

Relatório da Situação Atual e Previsão Hidrológica para o Sistema Cantareira

SUMÁRIO

A precipitação média espacial, acumulada no mês, até 25 de fevereiro de 2015, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE e 30 pluviômetros do CEMADEN), foi de 231,1 mm (277,8¹ mm), 17,1% (39,5%¹) acima da média climatológica do mês de 199,1¹ mm. As previsões baseadas no modelo ETA/CPTEC/INPE, no modo de conjunto, para a região de abrangência da bacia de captação do Sistema Cantareira indicam alta possibilidade de chuva em forma de pancadas localizadas nos próximos 3 dias. A água do chamado volume morto começou a ser bombeada no dia 16 de maio de 2014, e um volume adicional de 182,47 hm³ tornou-se utilizável (*volume morto 1*). Segundo a SABESP, em 16 de maio de 2014, o volume útil do Sistema Cantareira passou de 80,53 hm³ (correspondente a 8,2% do volume útil original de 981,55 hm³) para 263,03 hm³ (26,7% de 981,55 hm³). O volume útil original do Sistema Cantareira se esgotou no dia 11 de julho de 2014. No dia 24 de outubro de 2014 um volume adicional de 105,00 hm³, do chamado volume morto, tornou-se utilizável (*volume morto 2*). Segundo a SABESP, o volume útil do Sistema Cantareira passou de 27,47 hm³ (2,8% de 981,55 hm³) para 132,43 hm³ (13,6% de 981,55 hm³). O chamado volume morto 1 se esgotou no dia 15 de novembro de 2014. O chamado volume morto 2 se recuperou no dia 24 de fevereiro de 2015, segundo a SABESP, e um dia antes segundo a ANA-GTAG (Boletim diário ANA/DAEE – 23/02/2015). Da análise de evolução hipotética das chuvas para até 31 de dezembro de 2015, usando as simulações do modelo hidrológico PDM/CEMADEN² e considerando a extração total do Sistema Cantareira igual à extração média dos últimos 7 dias¹, para um cenário de precipitações pluviométricas 50% abaixo da média climatológica o chamado volume morto 2 seria utilizado novamente em 133 dias, esgotando-se em 278 dias a partir de hoje, aproximadamente. Em 01 de dezembro de 2015, para um cenário de precipitações pluviométricas 25% abaixo da média climatológica, seria recuperado 19,5% da água do chamado volume morto 1. Para um cenário de precipitações pluviométricas iguais à média climatológica a utilização da água do chamado volume morto 1 seria necessária por um período de 267 dias a partir de hoje. Para um cenário de precipitações pluviométricas 25% acima da média climatológica a utilização da água do chamado volume morto 1 seria necessária por um período de 76 dias. No cenário de precipitações pluviométricas 50% acima da média climatológica a utilização da água do chamado volume morto 1 seria necessária por um período de 51 dias (vide tabela resumo).

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

² PDM/CEMADEN é um modelo hidrológico implementado no CEMADEN para calcular a vazão afluente na bacia de captação do Sistema Cantareira. Utiliza dados diários de precipitação pluviométrica das redes do DAEE e CEMADEN (37 pluviômetros distribuídos por toda a bacia) e evapotranspiração potencial para calcular vazão afluente em base diária e mensal. Neste relatório foi considerada uma nova calibração do modelo.

Resumo das previsões para o período de 25/fevereiro/2015 a 31/dezembro/2015, para os cinco cenários de precipitação e extração total ($Q_{esi} + Q_{jus}$) constante igual aos últimos sete dias (19/02 a 25/02 de 2015).

	Cenários Precipitação				
	50% abaixo	25% abaixo	Média	25% acima	50% acima
Extração total = $Q_{esi} = 14,23 \text{ m}^3/\text{s}^{(1)}$ + $Q_{jus} = 0,47 \text{ m}^3/\text{s}^{(1)}$					
Dias para esgotamento do volume útil	Esgotou em 11/julho/2014				
Dias para esgotamento do volume morto 1	Esgotou em 15/novembro/2014				
Dias para recuperar o volume morto 2	Recuperado em 24/fevereiro/2015				
Dias para esgotamento do volume morto 2	278 dias	-	-	-	-
Dias para recuperar o volume morto 1	-	-	267 dias	76 dias	51 dias
% do Vol. morto 1 (de 182,47 hm ³) em 01/dez/2015	-	19,5%	100,0%	100,0%	100,0%
% do Vol. Útil total (de 1269,02 hm ³) em 01/dez/2015	0,0%	11,1%	24,4%	39,7%	57,0%

(1) Valores médios dos últimos sete dias (19/02/2015 a 25/02/2015), segundo dados do site da SABESP: <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopcj.aspx>.

1) Situação atual do Sistema Cantareira

Os reservatórios do Sistema Cantareira acumulam água nos meses chuvosos, de outubro a março, garantido o abastecimento no período de estiagem. Entretanto, no período de outubro de 2013 a março de 2014, da rede de pluviômetros da SABESP, foram observadas chuvas abaixo da média climatológica (Figura 1), e conseqüentemente as vazões naturais afluentes foram excepcionalmente baixas, o que contribuiu para que os reservatórios não recebessem o volume de água esperado para essa época do ano (GTAG–Cantareira³, Comunicado No 6 – 25/04/2014). Em 31 de março de 2014, o volume útil do Sistema Equivalente (reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha) chegou a 13,1% (127,57 hm³) do volume útil. Considerando a situação crítica do Sistema, decidiu-se fazer uso do chamado volume morto (182,47 hm³) dos reservatórios Jaguari-Jacareí e Atibainha, através da instalação de um sistema de bombas nos dois reservatórios. O volume morto começou a ser bombeado do reservatório Jaguari-Jacareí em 16 de maio de 2014, elevando o volume útil de 8,2% (80,53 hm³), em 15 de maio de 2014, para 26,7% (263,03 hm³), porcentagem em relação ao volume útil (981,55 hm³).

A precipitação média espacial, acumulada no mês, até 25 de fevereiro de 2015, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE e 30 pluviômetros do CEMADEN), foi de 231,1 mm (277,8⁴ mm), 17,1% (39,5%⁴) acima da média climatológica do mês de 199,1⁴ mm.

A precipitação média espacial, acumulada no período de 01 de outubro de 2014 a 25 de fevereiro de 2015, baseado nas redes pluviométricas cobrindo as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (7 pluviômetros do DAEE e 30 pluviômetros em operação do CEMADEN), foi de 637,5 mm (757,7⁴ mm), equivalente a 64,8% (77,1%⁴) de 983,1⁴ mm, média climatológica para o período outubro a fevereiro.

