Outubro Nº: 06/2018

São José dos Campos, 06 de novembro de 2018.

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 30 de setembro de 2018, que corresponde a estação seca, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE/ SAISP[1] e 27 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi de 211,1 mm (194,2[1]mm), o que representa 54,2% (49,9%[1]) da média climatológica (389,5[1]mm) (Figura 1 e Figura 2). Para o mês de outubro de 2018 (até dia 29), a precipitação média espacial foi de 193,5 mm (192,9[1]mm), o que ultrapassa a média climatológica para este mês (124,3 mm), em cerca de 55% (56[1] %).

A vazão média afluente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) durante o período de 01 de abril a 30 de setembro de 2018, de acordo com dados da SABESP[2] e do ANA[3] foi de 11,9 m^3/s (Figura 3), 62,3% abaixo da vazão média na estação seca (31,6 m^3/s) e, para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira foi de 30,3 m^3/s (Figura 4). Ainda de acordo com a mesma fonte, para o mês de outubro de 2018, a vazão média afluente (até dia 29) foi 23,4 m^3/s, 17,6% abaixo da vazão média mensal (28,4 m^3/s) e, para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira foi de 27,4 m^3/s.

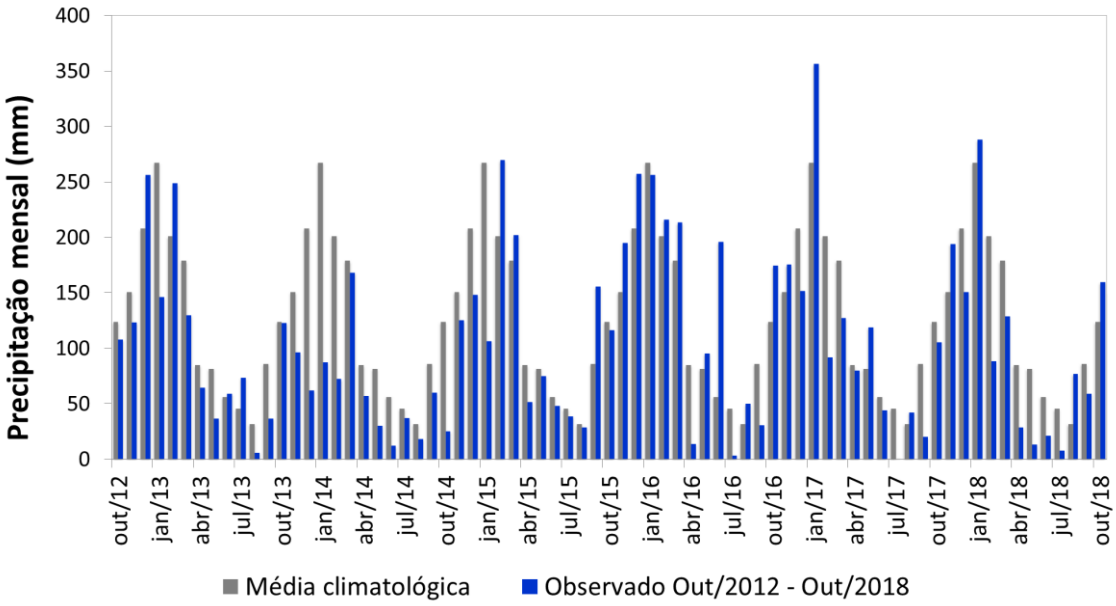

Figura 1. *Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (em mm) de acordo com os dados do CEMADEN. Ano hidrológico: outubro – setembro*

[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.

