São José dos Campos, 07 de março de 2017

Situação Atual e Projeção Hidrológica para o Sistema Cantareira

1) Situação atual do Sistema Cantareira

A precipitação média espacial, acumulada durante a estação chuvosa de outubro de 2016 a 06 de março de 2017, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (6 pluviômetros do DAEE e 30 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi de 988,7 mm (1031,3[1] mm), equivalente a 84,2% (87,9%[1]) de 1173,7[1] mm, da média climatológica para o período (outubro – março) (Figura 1). A precipitação média espacial, acumulada no mês de fevereiro de 2017, foi de 92,4 mm (94,2[1]mm), o que representa 44,8% (45,6%[1]) da média climatológica do mês (206,5[1]mm).

A vazão média afluente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) no mês de fevereiro de 2017, foi 36,35 m^3/s (Figura 2), 50,6% abaixo da vazão média mensal de 73,65 m^3/s (período 1930-2013), e para o mesmo período, a extração média de água do Sistema Cantareira foi de 25,64 m^3/s, segundo dados da SABESP e do GTAG-Cantareira/ANA: situação dos reservatórios.

Na Tabela 1 são apresentados os valores do armazenamento do Sistema Cantareira até 06 de março de 2017.

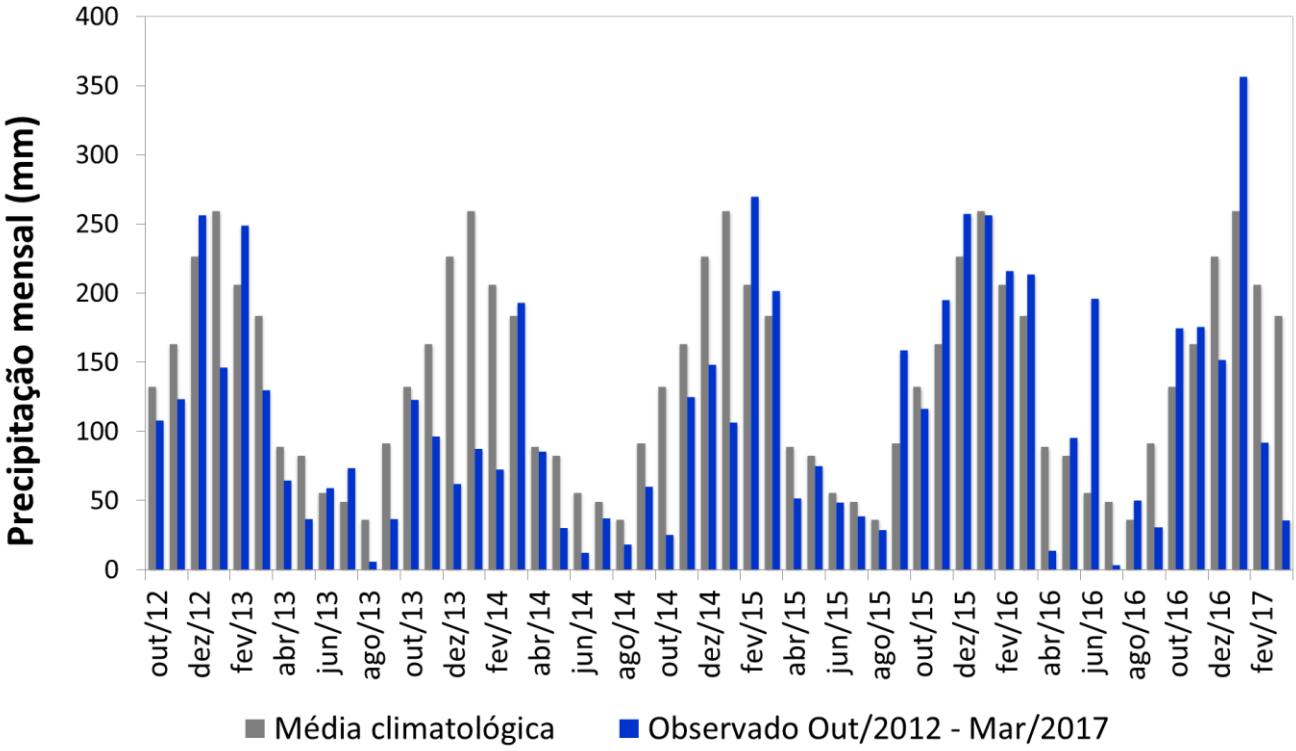

Figura 1. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (ano hidrológico outubro - setembro).

