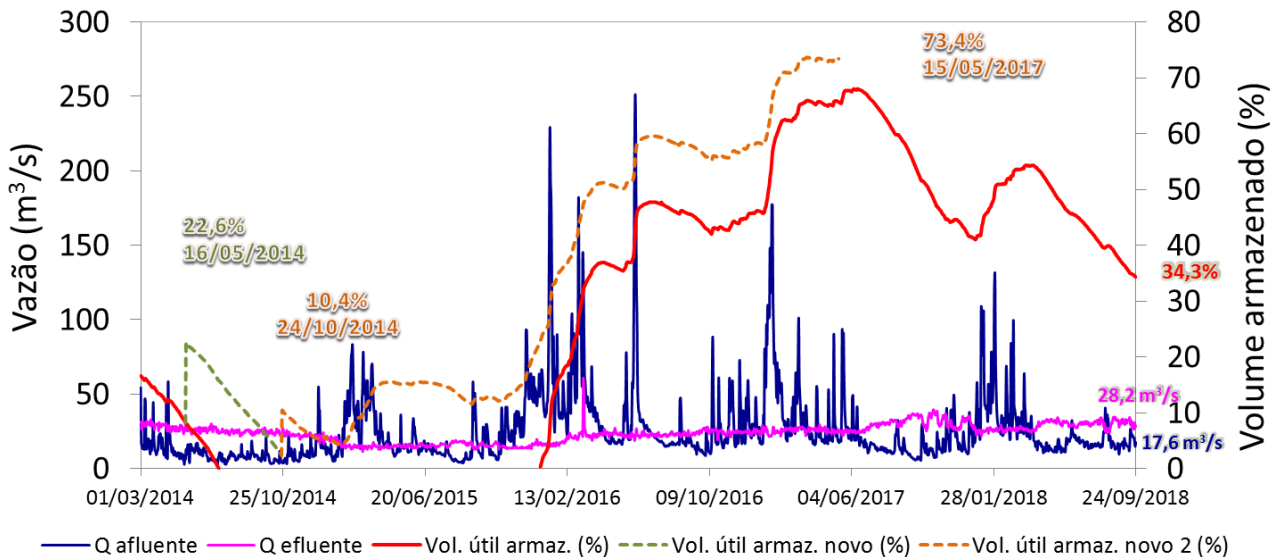


Figura 4. Evolução da vazão afluyente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (linha azul), da vazão de extração total (vazão para atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo - Q_{esi} - somada à vazão a jusante para a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jaguari - Q_{jus} - linha magenta), 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 são esperadas precipitações para a região de abrangência da Bacia (Figura 5), com volumes próximos à média histórica. A Figura 6 mostra as previsões (tendência) de chuva para a segunda semana, onde, na bacia do Cantareira, persiste a chance de ocorrência de pancadas de chuva com volumes próximos à média. Ressalta-se que, em média, a estação chuvosa na região tem início em meados do mês de outubro.

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

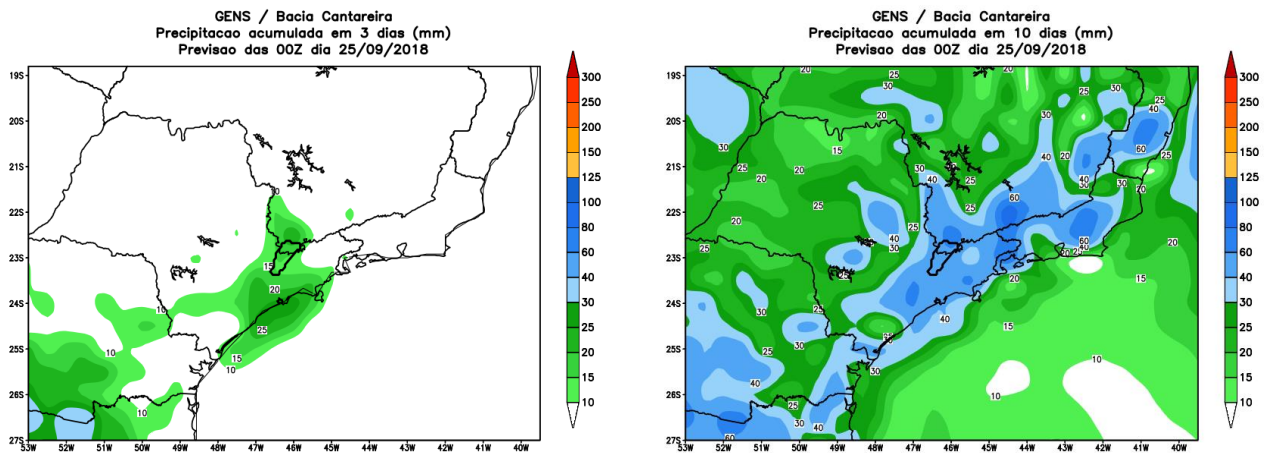


Figura 5. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GFS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta espessa.

