

Relatório da Situação Atual e Previsão Hidrológica para o Sistema Cantareira

SUMÁRIO

A precipitação média espacial, acumulada no mês, até 29 de janeiro 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 102,8 mm (147,8 mm de acordo com o site da SABESP, <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx>), sendo que a média climatológica do mês é 271,1 mm segundo a SABESP. As previsões do modelo ETA/CPTEC/INPE, no modo de conjunto, para a região de abrangência da bacia de captação do Sistema Cantareira indicam menor possibilidade de chuva hoje e aumento dessa possibilidade nos próximos 2 dias, o que ocorreria principalmente em forma de pancadas. 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. Da análise de evolução hipotética das chuvas para os próximos meses (até 30 de setembro de 2015), usando as simulações do modelo hidrológico PDM/CEMADEN¹, para um cenário de precipitações pluviométricas 50% abaixo da média climatológica, o volume morto 2 (105,00 hm³) se esgotaria em aproximadamente 92 dias a partir de hoje. Para o cenário de precipitações pluviométricas 25% abaixo da média climatológica, o volume morto 2 se esgotaria em 182 dias a partir de hoje. Para um cenário de precipitações pluviométricas iguais à média climatológica para os próximos meses, a utilização da água do chamado volume morto 2 seria necessária por um período de 61 dias, consumindo 52,13% do volume morto 2, aproximadamente. Para um cenário de precipitações pluviométricas 25% acima da média climatológica, a utilização da água do chamado volume morto 2 seria necessária por um período de 37 dias, consumindo 52,13% do volume morto 2, aproximadamente. No cenário de precipitações pluviométricas 50% acima da média climatológica,

¹ 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.

a utilização da água do chamado volume morto 2 seria necessária por um período de 27 dias, consumindo 52,13% do volume morto 2, aproximadamente (vide tabela resumo).

Resumo das previsões para o período de 29/janeiro/2015 a 30/setembro/2015, para os cinco cenários de precipitação e extração total (Qesi + Qjus) constante igual à média da primeira quinzena de janeiro de 2015.

	Cenários Precipitação				
	50% abaixo	25% abaixo	Média	25% acima	50% acima
Extração total = $Q_{esi} = 18,25 \text{ m}^3/\text{s}^{(1)}$ + $Q_{jus} = 1,87 \text{ m}^3/\text{s}^{(1)}$					
Dias para esgotamento do volume útil	Esgotou em 11/julho/2014				
Dias para esgotamento do volume morto 1	Esgotou em 15/novembro/2014				
Dias de uso do volume morto 2	92 dias	182 dias	61 ⁽²⁾ dias	37 dias	27 dias
% do Volume morto usado (de 105,00 hm ³)	100,0%	100,00%	52,13 ⁽³⁾ %	52,13 ⁽³⁾ %	52,13 ⁽³⁾ %
Dias para esgotamento do volume morto 2	92 dias	182 dias	-	-	-

(1) Média da primeira quinzena de janeiro de 2015 (Dados do site da SABESP:

<http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopcj.aspx>).

(2) Em 189 dias a partir de hoje, 29 de janeiro de 2015, iniciaria novamente o uso do volume morto 2.

(3) O menor volume registrado, de 50,26 hm³, ocorreria hoje.

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–Cantareira², Comunicado No 6 – 25/04/2014). Em 31 de março de 2014, o volume útil do Sistema Equivalente (reservatórios Jaguari-Jacaré, 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-Jacaré e Atibainha, através da instalação de um sistema de bombas nos dois reservatórios. O volume morto começou a ser bombeado do reservatório Jaguari-Jacaré 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 29 de janeiro 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 102,8 mm (147,8 mm de acordo com o site da SABESP, <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx>, para a rede pluviométrica do DAEE), sendo que a média climatológica do mês é 271,1 mm para a rede pluviométrica do DAEE (Figura 1).

A precipitação média espacial, acumulada no período de 01 de outubro de 2014 a 29 de janeiro 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 401,0 mm (490,8 mm de acordo com o site da SABESP, <http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx>, para a rede pluviométrica do DAEE), equivalente a 51,2% (62,6% de acordo com o site da SABESP) de 784,0 mm (para a rede pluviométrica do DAEE), média climatológica para este período (outubro a janeiro).