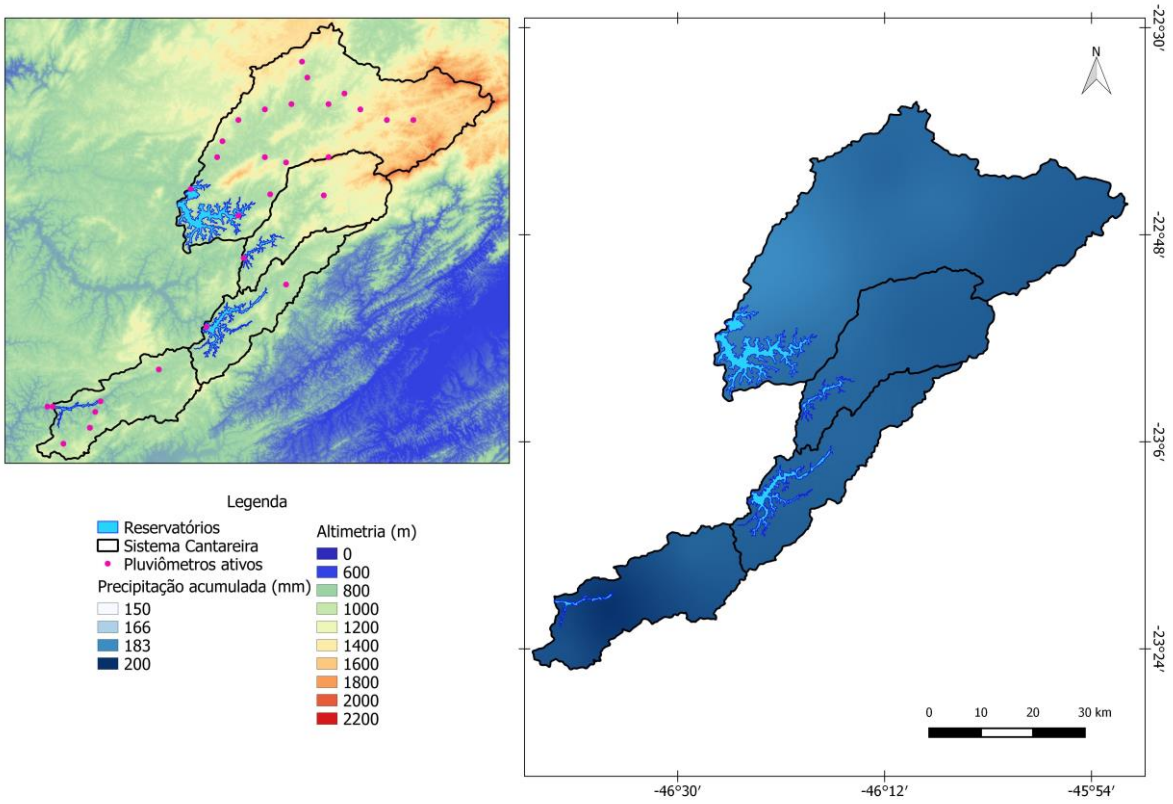

Figura 2. *Precipitação observada (em mm) nas sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (contornos pretos) para o mês de outubro, (direita) e localização dos pluviômetros operantes (pontos magenta), sendo 22 do CEMADEN e 07 do DAEE/SAISP (esquerda). As cores das figuras representam a quantidade de precipitação (mm) e as alturas topográficas com relação ao nível do mar (m), de acordo com a escala da legenda.*