A vazão média afluente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) até hoje, 25 de fevereiro de 2015, foi de 41,05 m³/s (Figura 2), 44,3% abaixo da vazão média mensal, de 73,65 m³/s, mas 48,7% superior à vazão mínima histórica de 27,60 m³/s (para o período 1930-2013 segundo dados da SABESP e do GTAG-Cantareira: situação dos reservatórios / ANA).

³Grupo Técnico de Assessoramento para Gestão do Sistema Cantareira

⁴ De acordo com o site da SABESP, <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx>.

A Figura 3 mostra a variação média mensal do armazenamento d'água no solo nas sub-bacias do Sistema Cantareira, para o período de outubro de 2013 até 25 de fevereiro de 2015, observando-se déficit de água no solo de outubro de 2013 a fevereiro de 2014 e de abril a outubro de 2014. Observaram-se excedente de água no solo nos meses de março, novembro, dezembro de 2014 e janeiro de 2015 que apresentaram, respectivamente, chuvas 5,0% acima, 21,2%, 33,7% e 48,6% abaixo da média climatológica.

O volume útil antigo do Sistema Cantareira (981,55 hm³) se esgotou no dia 11 de julho de 2014 (Figura 4). No dia 24 de outubro de 2014 um volume adicional de 105,00 hm³, do chamado volume morto, tornou-se utilizável. Segundo a SABESP, o volume útil do Sistema Cantareira passou de 27,47 hm³ (2,8% de 981,55 hm³) para 132,43 hm³ (13,6% de 981,55 hm³). O chamado volume morto 1 se esgotou no dia 15 de novembro de 2014 (Figura 4). Na Tabela 1 são apresentados os valores do armazenamento do Sistema Cantareira até 25 de fevereiro de 2015.

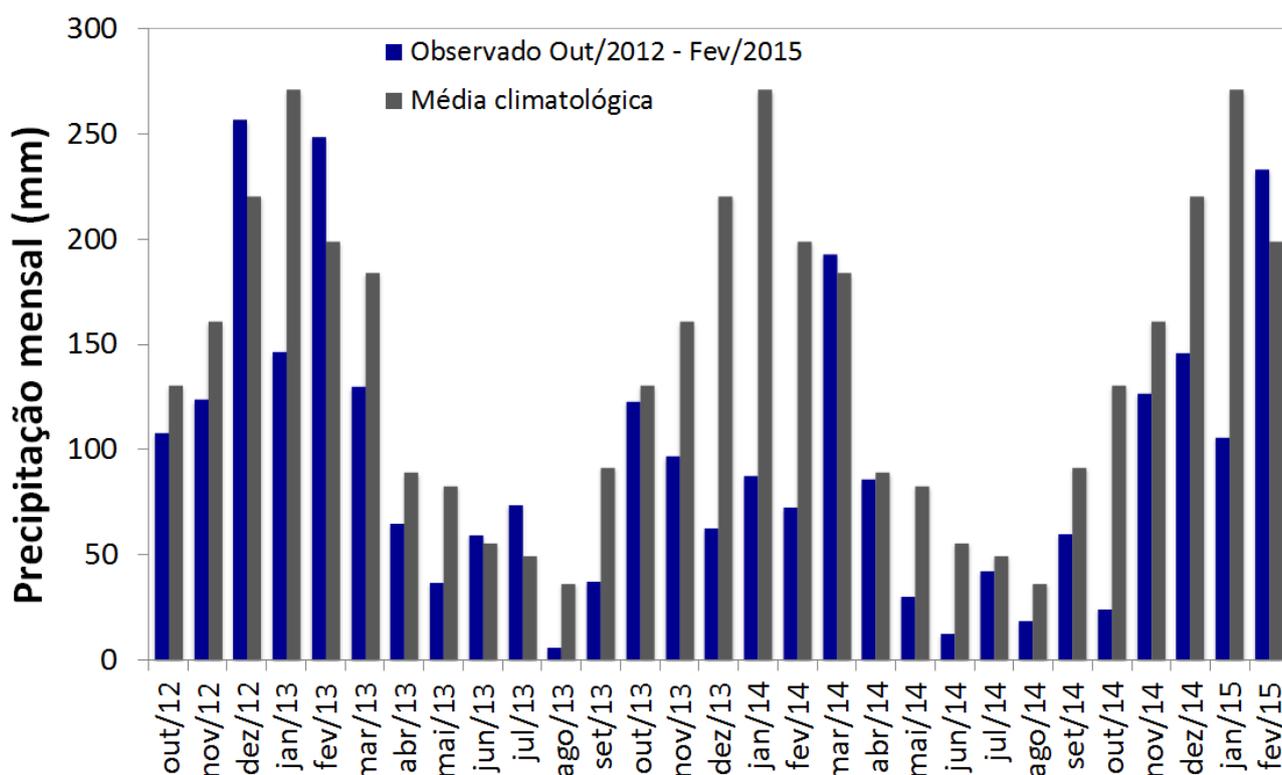


Figura 1. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (ano hidrológico out-set).