[1] De acordo com o site da SABESP, http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx.

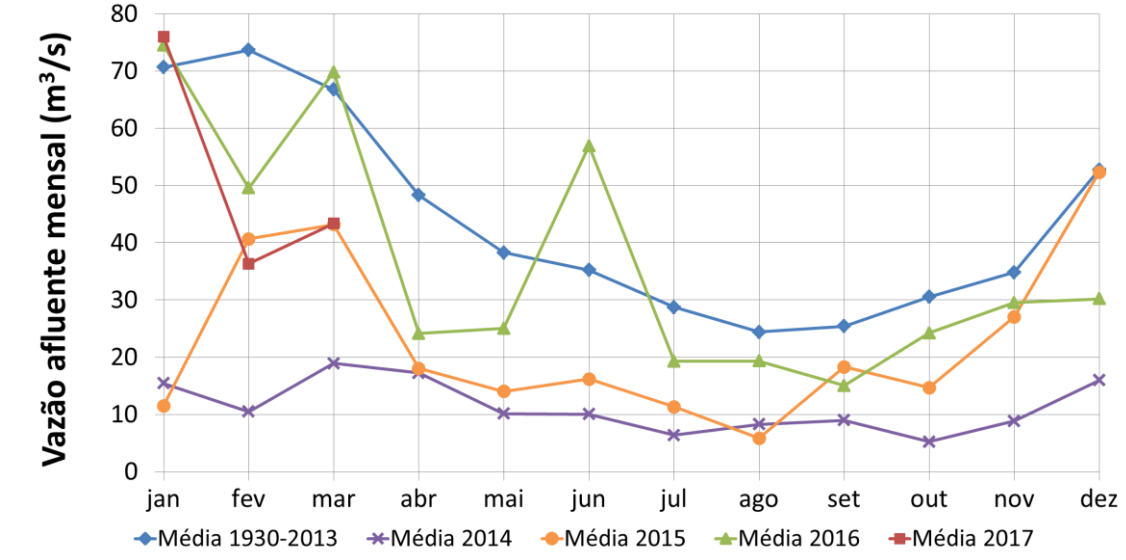

Figura 2. Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). A linha azul corresponde às vazões médias mensais para o período 1930 – 2013. A linha roxa, laranja e verde correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais de 2014, 2015 e 2016 e a vermelha corresponde à vazão média mensal até 06 de março de 2017.

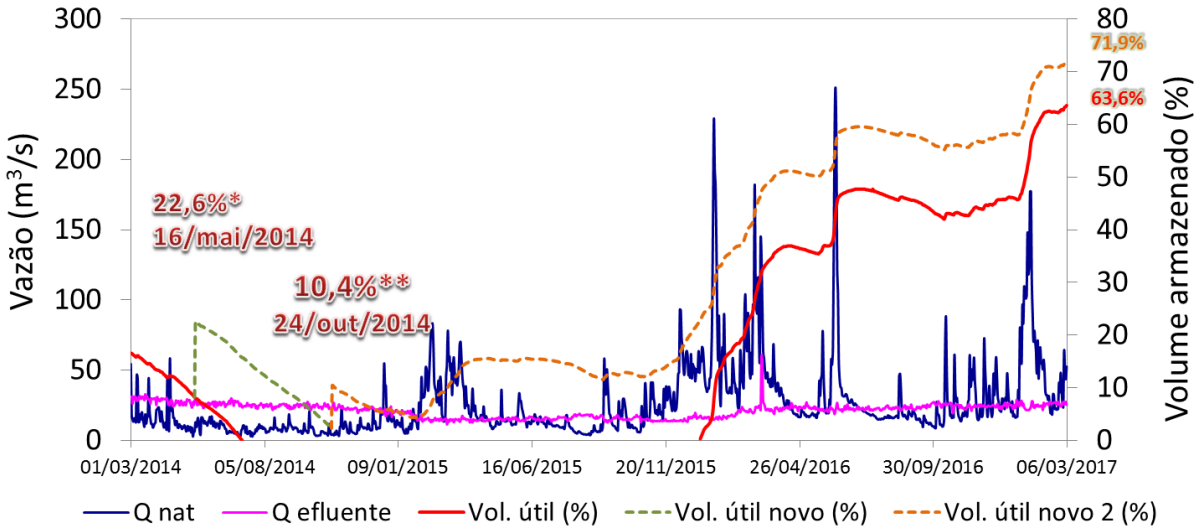

Figura 3. Evolução da vazão afluente (Qnat) do Sistema Cantareira (linha azul), da vazão efluente (Q efluente= vazão para atendimento da demanda Região Metropolitana de São Paulo e Região de Campinas + vazão a jusante (linha magenta), e do volume útil (em porcentagem) do Sistema Cantareira (linha vermelha), do novo volume útil 1 (linha verde, considerando volume útil + volume morto 1) e do novo volume útil 2 (linha laranja, considerando volume útil + volume morto 1 + volume morto 2**). (Fonte: SABESP – Situação dos mananciais).*

Tabela 1. Resumo da situação do armazenamento do Sistema Cantareira (Fonte: SABESP – Situação dos mananciais).