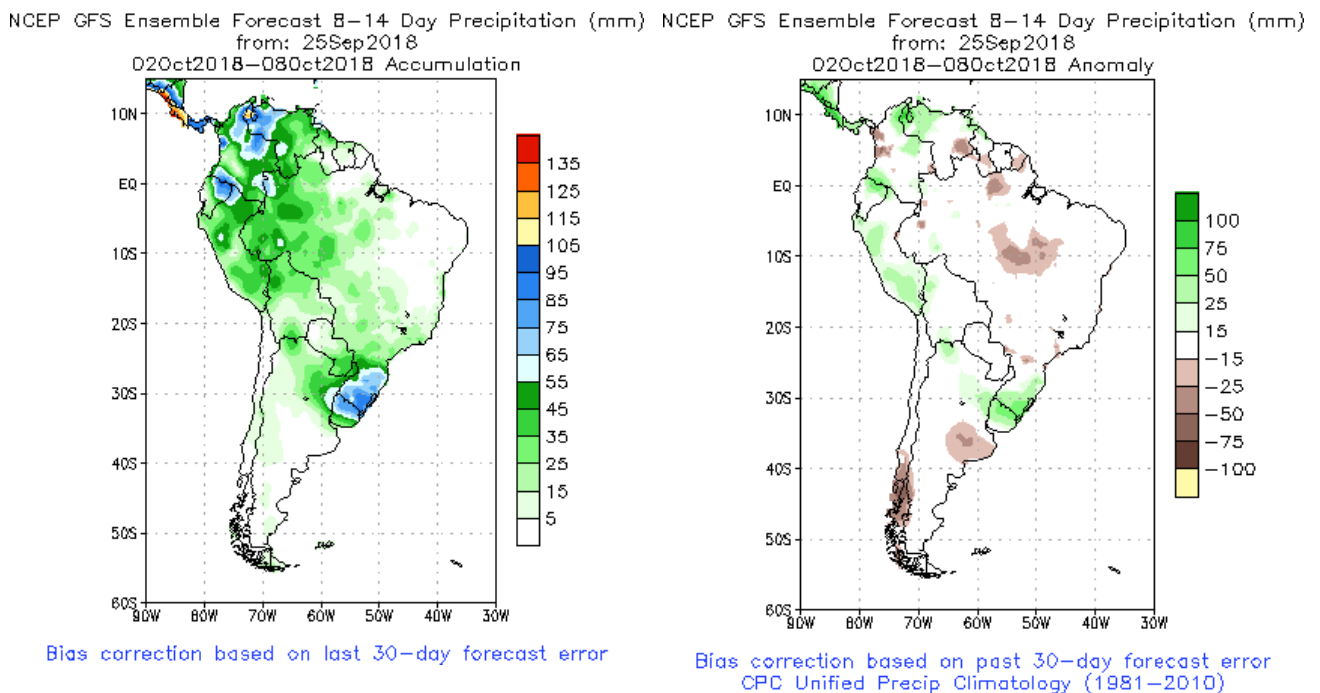


Figura 6. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GFS/NCEP/NOAA.

3) Previsão e Cenários de vazão afluyente

Na Figura 7 (superior) são apresentas as precipitações diárias observadas (16 a 24 de setembro, de 2018) e previstas (25 de setembro a 4 de outubro, de 2018) dos 21 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 24,5 mm. A Figura 7 (inferior) exhibe as vazões diárias observadas e previstas dos 21 membros de previsão, assim como a média destes. A

previsão da vazão de acordo com o modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN) é de, aproximadamente, $8,9 \text{ m}^3/\text{s}$.