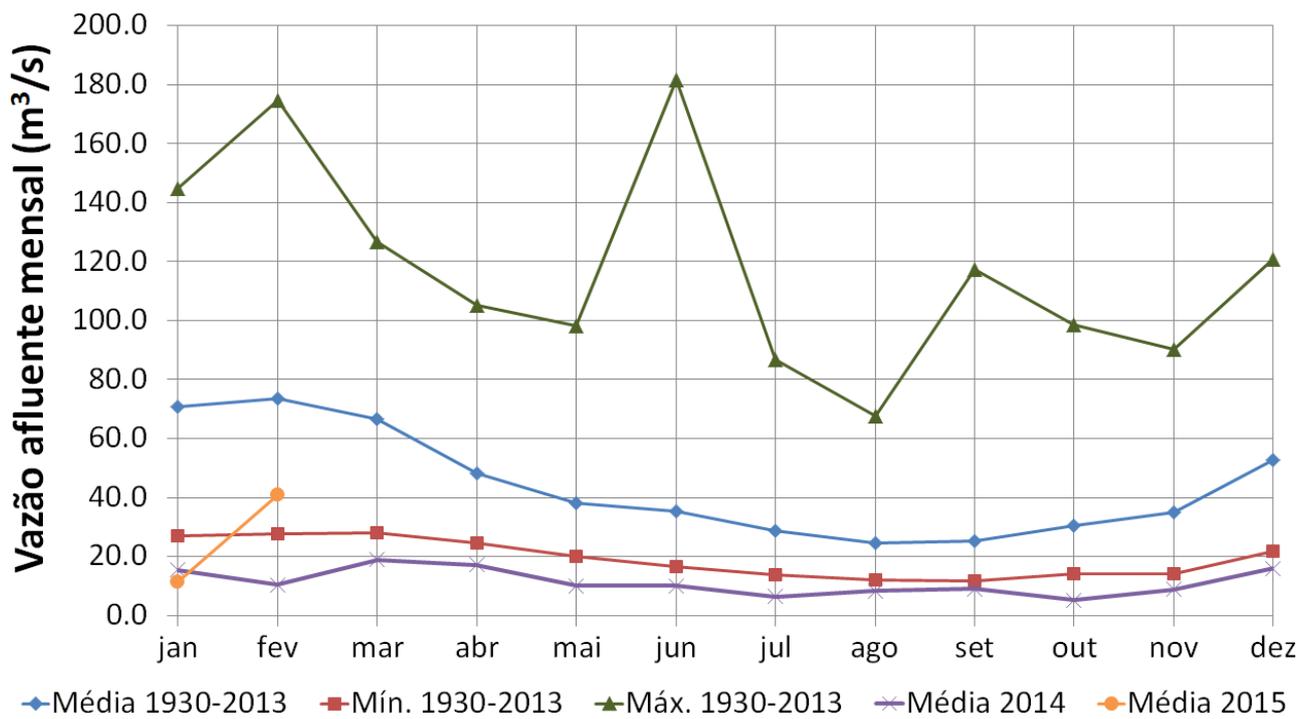


Figura 2. Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). A linha laranja refere-se à vazão média mensal até 25 de fevereiro de 2015 e a roxa à vazão média mensal de 2014. A linha em azul corresponde às vazões médias mensais para o período 1930 – 2013. As linhas verde e vermelha referem-se, respectivamente, aos máximos e mínimos absolutos da série histórica mensal no período 1930 – 2013.

Variação do Armazenamento Médio d'água no solo nas sub-bacias do Sistema Cantareira Out/2013 - Fev/2015

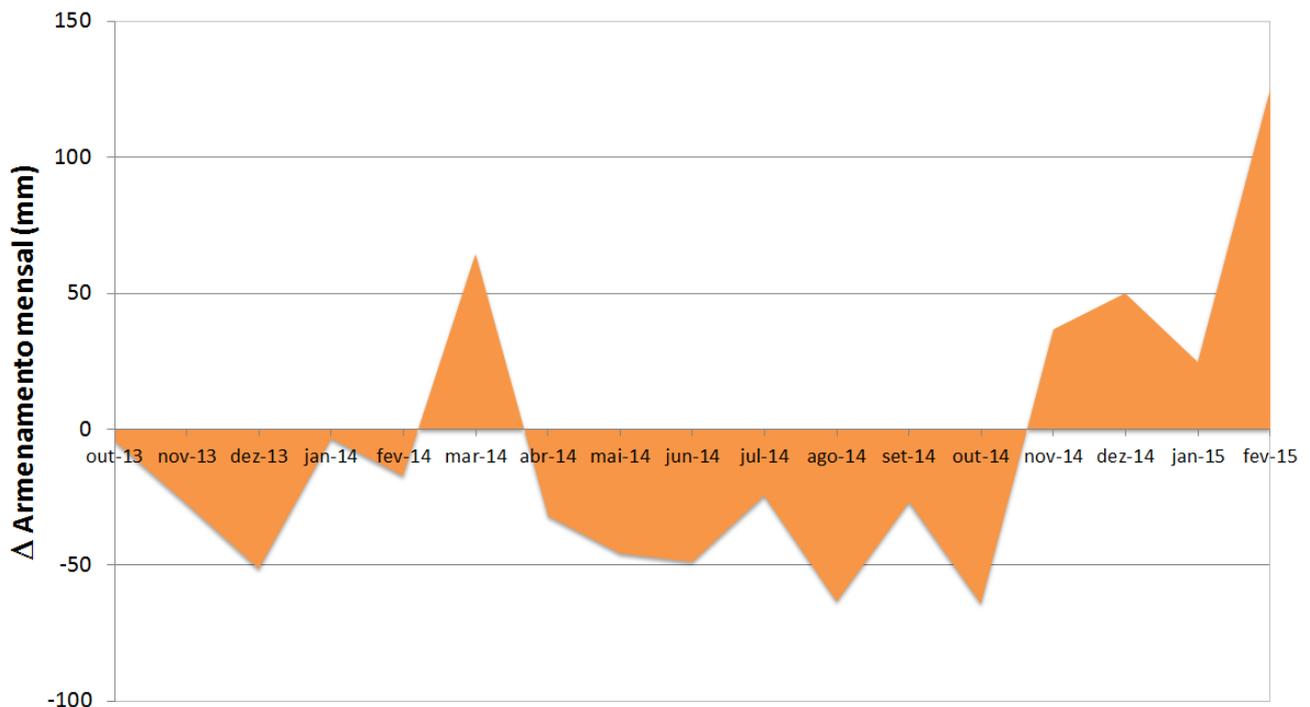


Figura 3. Variação média mensal do armazenamento de água no solo (em mm) para as sub-bacias do Sistema Cantareira). O valores negativos indicam déficit de água no solo.