Situação em 06/março/2017					
Volume útil (hm^3)	**Vol. útil armazenado (hm^3)**	**% do volume útil**	**Vol. total autorizado (hm^3)**	**Vol. total armazenado (hm^3)**	**% do volume total autorizado**
982,0	625,0	**63,6**	1269,5	912,5	**71,9**

2) Análise e Previsão de Chuva para o Sistema Cantareira.

2.1) Precipitação observada acumulada do mês de fevereiro de 2017.

A chuva no Sistema Cantareira é monitorada por seis (6) pluviômetros do DAEE/SAISP e trinta (30) pluviômetros do CEMADEN instalados entre o final de abril de 2014 e início de maio de 2014. Na Figura 4 são apresentados os dados acumulados no mês de fevereiro.

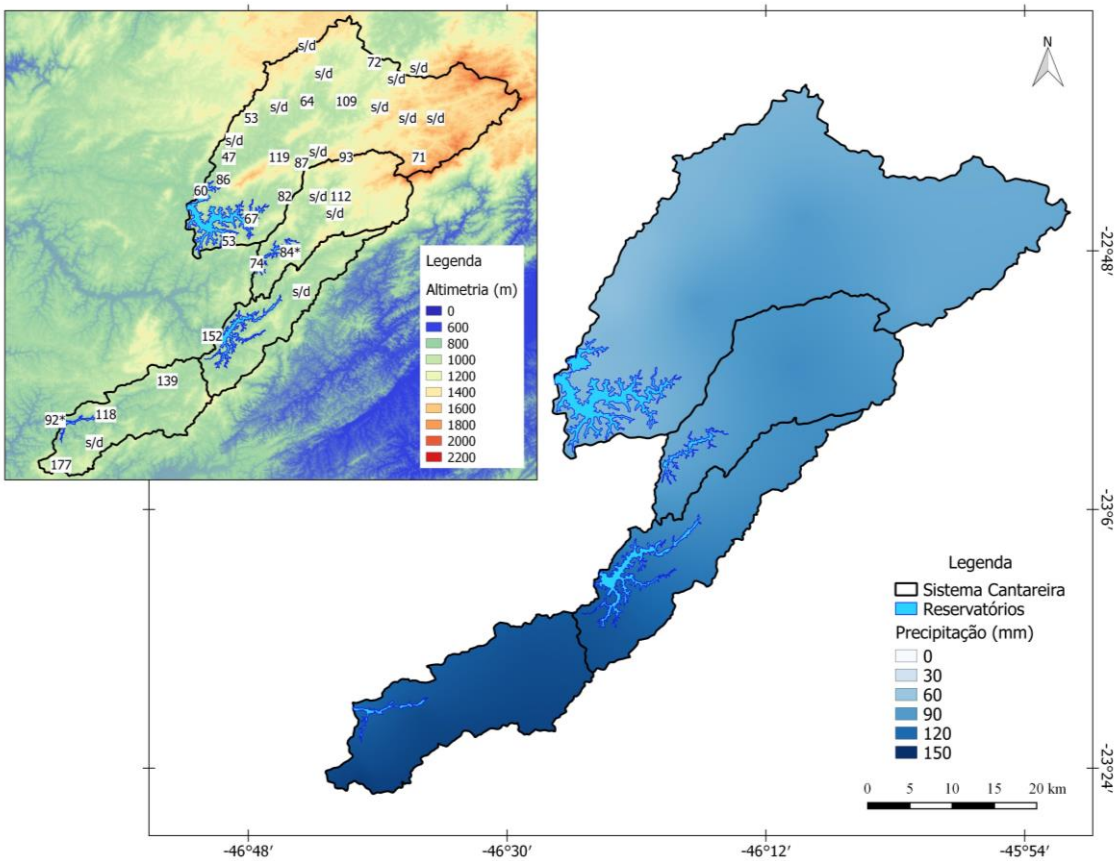

Figura 4. Precipitação observada acumulada (em mm) nos pluviômetros do CEMADEN e DAEE/SAISP nas sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (contornos em preto). As cores representam alturas topográficas com relação ao nível do mar de acordo com a escala da direita. (*) pluviômetros sem dados em alguns dias. (s/d) indica pluviômetro sem dados.