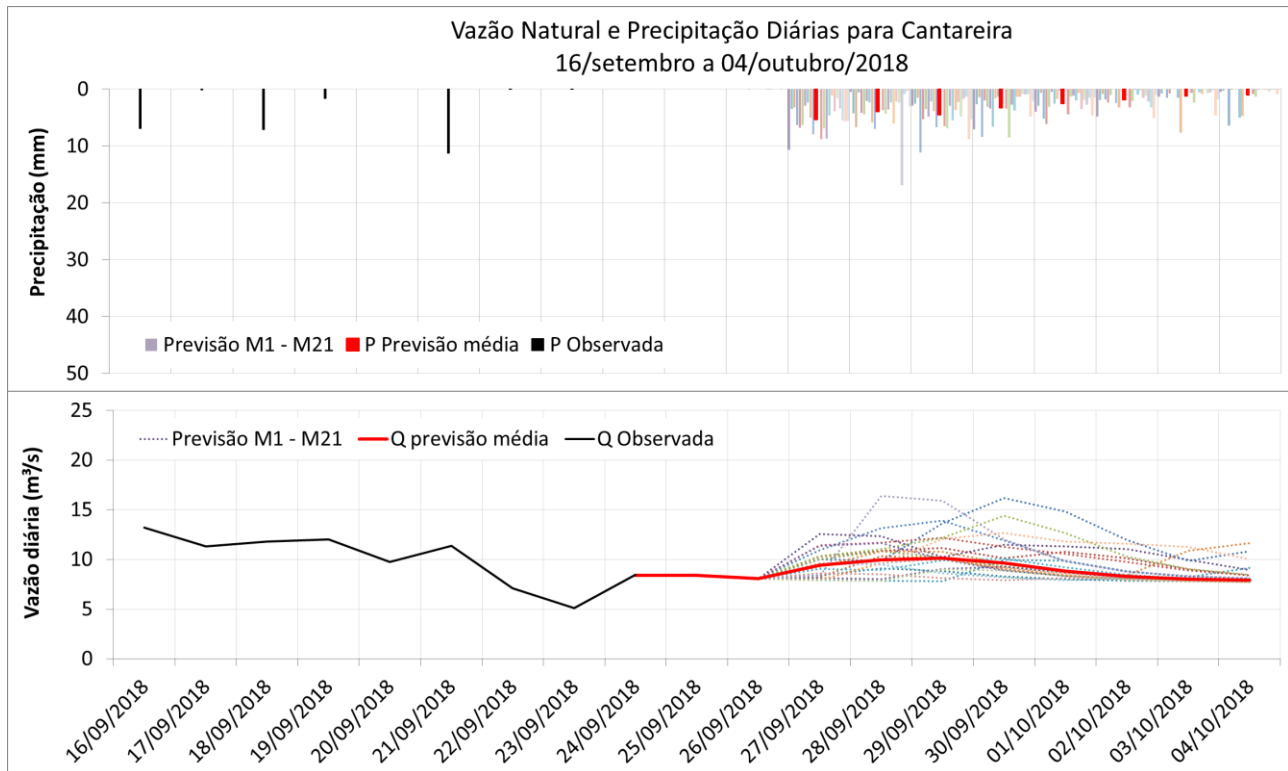


Figura 7. Precipitação (P) e Vazão Natural (Q) diárias para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 21 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA ($50 \times 50 \text{ km}$) e as 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 8 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 25 de setembro a 04 de outubro de 2018 (conforme apresentado na Figura 7), e cenários de precipitação para o período de 5 de outubro de 2018 a 31 de março 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 5 de outubro de 2013 a 31 de março de 2014.