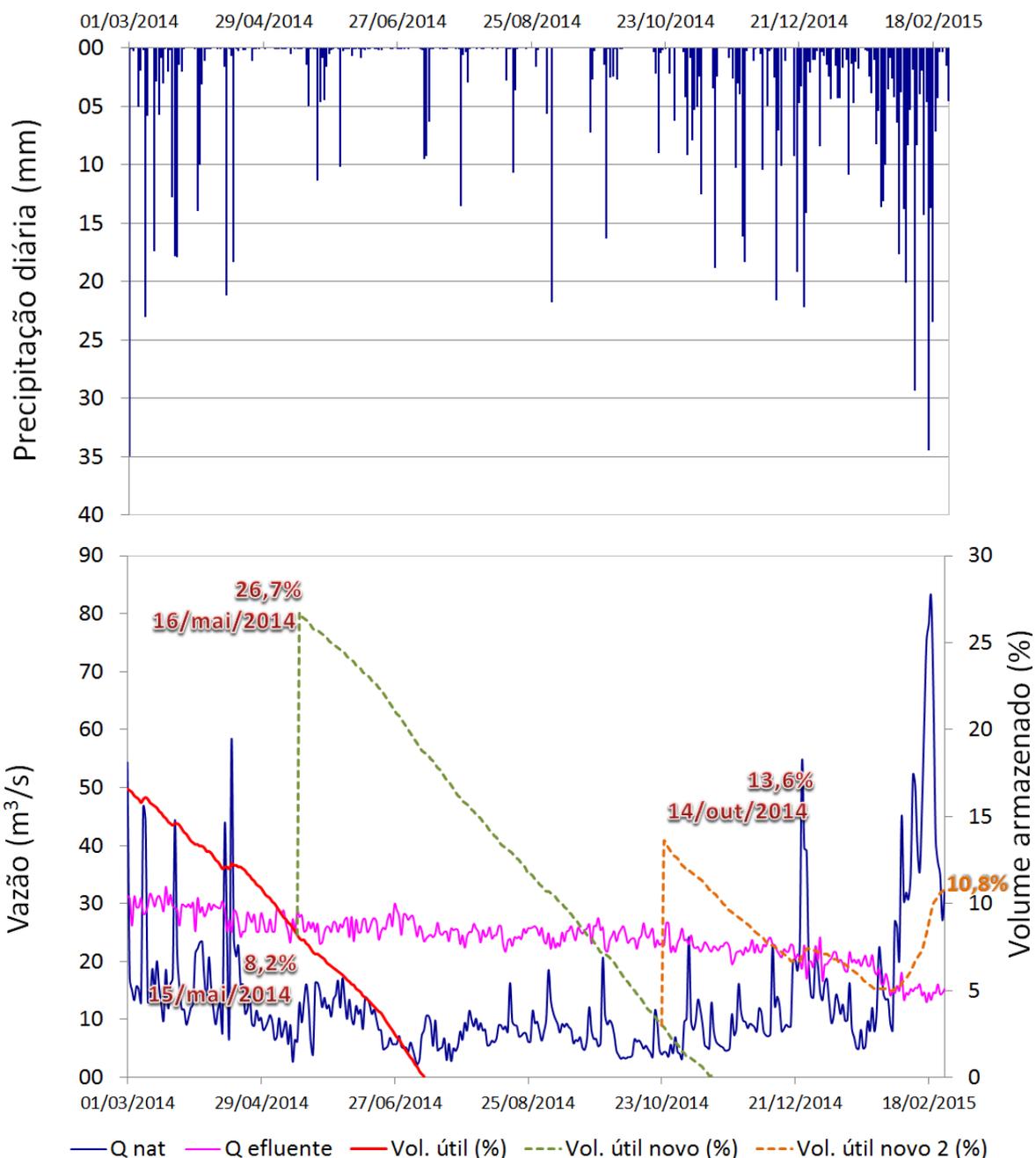


Figura 4. a) Precipitação média diária nas bacias do Sistema Cantareira (Dados do CEMADEN e DAEE) e b) Evolução da vazão afluyente (Q_{nat}) do Sistema Cantareira (linha azul), da vazão efluente ($Q_{efluente}$ = vazão para atendimento da demanda Região Metropolitana de São Paulo e Região de Campinas + vazão a jusante (linha magenta)), e do volume útil (em porcentagem) do Sistema Cantareira (linha vermelha), do novo volume útil 1 (linha verde) e do novo volume útil 2 (linha laranja). As porcentagens correspondem ao volume útil de 981,55 hm³ (Fonte: SABESP – Situação dos mananciais e boletins diários da ANA – GTAG-Cantareira: situação dos reservatórios).

Tabela 1. Resumo da situação do armazenamento do Sistema Cantareira (Fonte: SABESP – Situação dos mananciais e boletins diários da ANA – GTAG-Cantareira: situação dos reservatórios).

Situação em 25/fevereiro/2015						
Volume útil antigo (hm ³)	Vol. Útil antigo acum. (hm ³)	% Vol. Útil antigo	Vol. útil novo 2 total (hm ³)	Vol. total acum. (hm ³)	% Vol. útil novo 2	% Vol. útil antigo
981,55	0,0	0,0	1269,02	107,89	8,5	10,8

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

2.1) Precipitação observada nas últimas 24 e 72 horas e acumulados do mês de fevereiro de 2015.

A chuva no Sistema Cantareira é monitorada por sete (7) pluviômetros do DAEE e trinta (30) pluviômetros do CEMADEN instalados entre o final de abril de 2014 e início de maio de 2014 (Figura 5). Na tabela 2 são apresentados os dados nas últimas 24 e 72 horas e acumulados de todo este mês.