2.2) Previsão de Chuva para os Próximos Dias

A Figura 5 mostra a previsão por conjuntos (média de 7 previsões paralelas, modificando as condições iniciais) de chuva acumulada para os próximos 3 (três) e 7 (sete) dias, segundo o modelo numérico ETA/CPTEC/INPE. As previsões denominadas "média 7 membros" são a média de seis membros do modelo ETA 40x40 km, que combinam diferentes condições de contorno e de parametrização física, e do modelo ETA 15x15 km determinístico. As previsões baseadas no modelo ETA/CPTEC/INPE, no modo de conjunto, para a região de abrangência indicam alta possibilidade de ocorrência de chuva, principalmente em forma de pancadas durante o final da tarde e início da noite nos próximos 7 dias (Figura 5). O volume total previsto é próximo ou ligeiramente inferior à média histórica da época. A Figura 6 mostra as previsões (tendência) de chuva para a segunda semana, onde, nas proximidades da bacia do Cantareira, há previsão de chuva em forma de pancadas, também com volumes pluviométricos provavelmente próximos ou inferiores à média histórica.

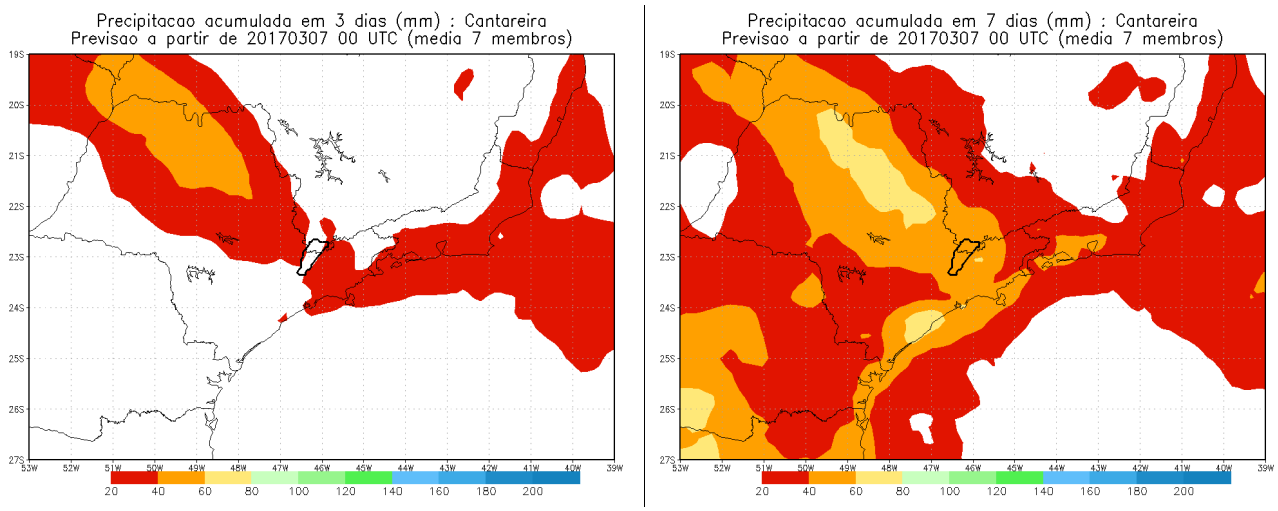

Figura 5. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 7 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão por conjuntos (média de 7 previsões semelhantes em que a cada previsão é iniciada com o estado da atmosfera ligeiramente diferente) do modelo numérico ETA/CPTEC/INPE. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada na Figura com linha preta espessa.