Sistema Cantareira: Simulação da Vazão Afluente Média Mensal

Previsão: 25/09 a 04/10 - Cenários: 05/10/2018 a 31/03/2019

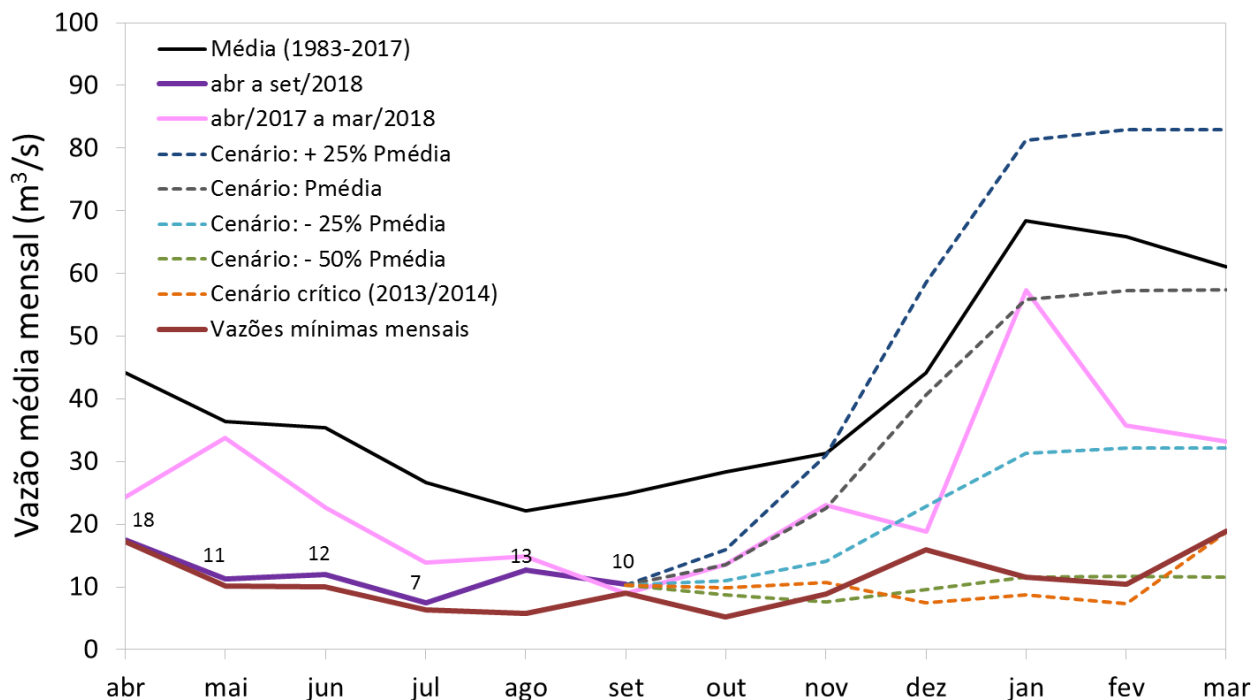


Figura 8. Cenários de vazão natural média mensal (em m^3/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas): precipitação 50% abaixo da média climatológica (verde); precipitação 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza); 25% acima da média climatológica (azul escuro); e cenário crítico (período de 2013/2014) (laranja). As linhas espessas representam as vazões médias mensais observadas, de acordo com a SABESP: média histórica (preto); mínimos mensais (marrom); de abril de 2017 a março de 2018 (magenta); e de 01 de abril a 24 de setembro de 2018 (roxo).

4) Simulação da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira

A Figura 9 apresenta as projeções da evolução do volume útil armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira utilizando: a previsão e as projeções de vazões das Figura 7 e Figura 8, 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. Na Figura 10 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 31 de março de 2019, o volume armazenado no Sistema Cantareira, considerando a interligação, seria de aproximadamente $585,9 hm^3$ (59,7% 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 522,9 hm³ (53,3%). Os valores de armazenamento para outros cenários bem como outras datas, encontram-se resumidos na Tabela 1.