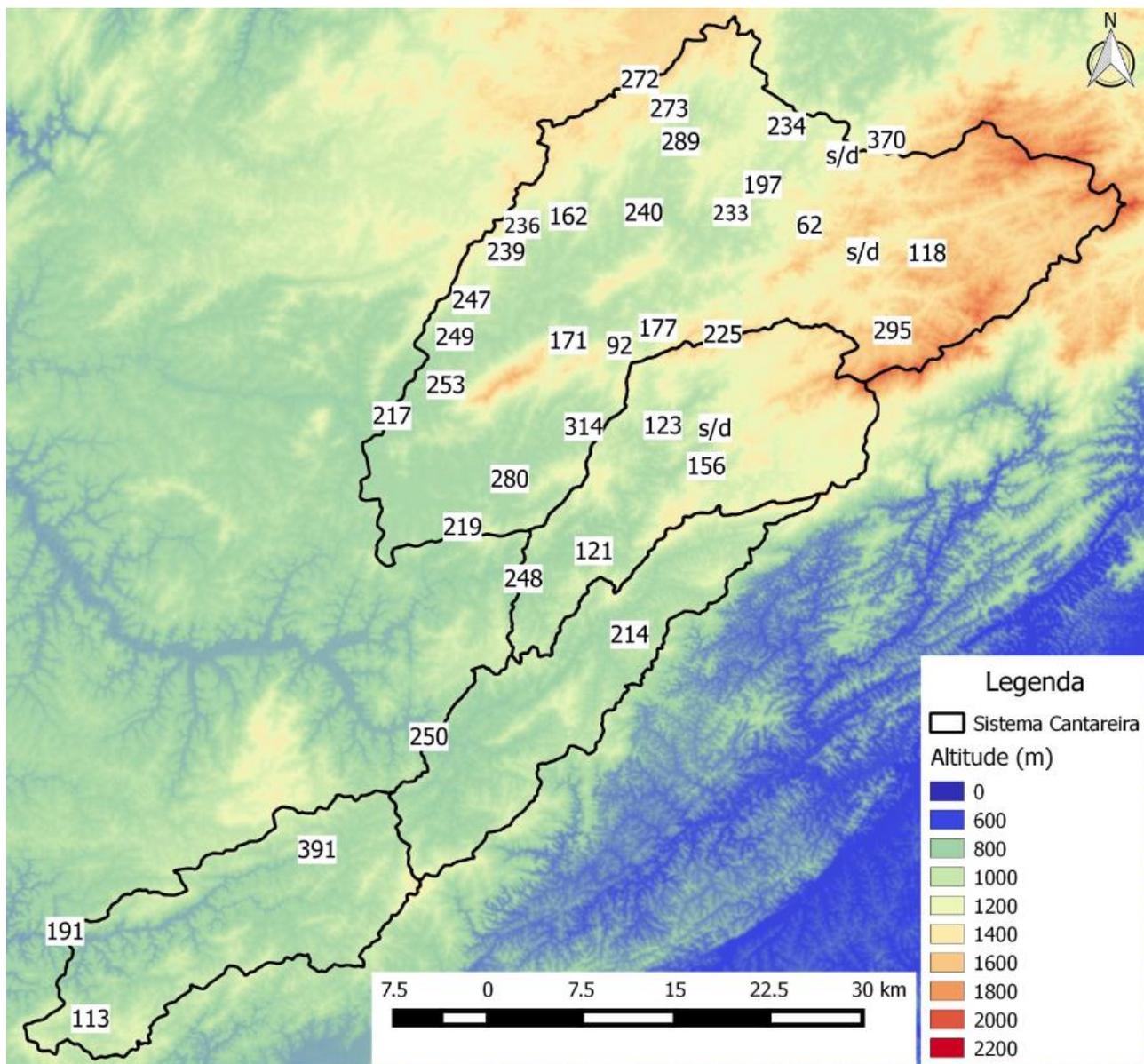


Figura 5. Precipitação observada acumulada (em mm) de 1º a 25 de fevereiro nos pluviômetros do CEMADEN e DAEE/SAISP nas sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (contornos em branco). As cores representam alturas topográficas com relação ao nível do mar de acordo com a escala da direita.

(s/d) Indica que houve falta de dados em algum período.

Tabela 2. Precipitação (em mm) nas últimas 24, 72 horas (25/02/2015 às 7:00h) e acumulado do mês de fevereiro.

Estações # Fonte: DAEE ** Fonte: CEMADEN	Precipitação acumulada (mm) Últimas 24h	Precipitação acumulada (mm) Últimas 72h	Precipitação acumulada (mm) Mês
# Barragem Jacareí	22,4	22,4	280,4
# Barragem Jaguari-Vargem	11,2	34,2	216,8
# Barragem Cachoeira	16,2	16,2	247,8
# Barragem Atibainha	2,6	2,6	250,0
# Desemboque do Tunel 5	0,0	0,0	390,6
# Barragem Paiva Castro	4,2	4,2	191,4
# Barragem Águas Claras	1,6	1,6	113,4
**Av, Targino Vargas/Camanducaia	1,0	3,0	197,0
**camanducaia01/Camanducaia	s/d	s/d	s/d
camanducaia04/Camanducaia	s/d	s/d	62,0*
**camanducaia06/Camanducaia	s/d	s/d	118,0
**COPASA/Camanducaia	1,0	3,0	295,0
**Cruzeiro/Camanducaia	0,0	0,0	233,0
Fernão Dias km910/Camanducaia*	0,0	0,0	234,0
**Ponte Nova/Camanducaia	s/d	s/d	s/d
**Santa Terezinha/Camanducaia	0,0	0,0	225,0
**São Mateus/Camanducaia	4,0	4,0	370,0
**Estrada das Posses/Extrema	0,0	0,0	92,0
**extrema01/Extrema	0,0	0,0	177,0
**extrema02/Extrema	2,0	2,0	162,0
**extrema07/Extrema	0,0	0,0	239,0
**Forjos/Extrema	0,0	0,0	171,0
**PSF Furnas/Extrema	0,0	0,0	236,0
**PSF Matão/Extrema	1,0	1,0	247,0
**COPASA/Itapeva	0,0	0,0	240,0
**Córrego dos Negros/Itapeva	0,0	0,0	273,0
**Distrito de Areias/Itapeva	0,0	0,0	289,0
**Tropical Flores/Itapeva	0,0	0,0	272,0
**Cachoeira/Joanópolis	s/d	s/d	156,0
**Centro/Joanópolis	14,0	14,0	314,0
**joanopolis02/Joanópolis	s/d	s/d	123,0
**joanopolis03/Joanópolis	s/d	s/d	s/d
**Caras/Piracaia	s/d	s/d	121,0
**Dobrada/Piracaia	6,0	6,0	219,0
**Pião/Piracaia	14,0	14,0	214,0
**Bairro dos Cardosos/Vargem	3,0	7,0	249,0
**SP036/Vargem	3,0	16,0	253,0

(s/d) Indica que houve falta de dados em algum período.

*** Dados obtidos de 16 a 19 de fevereiro de 2015.

2.2) Previsão de Chuva para o Período de 25 de fevereiro a 04 de março de 2015

A Figura 6 mostra a previsão numérica de precipitação acumulada para os próximos 3 (três) dias, segundo o modelo numérico Eta/CPTEC/INPE de alta resolução (Eta 5x5km), que é a média de cinco membros, onde são combinadas diferentes condições de contorno e de parametrização física. A Figura 7 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 Eta 40x40 km, que combinam diferentes condições de contorno e de parametrização física, e do Eta 15x15 km determinístico. As previsões baseadas no modelo ETA/CPTEC/INPE no modo de conjunto para o Sistema Cantareira para 3 dias a contar de hoje, indicam alta possibilidade de ocorrência de precipitações em forma de pancadas relativamente localizadas, com maior possibilidade no período da tarde e/ou noite.