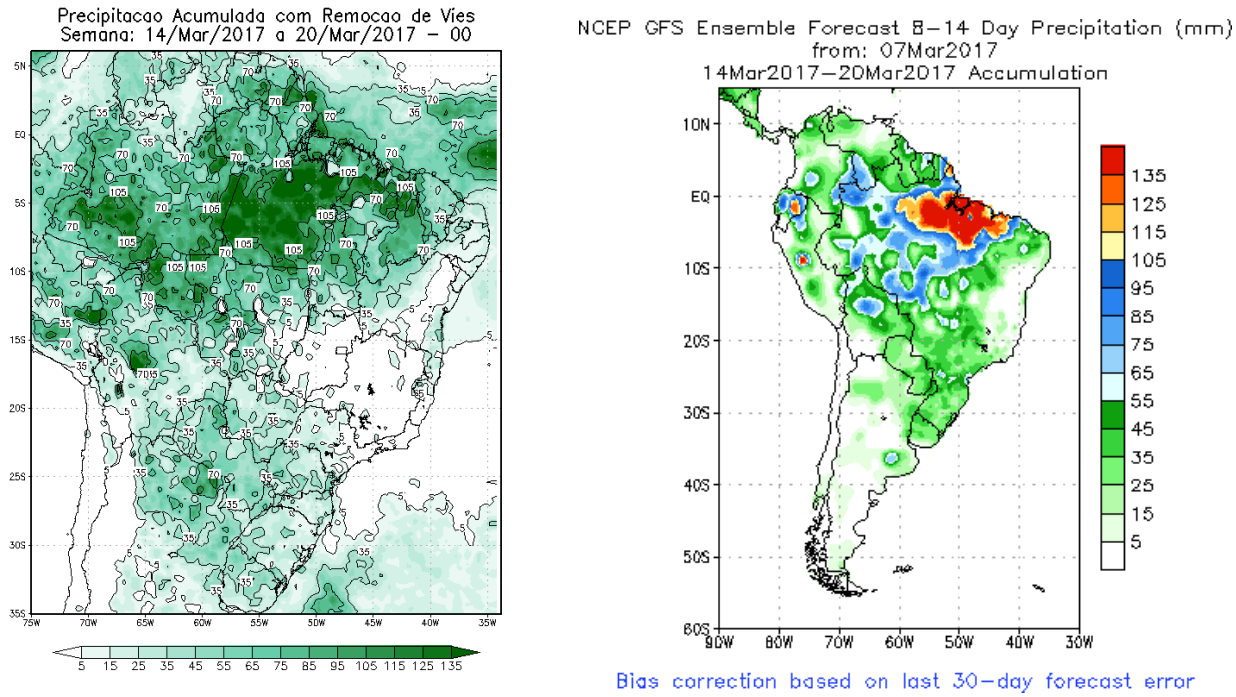

Figura 6. Previsão de precipitação em milímetros (mm) para a segunda semana, segundo a previsão por conjuntos do modelo numérico americano GFS/NCEP/NOAA (direita) e segundo o modelo brasileiro do CPTEC-INPE-MCTI (esquerda).

3) Estimativa da provável evolução do armazenamento do Sistema Cantareira

A Figura 7 apresenta as precipitações e vazões diárias observadas de 26 de fevereiro a 06 de março de 2017 e previstas de 07 a 13 de março de 2017. A previsão média da precipitação do modelo ETA/CPTEC/INPE, média de 7 previsões paralelas, é de, aproximadamente, 48,9 mm, enquanto *a previsão da vazão média afluente do* modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN) *é, aproximadamente, de 54,8 m^3/s*. Considerando uma extração total igual a 26,20 m^3/s (Qesi = 25,52 m^3/s

e Qjus = 0,67 m^3/s), média de extração dos últimos 7 dias segundo o site da SABESP, para os próximos sete dias, o volume armazenado no Sistema Cantareira aumentará 1,2 ponto percentual.