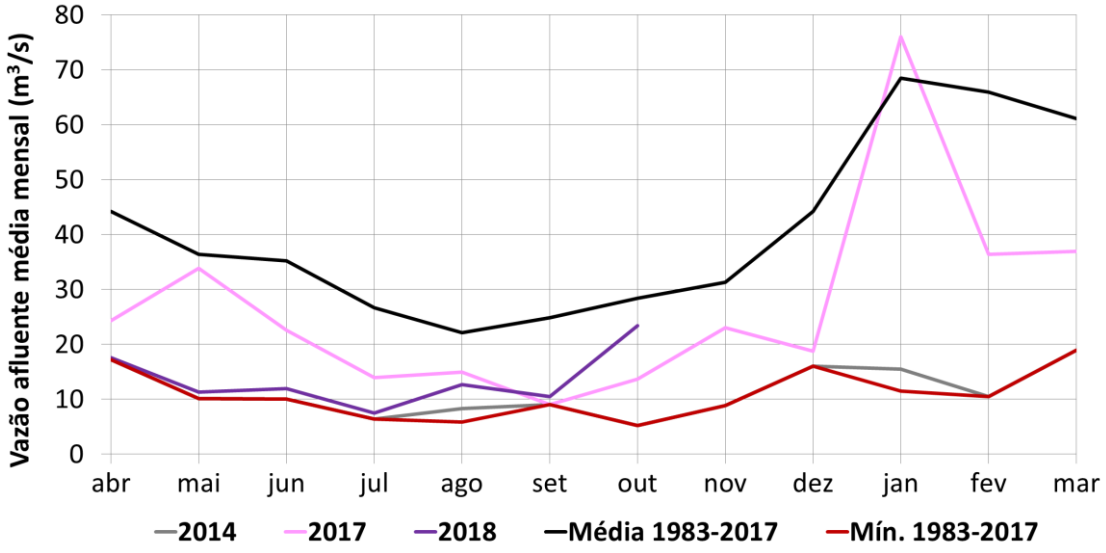

Figura 3. *Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias e mínimas mensais para o período 1983 – 2017. As linhas cinza e magenta correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais de 2014 e 2017. A linha roxa corresponde à vazão média mensal de 01 de abril a 29 de outubro de 2018.*

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 29 de outubro de 2018, pode ser observado na Figura 4. O Sistema operou em 31 de outubro de 2018 com 34,5% do volume útil (982,0 hm^3).

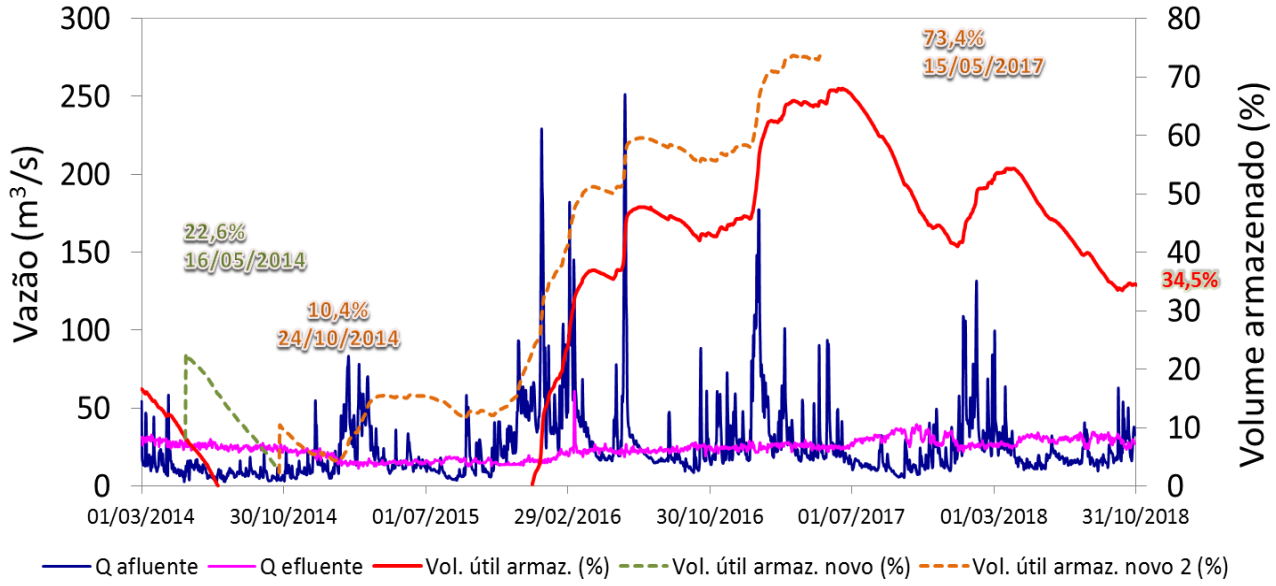

Figura 4. *Evolução da vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (linha azul), da vazão de extração total (vazão para atendimento da demanda da Região Metropolitana de São Paulo - Q esi - somada à vazão a jusante para a bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jaguari - Q jus - linha magenta), e do 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/NOAA[4] indicam que nos próximos 10 dias são esperadas precipitações para a região de abrangência da Bacia (Figura 5), principalmente em forma de pancadas e com volumes acumulados próximos à média histórica. A Figura 6 mostra as previsões (tendência) de chuva para a segunda semana, onde, na bacia do Cantareira, é esperada a continuidade das precipitações com valores totais próximos ou ligeiramente superiores à média.