²Grupo Técnico de Assessoramento para Gestão do Sistema Cantareira

A vazão média afluyente ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) no mês, até 29 de janeiro de 2015, foi de 11,38 m³/s (Figura 2), abaixo da vazão média mensal, de 70,7 m³/s, e, inclusive, abaixo da vazão mínima histórica, 26,9 m³/s (para o período 1930-2013 segundo dados da SABESP e do GTAG-Cantareira: situação dos reservatórios / ANA).

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 29 de janeiro 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 superávit de água no solo nos meses de março, novembro e dezembro de 2014 que apresentaram, respectivamente, chuvas 5,0% acima, 21,2% e 33,7% 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 29 de janeiro de 2015.

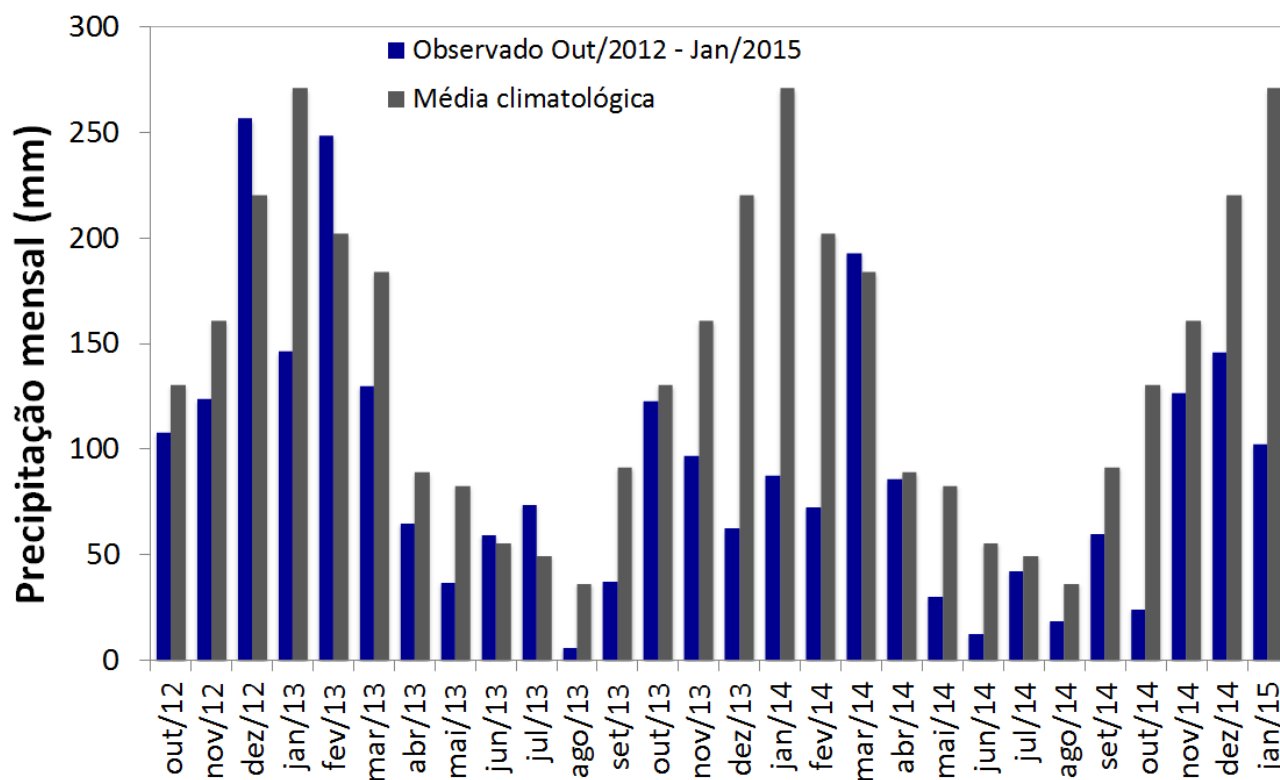


Figura 1. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira (ano hidrológico set-ago).