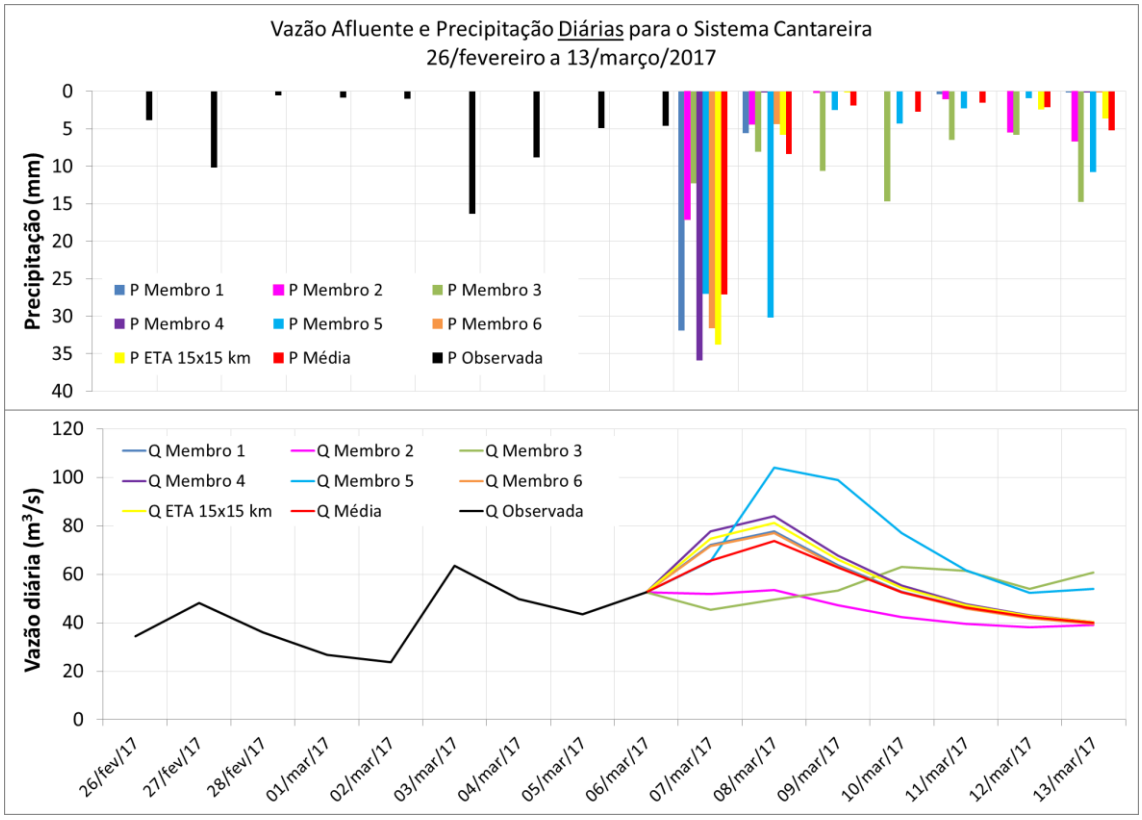

Figura 7. (P) Corresponde às precipitações diárias observadas (barra preta), a média das previsões (barra vermelha) e as previsões dos 6 membros do ETA/CPTEC/INPE 40x40km e do ETA/CPTEC/INPE 15x15km (demais barras). (Q) Corresponde às vazões diárias observadas e as demais as vazões projetadas a partir das diferentes previsões de precipitação.

A Figura 8 mostra a projeção da vazão média mensal afluente (em m^3/s), usando a previsão de precipitação do modelo ETA/CPTEC/INPE para os próximos 7 dias (Figura 7) e, na sequência, considerando 5 cenários de precipitação: média climatológica, 25% e 50% abaixo, 25% e 50% acima da média climatológica até 30 de setembro de 2017. *Nestas projeções foram incluídos cenários de temperaturas máximas e mínimas*.

A Figura 9 mostra a evolução do volume acumulado nos reservatórios do Sistema Cantareira usando as previsões de vazão das Figuras 7 e 8, e considerando a extração total do Sistema Cantareira para os próximos sete dias igual a 26,20 m^3/s e na sequencia igual a 31,6 m^3/s (Qesi = 31,0 m^3/s e Qjus = 0,6 m^3/s, de acordo com o comunicado conjunto ANA/DAEE N° 260) para os próximos meses, e cenários de precipitações pluviométricas na média climatológica, 25% e 50% abaixo, e 25% e 50% acima da média climatológica. O chamado volume morto não seria utilizado novamente antes de 30 de setembro de 2017 (Tabela 2).

No cenário de precipitações pluviométricas na média climatológica, no dia 30 de abril de 2017, o volume armazenado no Sistema Cantareira seria de 700,6 hm^3 (71,3% de 982 hm^3, volume útil do Sistema Cantareira), aproximadamente. E no dia 30 de setembro de 2017 seria de 626,4 hm^3 (63,8% de 982 hm^3, volume útil do Sistema Cantareira).