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

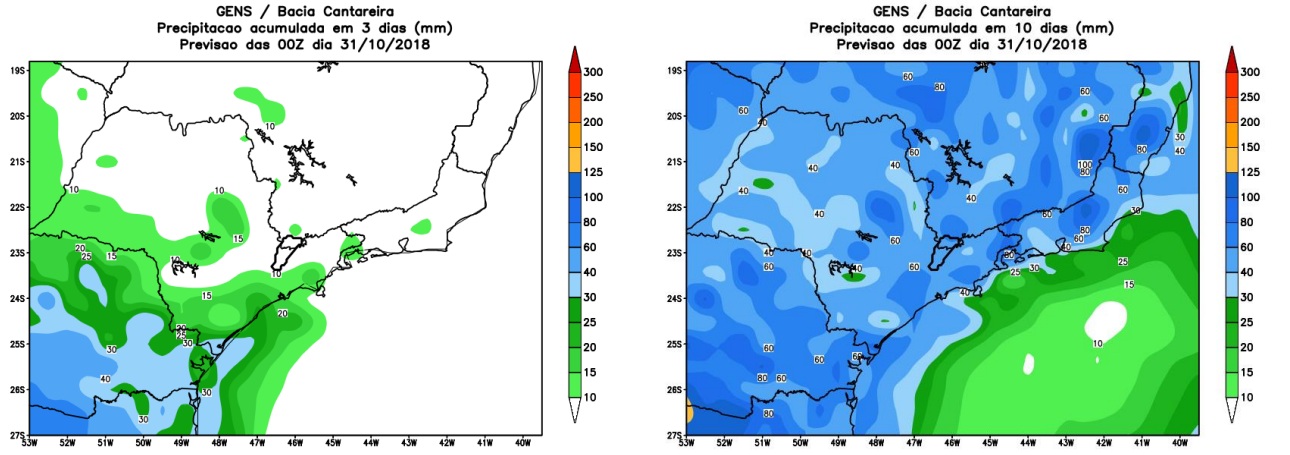

Figura 5. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GFS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta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