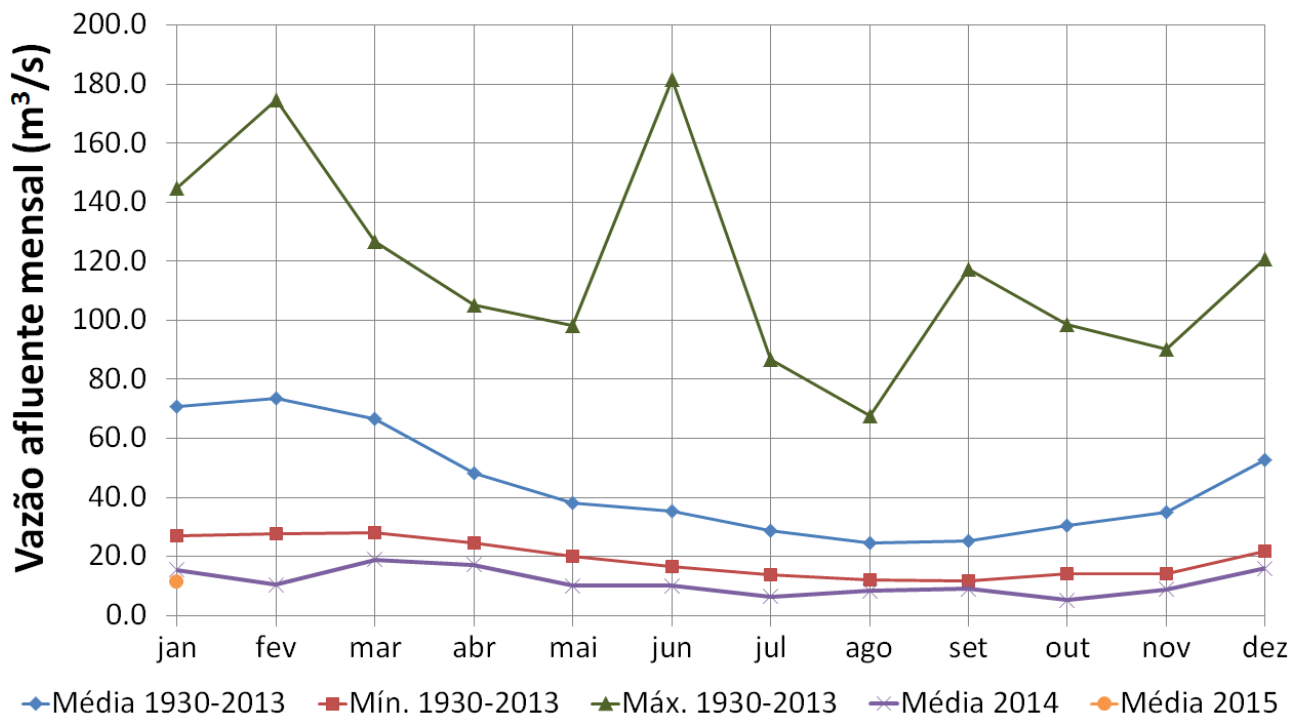


Figura 2. Vazão afluyente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). O ponto em laranja refere-se à vazão média mensal até 29 de janeiro de 2015 e a linha em roxo à vazão média mensal de 2014. A linha em azul corresponde às vazões médias mensais para o período 1930 – 2013. As linhas verde e vermelho referem-se, respectivamente, aos máximos e os 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 - Jan/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.