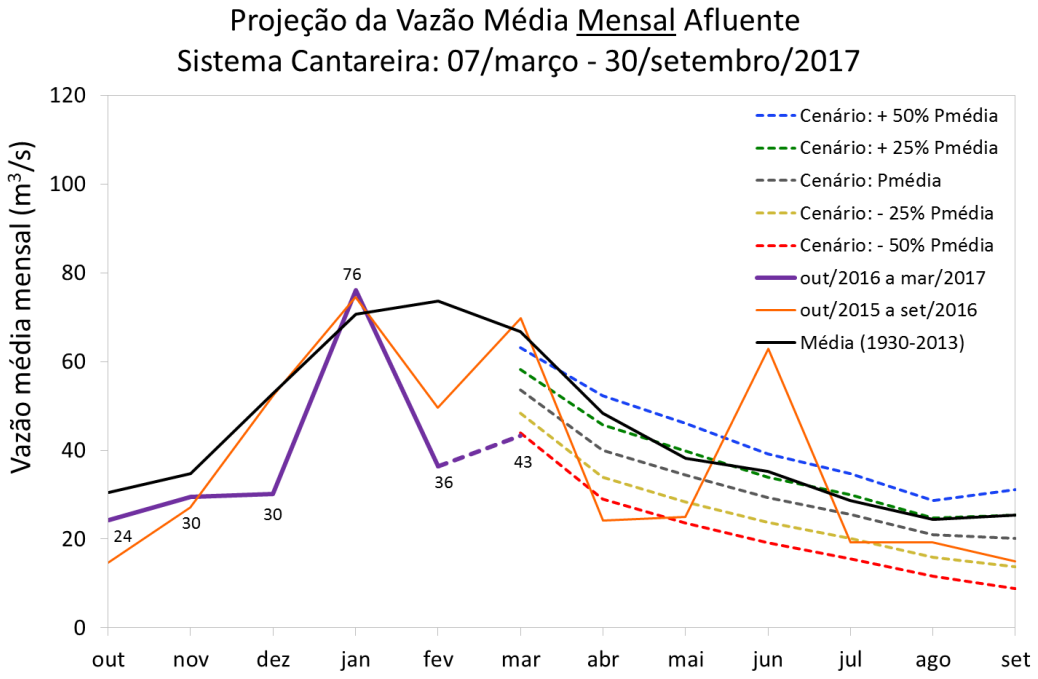

Figura 8. As linhas tracejadas apresentam cinco projeções de vazão média mensal afluente, em m^3/s, ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) com a previsão do ETA/CPTEC/INPE para os próximos 7 dias e, na sequência, *para os cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha vermelha), 25% abaixo da média climatológica (linha amarela), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média climatológica (linha verde) e 50% acima da média climatológica (linha azul). O início das projeções corresponde à vazão média prevista para os próximos 7 dias e na sequência para a vazão projetada para cada cenário. A linha preta corresponde à vazão média mensal climatológica para o período 1930-2013, em laranja à vazão média mensal de out/2015 a set/2016 e em roxo de out/2016 a 06/mar/2017.*