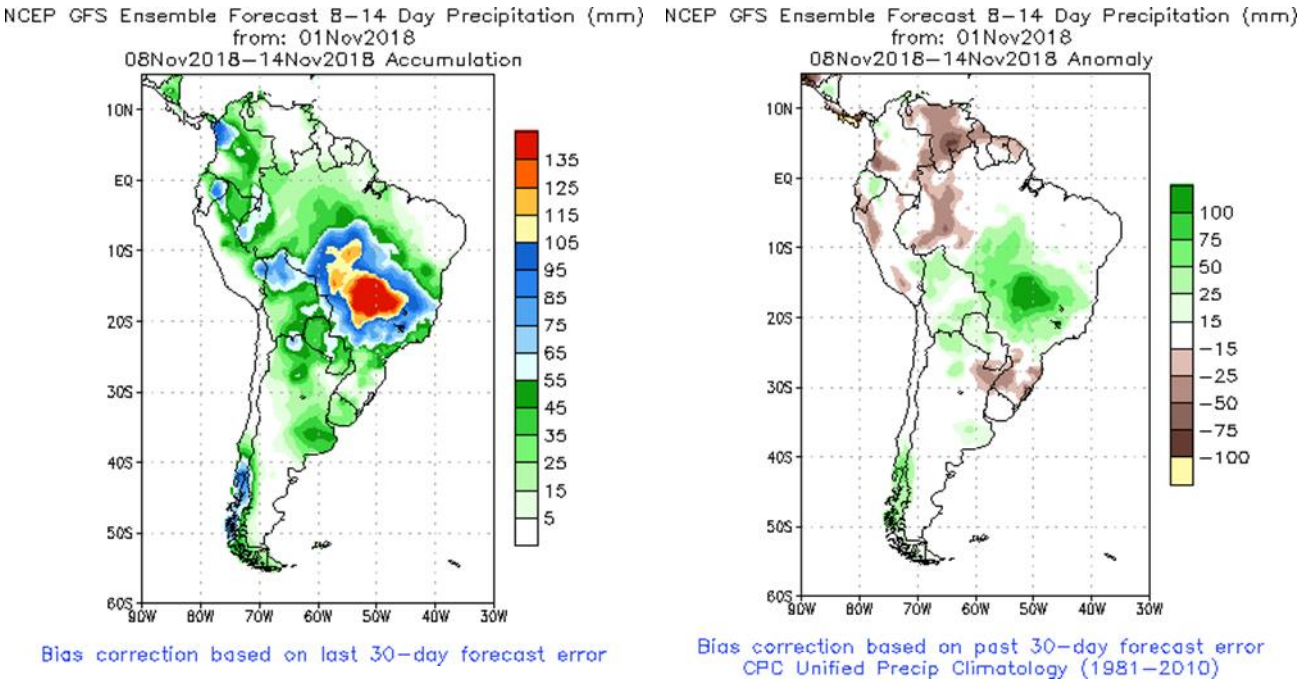

Figura 6. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico americano GFS/NCEP/NOAA.

3) Previsão e Cenários de vazão afluente

Na

Figura **7** (superior) são apresentas as precipitações diárias observadas (21 a 31 de outubro, de 2018) e previstas (01 a 10 de novembro, de 2018) dos 21 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 47,4 mm. A

Figura **7** (inferior) exibe 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), para os próximos 10 dias é de, aproximadamente, 19,45 m^3/s.