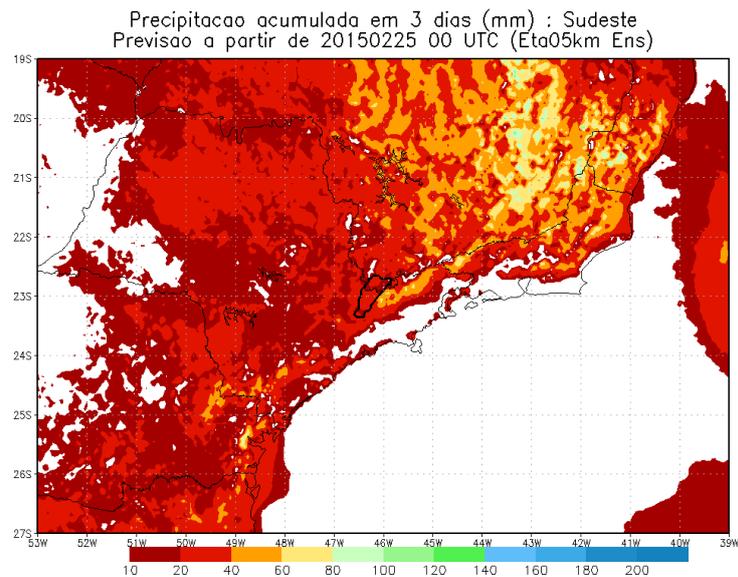


Figura 6. Previsão de precipitação acumulada em mm para os próximos 3 dias segundo a previsão do modelo numérico Eta/CPTEC/INPE de alta resolução (5x5km). A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada na Figura com linha preta espessa.

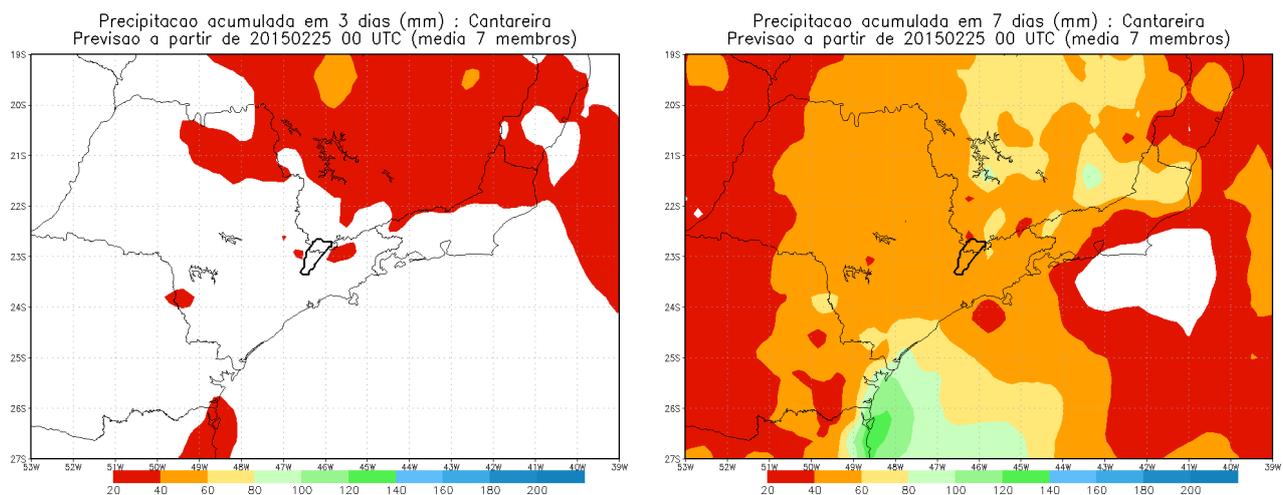


Figura 7. Previsão de precipitação acumulada em mm nos próximos 3 e 7 dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão por conjuntos (média de 7 previsões semelhantes em que a cada previsão é iniciada com o estado da atmosfera ligeiramente diferente) do modelo numérico Eta/CPTEC/INPE.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

3) Estimativa da provável evolução do armazenamento do Sistema Cantareira

A Figura 8 mostra a previsão da vazão média mensal afluyente em m^3/s do modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN), usando a previsão de precipitação do modelo ETA para os próximos 7 dias e, na sequência, considerando 5 cenários de precipitação: média climatológica, 25% abaixo, 50% abaixo, 25% acima e 50% acima da média climatológica, até 30 de dezembro de 2015. Em todos os cenários foi utilizada a média histórica mensal de temperaturas. A Figura 9 apresenta as precipitações e vazões diárias observadas de 17 a 25 de fevereiro de 2015 e previstas de 26 de fevereiro a 04 de março de 2015.

A Figura 10 mostra a evolução do volume acumulado dos reservatórios do Sistema Cantareira usando as previsões de vazão das Figuras 8 e 9, e considerando a demanda constante, $Q_{esi}=14,23 m^3/s$ e $Q_{jus}=0,47 m^3/s$, valores médios dos últimos sete dias (19/02/2015 a 25/02/2015) segundo o site da SABESP (<http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopcj.aspx>).

Para um cenário de precipitações pluviométricas 50% abaixo da média climatológica o chamado volume morto 2 seria utilizado novamente em 133 dias, esgotando-se em 278 dias a partir de hoje, aproximadamente. Em 01 de dezembro de 2015, para um cenário de precipitações pluviométricas 25% abaixo da média climatológica, seria recuperado 19,5% da água do chamado volume morto 1. Para um cenário de precipitações pluviométricas iguais à média climatológica a utilização da água do chamado volume morto 1 seria necessária por um período de 267 dias a partir de hoje. Para um cenário de precipitações pluviométricas 25% acima da média climatológica a utilização da água do chamado volume morto 1 seria necessária por um período de 76 dias. No cenário de precipitações pluviométricas 50% acima da média climatológica a utilização da água do chamado volume morto 1 seria necessária por um período de 51 dias (Tabela 3).