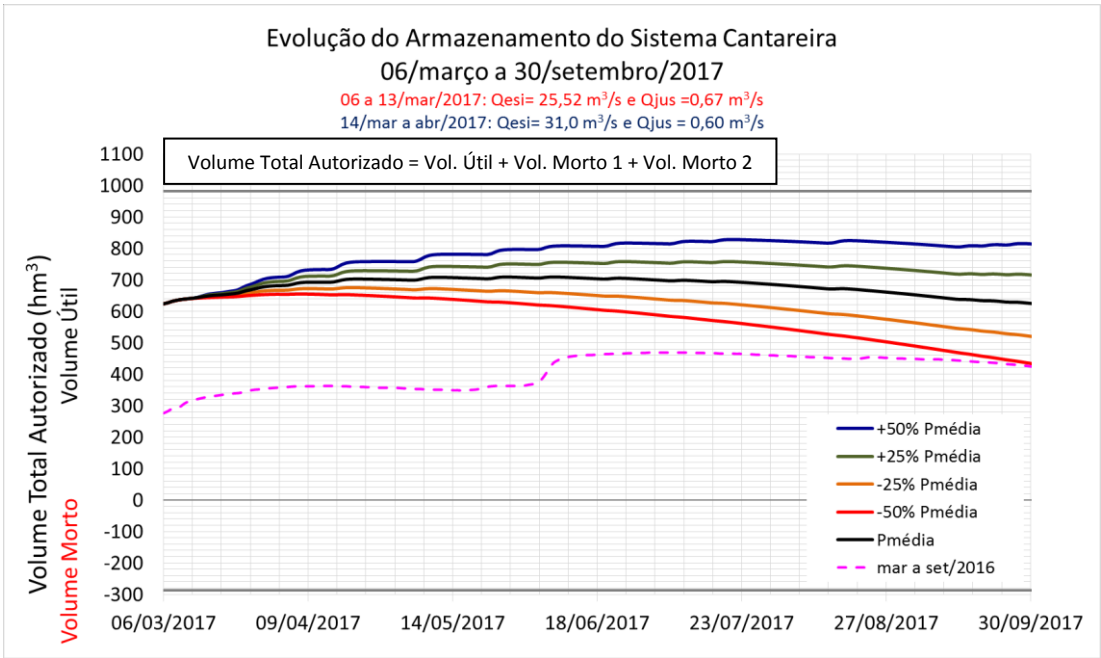

Figura 9. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para 5 cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha vermelha), 25% abaixo da média climatológica (linha laranja), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha verde) e 50% acima da média climatológica, considerando o Volume Total Autorizado (volume útil + volume morto1 + volume morto2 = 982,0 hm^3 + 182,5 hm^3 + 105,0 hm^3) da água que pode ser bombeada do volume morto dos reservatórios Jaguari-Jacareí e Atibainha. Nesta simulação foram incluídos cenários de temperaturas máximas e mínimas. A linha magenta tracejada mostra a evolução do armazenamento do Sistema Cantareira de março a setembro de 2016.

Tabela 2. Resumo das previsões para o período de 07/mar a 30/set/2017 para os cinco cenários de precipitação, considerando a extração total (Qesi + Qjus) igual a 26,20 m^3/s para os primeiros 7 (sete) dias (média de extração dos últimos 7 dias, segundo o site da SABESP) e, na sequência, igual a 31,6 m^3/s, de acordo com o comunicado conjunto ANA/DAEE N° 260, para os próximos meses.

	Cenários Precipitação				
	50% abaixo	**25% abaixo**	**Média**	**25% acima**	**50% acima**
% do volume útil (982 hm^3) em 30/abr/2017	65,8%	68,4%	71,3%	74,2%	77,2%
% do volume útil (982 hm^3) em 30/set/2017	44,4%	53,2%	63,8%	73,0%	83,0%

4) Verificação das Previsões de Chuvas e Vazão do período de 01 a 07 de fevereiro de 2017.

A Figura 10 mostra nos três painéis, respectivamente, a previsão do período anterior (painel da esquerda), as observações de chuva (painel central) e a diferença entre as previsões e as observações (painel da direita). *O painel à direita mostra que as previsões numéricas realizadas pelo modelo foram essencialmente corretas.*

A vazão média afluente observada no período de 01 a 07 de fevereiro de 2017 foi igual a 55,77 m^3/s, segundo o *site* da SABESP (http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopcj.aspx). A vazão média afluente prevista para o mesmo período foi de 53,76 m^3/s.

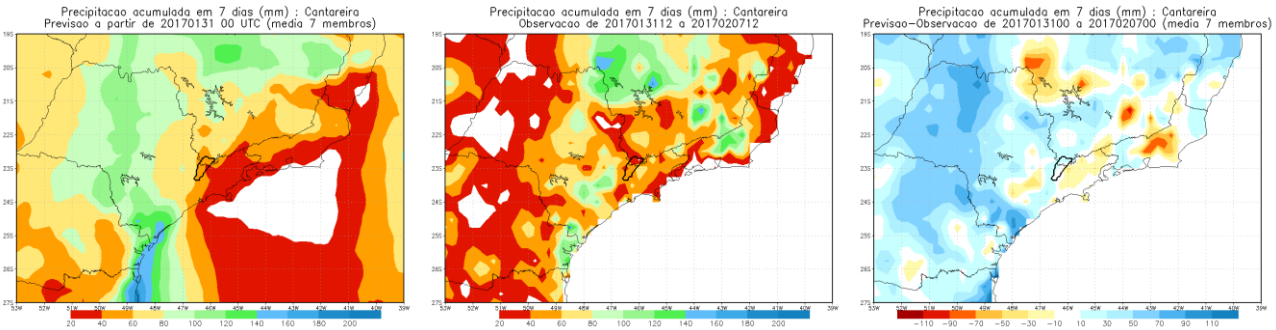

Figura 10. Esquerda: Previsão de precipitação acumulada em mm dos 7 dias referidos, segundo o modelo numérico ETA/CPTEC/INPE (previsão por conjuntos). Centro: precipitação observada no mesmo período (em mm). Direita: diferença entre a previsão prevista e observada (em mm). Os valores positivos (cores em azul) indicam que os valores previstos foram superiores ao observados e o os valores negativos (cores avermelhados) indicam os valores previstos foram ligeiramente inferiores aos observado. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada na Figura com linha preta espessa.