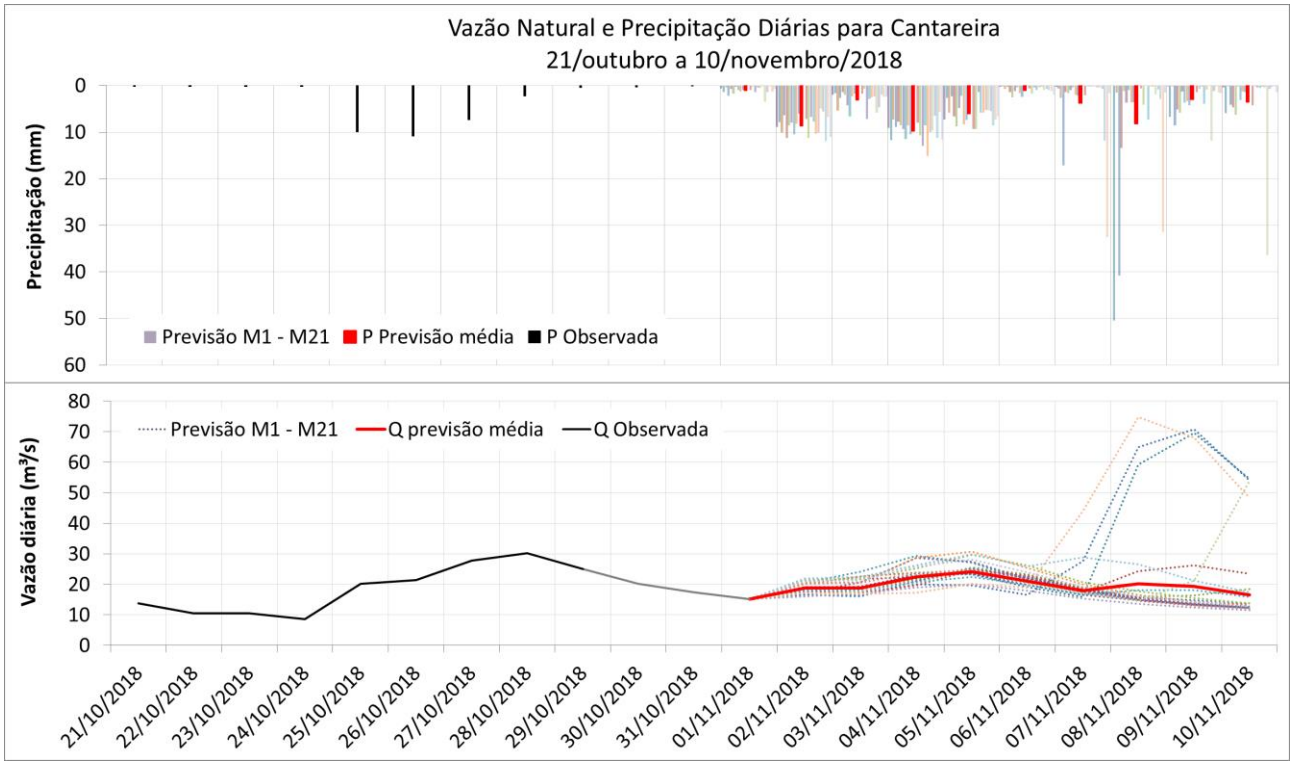

Figura 7. *Precipitação (P) e Vazão Natural (Q) diárias para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 21 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA (50x50 km) e as barras vermelhas 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 8 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 01 a 10 de outubro de 2018 (conforme apresentado na

Figura **7**), e cenários de precipitação para o período de 11 de novembro 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 11 de novembro de 2013 a 31 de março de 2014. *As simulações indicam que, considerando um cenário de chuva na média histórica, a vazão média mensal no período de novembro de 2018 a março de 2019, no Sistema Cantareira, seria 50,3 m^3/s, o que representa 92,8% da média histórica desse período (54,2 m^3/s).*