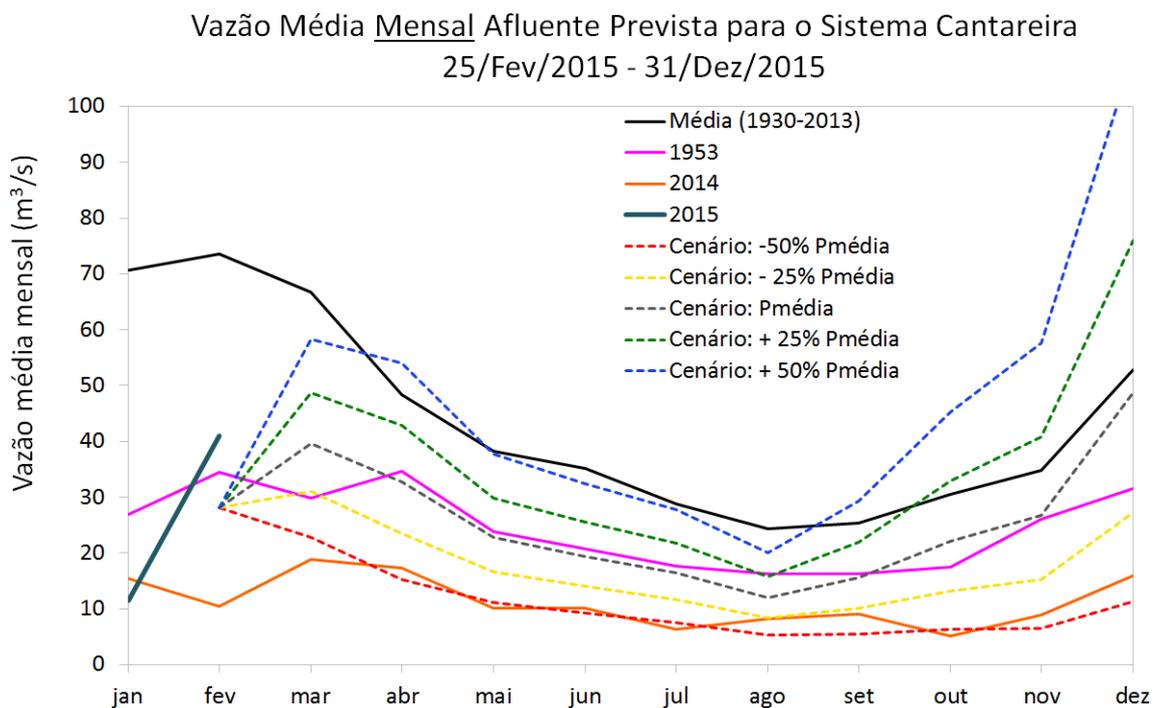


Figura 8. Previsão de vazão média mensal afluyente em m^3/s ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) com a previsão do ETA para os próximos 7 dias e, na sequência, para 5 cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha vermelha), 25% abaixo da média climatológica (linha amarela), na média climatológica (linha cinza), 25% acima da média climatológica (linha verde) e 50% acima da média climatológica (linha azul). A linha preta refere-se à média mensal climatológica e a laranja aos mínimos absolutos para o período 1930-2013. Em magenta as vazões médias do ano 1953, em roxo de 2014 e turquesa até 25 de fevereiro de 2015.

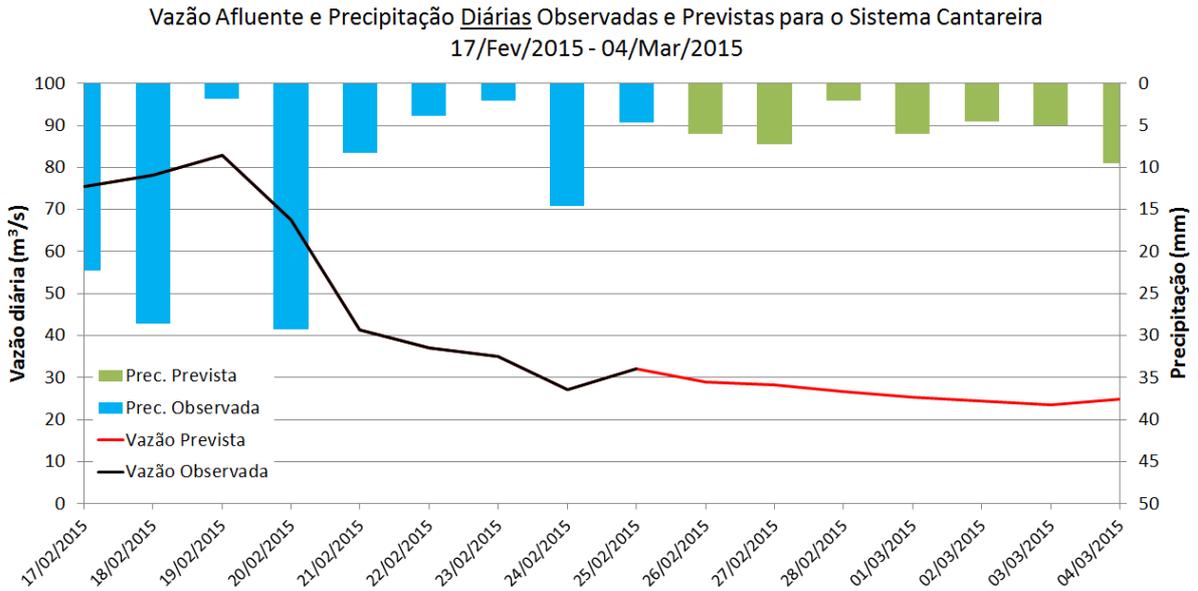


Figura 9. Nas colunas são apresentadas a precipitação observada (em azul) e a prevista (em verde) em milímetros (mm). A linha preta apresenta a vazão observada e a vermelha a vazão prevista em metros cúbicos por segundo (m³/s).