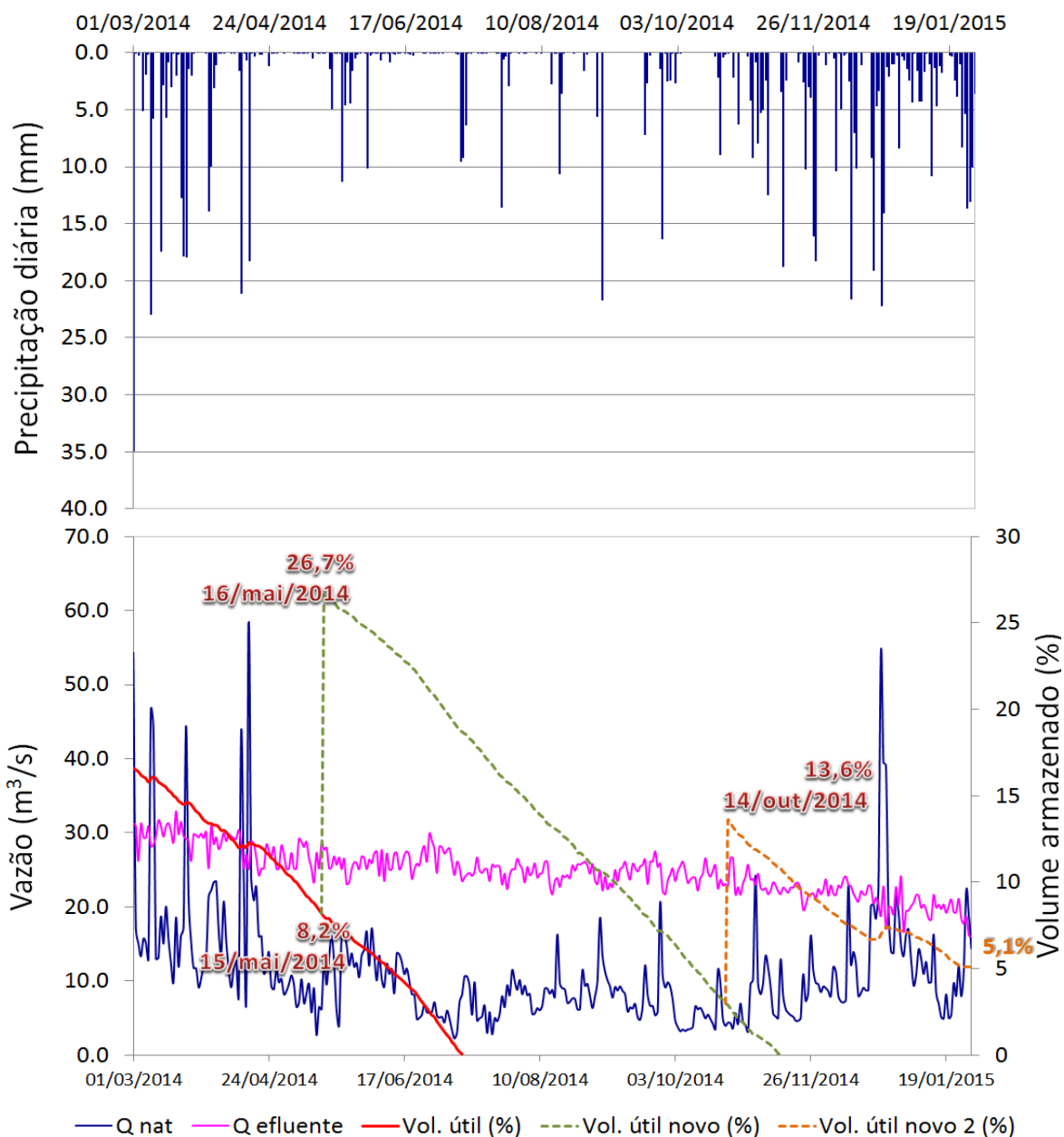


Figura 4. a) Precipitação média diária nas bacias do Sistema Cantareira (Dados do CEMADEN e DAEE) e b) Evolução da vazão afluyente (Q_{nat}) do Sistema Cantareira (linha azul), da vazão efluente ($Q_{efluente}$ = vazão para atendimento da demanda Região Metropolitana de São Paulo e Região de Campinas + 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 29/janeiro/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	55,92	4,4	5,1

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 janeiro 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.

Precipitação Acumulada (mm) – Subbacias do Sistema Cantareira 20150101 – 20150128 (Num. dias 28)