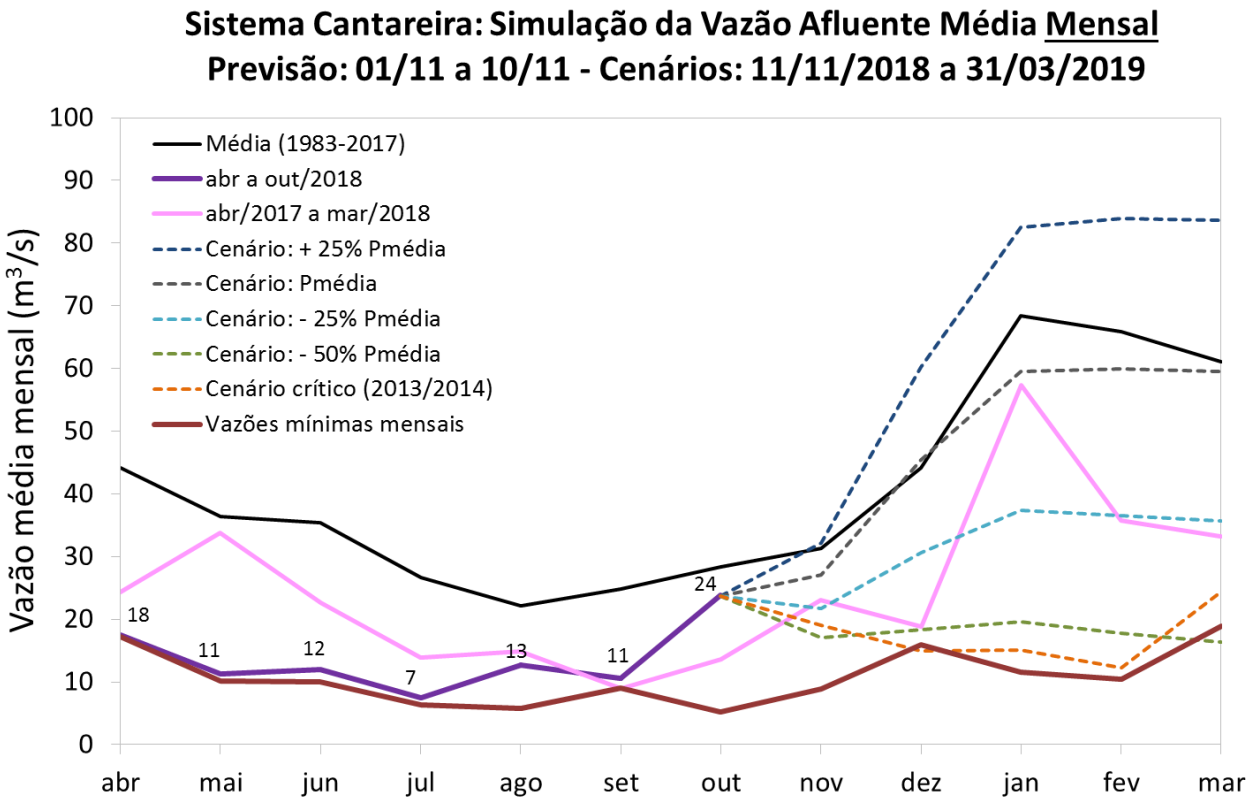

Figura 8. *Cenários de vazão natural média mensal (em m³/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas): precipitação 50% abaixo da média climatológica (verde); precipitação 25% abaixo da média climatológica (azul claro); na média climatológica (cinza); 25% acima da média climatológica (azul escuro); 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 29 de outubro 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 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, 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 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 649,1 hm^3 (66,1% 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 592,0 hm³ (60,3%). Os valores de armazenamento para outros cenários bem como outras datas, encontram-se resumidos na Tabela 1.

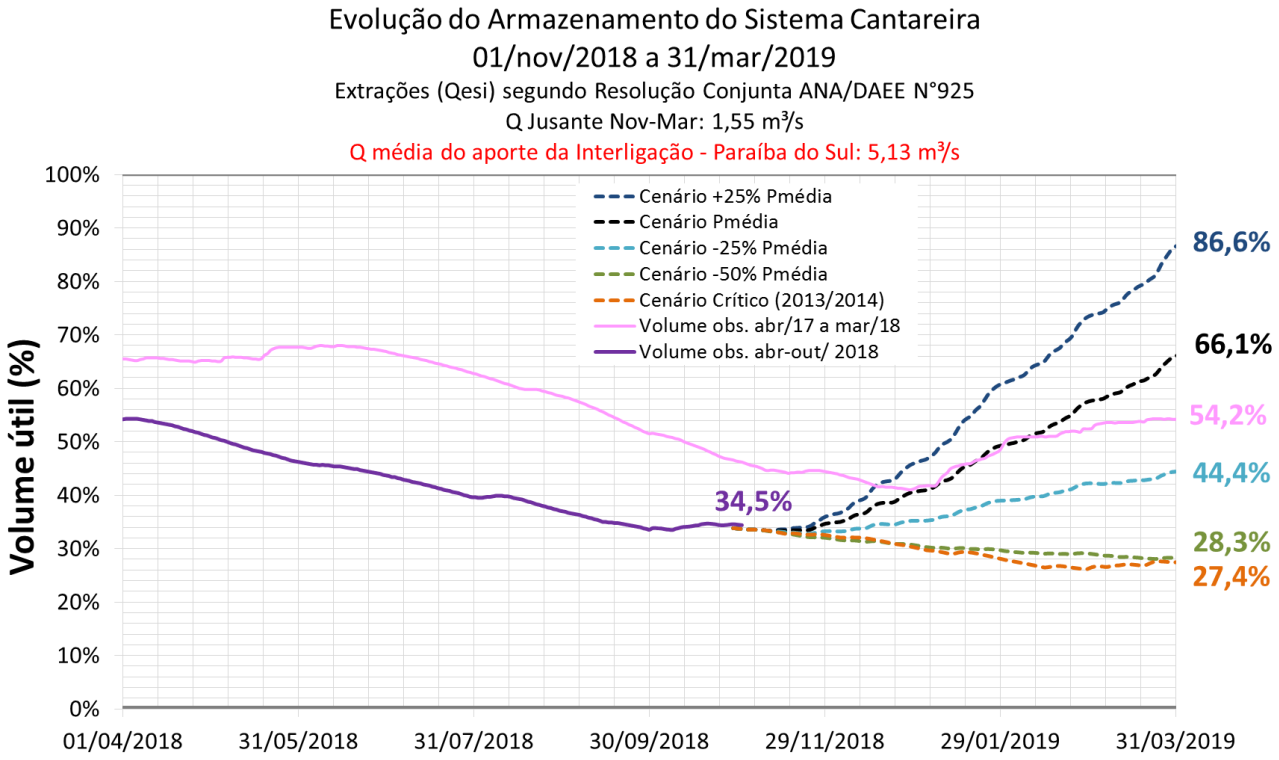

Figura 9. *Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha verde), 25% abaixo da média climatológica (linha azul claro), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul 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 Nº 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 Nº 1931. A vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí) 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).*