Evolução do Armazenamento do Sistema Cantareira 25/set/2018 a 31/mar/2019

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

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

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

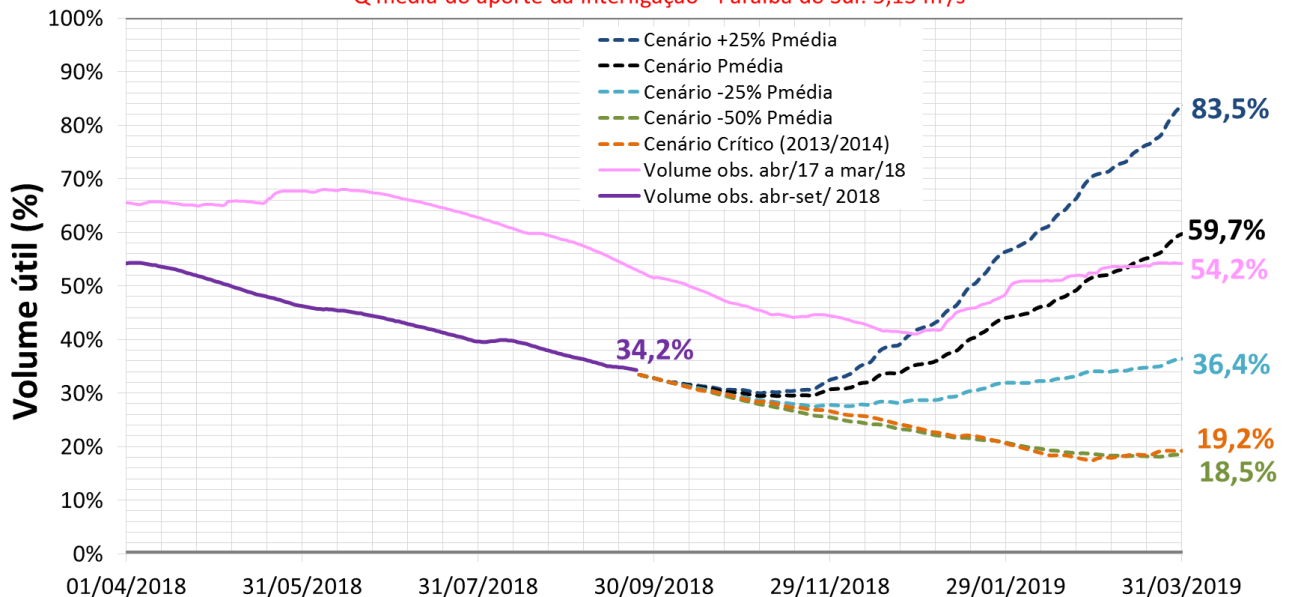


Figura 9. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha verde), 25% abaixo da média climatológica (linha azul claro), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul escuro) e cenário crítico correspondente ao período de 2013/2014 (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 anterior (01 de abril de 2017 a 31 de março de 2018).

Evolução do Armazenamento do Sistema Cantareira 25/set/2018 a 31/mar/2019

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

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

Sem Interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul

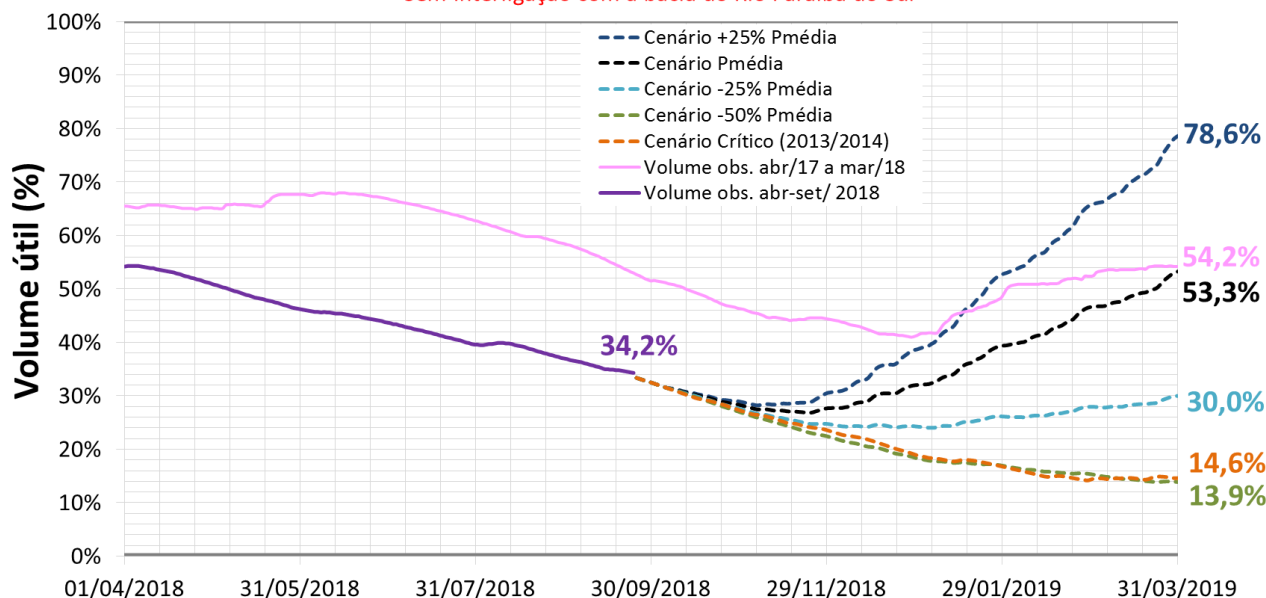


Figura 10. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha verde), 25% abaixo da média climatológica (linha azul claro), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul escuro) e cenário crítico correspondente ao período de 2013/2014 (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 anterior (01 de abril de 2017 a 31 de março de 2018).

Tabela 1. Resumo da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para o período de 25 de setembro de 2018 a 31 de março 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 2013/2014) |
| 30/11/2018 (com interligação) | 25,5% | 27,8% | 30,7% | 32,5% | 26,6% |
| 30/11/2018 (sem interligação) | 22,2% | 24,8% | 27,7% | 30,6% | 23,6% |
| 31/03/2019 (com interligação) | 18,5% | 36,4% | 59,7% | 83,5% | 19,2% |
| 31/03/2019 (sem interligação) | 13,9% | 30,0% | 53,3% | 78,6% | 14,6% |