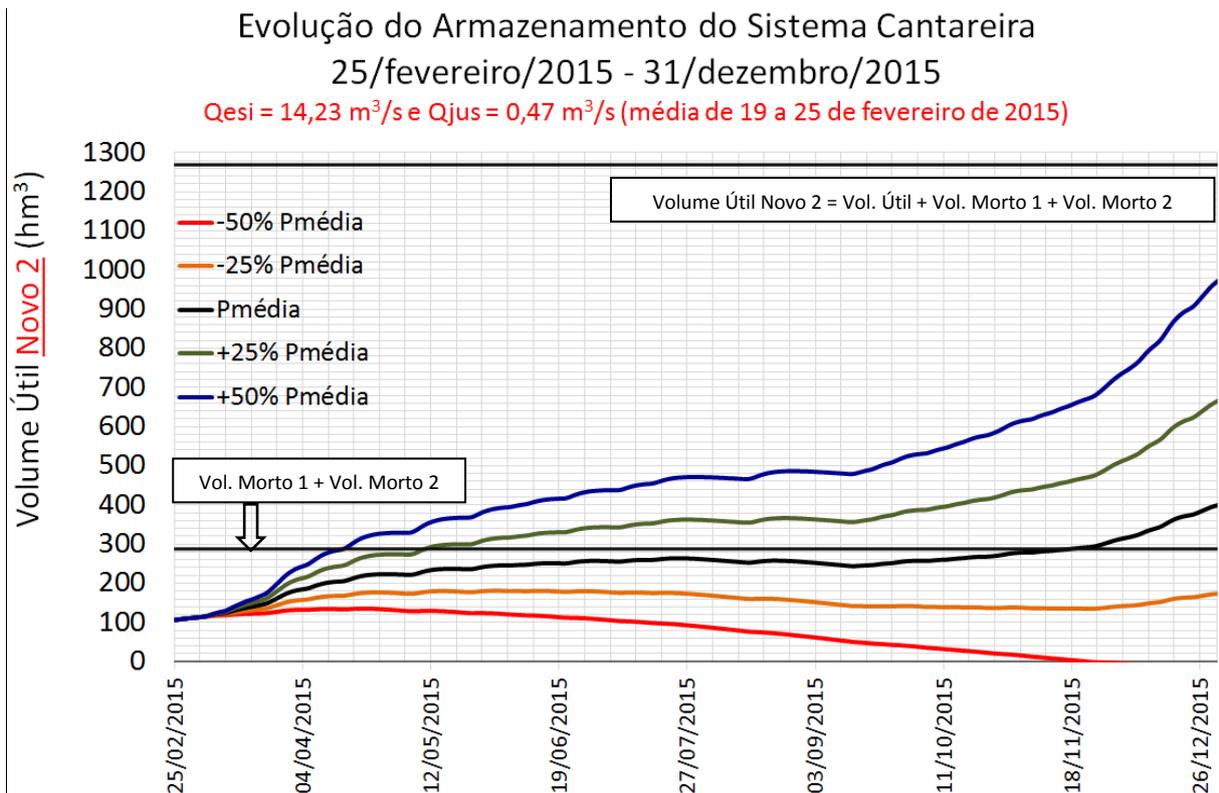


Figura 10. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para 5 cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha vermelha), 25% abaixo da média climatológica (linha laranja), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha verde) e 50% acima da média climatológica, considerando o "novo volume útil" (volume útil + volume morto1 + volume morto2 = 981,55 hm³ + 182,47 hm³ + 105,00 hm³) da água que está sendo bombeada do volume morto dos reservatórios Jaguari-Jacareí e Atibainha. Em todos os cenários foi utilizada a temperatura média mensal.

No cenário de precipitações pluviométrica na média climatológica, em 31 de março de 2015 o volume armazenado no Sistema Cantareira seria de 176,49 hm³ (13,9% de 1269,02 hm³), aproximadamente. No final da estação chuvosa, 30 de abril de 2015, o volume armazenado seria de 223,17 hm³ (17,6% de 1269,02 hm³). No final da estação seca, 30 de setembro de 2015, seria de 256,41 hm³ (20,2% de 1269,02 hm³) e no dia 1º de dezembro de 2015 seria de 309,93 hm³ (24,4% de 1269,02 hm³), aproximadamente.

Tabela 3. Resumo das previsões para o período de 25/fevereiro/2015 a 31/dezembro/2015, para os cinco cenários de precipitação e extração (Qesi + Qjus) constante igual à média de janeiro de 2015.

	Cenários Precipitação				
	50% abaixo	25% abaixo	Média	25% acima	50% acima
Extração total = $Q_{esi} = 14,23 \text{ m}^3/\text{s}^{(1)} + Q_{jus} = 0,47 \text{ m}^3/\text{s}^{(1)}$					
Dias para esgotamento do volume útil	Esgotou em 11/julho/2014				
Dias para esgotamento do volume morto 1	Esgotou em 15/novembro/2014				
Dias para recuperar o volume morto 2	Recuperado em 24/fevereiro/2015				
Dias para esgotamento do volume morto 2	278 dias	-	-	-	-
Dias para recuperar o volume morto 1	-	-	267 dias	76 dias	51 dias
% do Vol. morto 1 (de 182,47 hm ³) em 01/dez/2015	-	19,5%	100,0%	100,0%	100,0%
% do Vol. Útil total (de 1269,02 hm ³) em 01/dez/2015	0,0%	11,1%	24,4%	39,7%	57,0%

(1) Valores médios dos últimos sete dias (19/02/2015 a 25/02/2015), segundo dados do site da SABESP: <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaoopcj.aspx>.

4) Verificação das Previsões de Chuvas e Vazão do Período Anterior (17 a 24 de fevereiro de 2015)

A Figura 11 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 da direita mostra que as previsões superestimaram o volume de chuva para este período sobre as bacias do Sistema Cantareira, ou seja, choveu menos do que estava previsto.

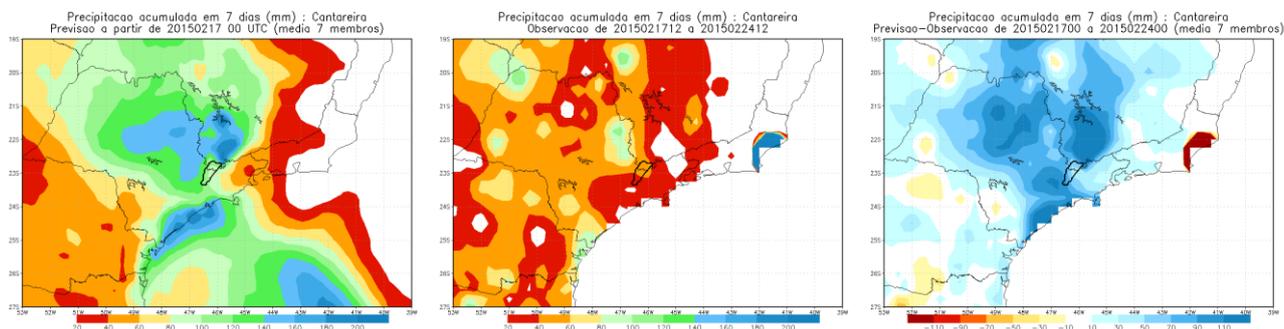


Figura 11. Esquerda: Previsão de precipitação acumulada em mm dos últimos 7 dias, segundo o modelo numérico Eta/CPTEC/INPE (previsão por conjuntos). Centro: precipitação observada no mesmo período (em mm). Direita: diferença entre a previsão prevista e observada (em mm). Os valores positivos (cores em azul) indicam que os valores previstos foram superiores ao observados e os valores negativos (cores avermelhados) indicam os valores previstos foram inferiores aos observados. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada na Figura com linha preta espessa.

A vazão média afluyente observada no período de 17 a 24 de fevereiro de 2015 foi igual a 55,59 m³/s, segundo o site da SABESP (<http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopcj.aspx>). A vazão média afluyente prevista para o mesmo período foi de 56,86 m³/s.