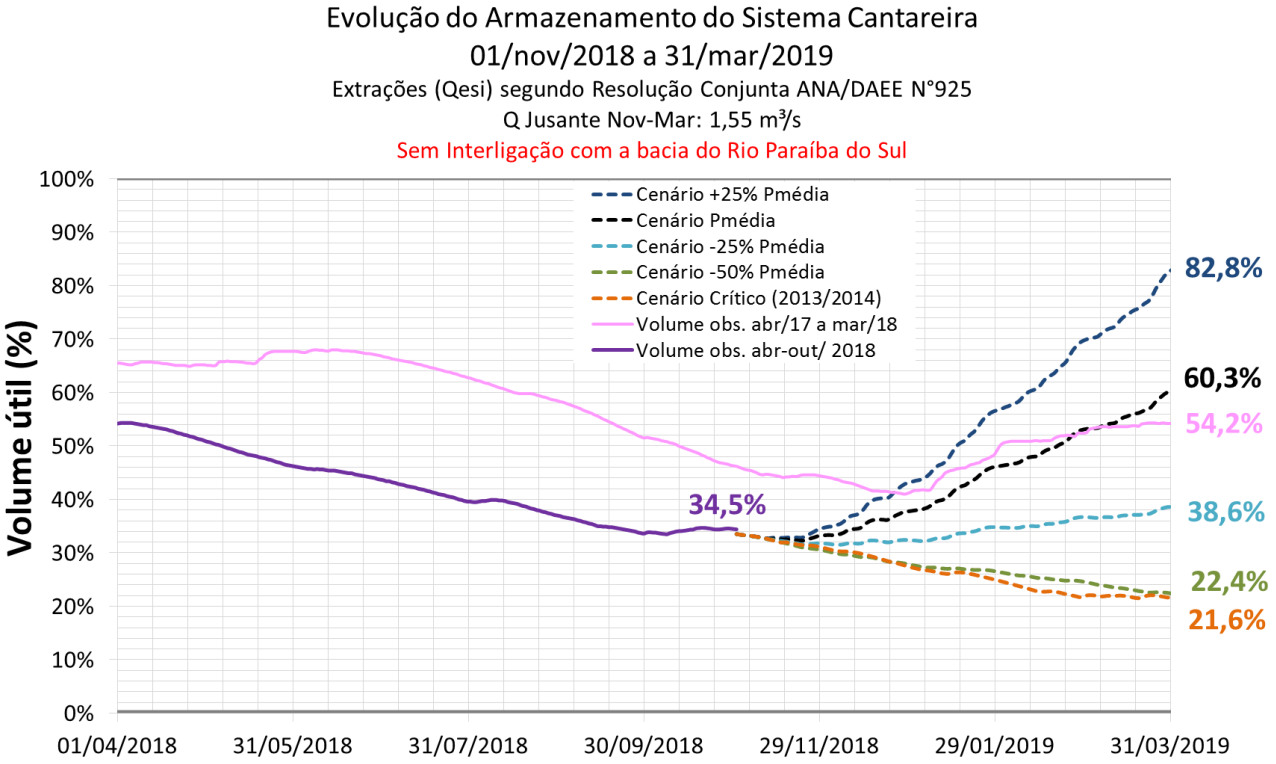

Figura 10. *Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para cinco diferentes cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha verde), 25% abaixo da média climatológica (linha azul claro), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha azul 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 Nº 925. A vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí) 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 01 de novembro 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 Nº 925 e também, considerando a interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul (Qmédia = 5,13 m³/s).*

% do volume útil (982 hm³) em:	Cenários de Precipitação				
	50% abaixo da média	**25% abaixo da média**	**Média climatológica**	**25% acima da média**	**Crítico (precipitação de 2013/2014)**
31/12/2018 (Sem Interligação)	27.8%	32.4%	37.8%	43.2%	27.4%
31/12/2018 (com interligação)	**30.6%**	**35.2%**	**40.7%**	**46.0%**	**30.2%**
31/03/2019 (Sem Interligação)	22.4%	38.6%	60.3%	82.8%	21.6%
31/03/2019 (com interligação)	**28.3%**	**44.4%**	**66.1%**	**86.6%**	**27.4%**