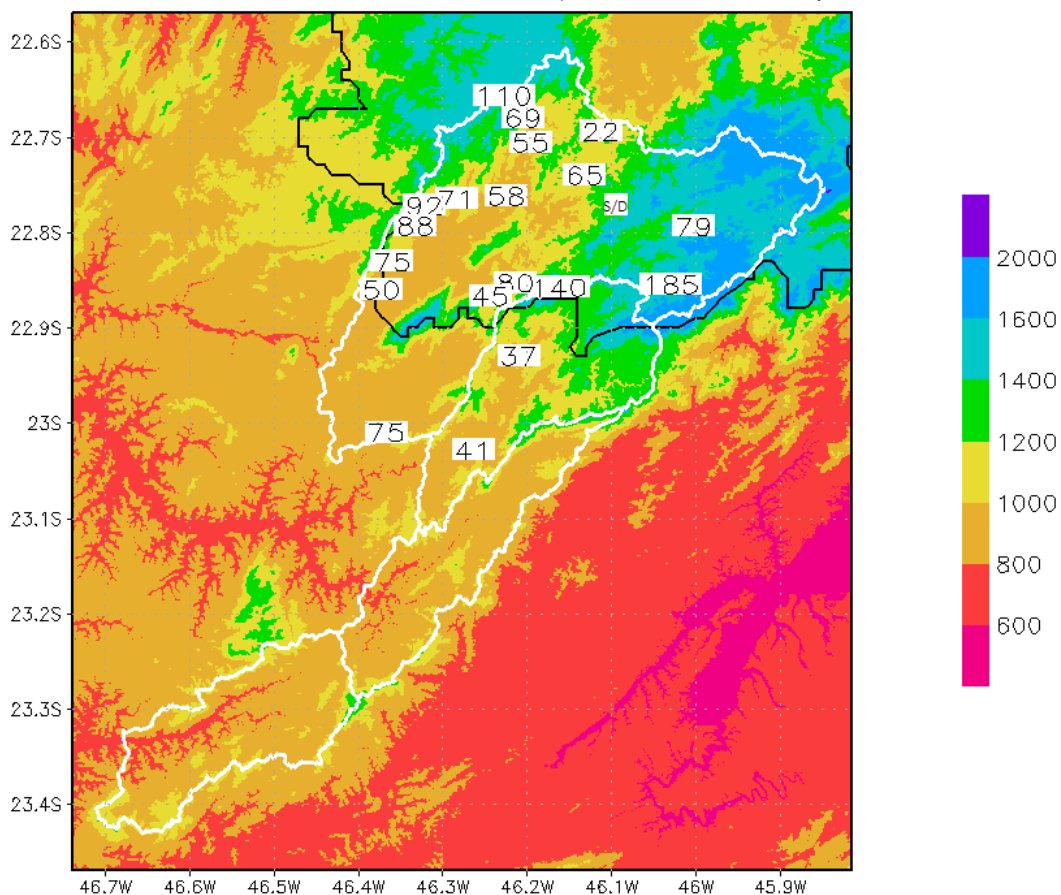


Figura 5. Precipitação observada acumulada do mês, até 28 de janeiro de 2015 (em mm) nos pluviômetros do CEMADEN nas sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (contornos em branco). As cores representam alturas topográficas com relação ao nível do mar de acordo com a escala da direita. (s/d) Indica que houve falta de dados em algum período

Tabela 2. Precipitação (em mm) nas últimas 24, 72 horas (29/01/2015 às 7:00h) e acumulado do mês.

Estações # Fonte: DAEE ** Fonte: CEMADEN	Precipitação acumulada (mm) Últimas 24h	Precipitação acumulada (mm) Últimas 72h	Precipitação acumulada (mm) Mês
# Barragem Jacareí	7,0	37,0	112,6
# Barragem Jaguari-Vargem	0,2	29,6	118,4
# Barragem Cachoeira	6,4	38,6	184,4
# Barragem Atibainha	10,4	31,4	109,8

# Desemboque do Tunel 5	0,0	7,8	112,6
# Barragem Paiva Castro	0,0	31,0	123,2
# Barragem Águas Claras	1,2	18,4	107,2
**Av, Targino Vargas/Camanducaia	0,0	29,0	80,0
**camanducaia01/Camanducaia	s/d	s/d	s/d
**camanducaia04/Camanducaia	s/d	s/d	s/d
**camanducaia06/Camanducaia	1,0	34,0	118,0
**COPASA/Camanducaia	0,0	91,0	181,0
**Cruzeiro/Camanducaia	4,0	17,0	89,0
Fernão Dias km910/Camanducaia*	s/d	s/d	s/d
**Ponte Nova/Camanducaia	s/d	s/d	s/d
**Santa Terezinha/Camanducaia	3,0	65,0	169,0
**São Mateus/Camanducaia	9,0	82,0	110,0
**Estrada das Posses/Extrema	0,0	9,0	31,0
**extrema01/Extrema	0,0	43,0	94,0
**extrema02/Extrema	0,0	3,0	58,0
**extrema07/Extrema	1,0	16,0	102,0
**Forjos/Extrema	0,0	15,0	33,0
**PSF Furnas/Extrema	5,0	8,0	96,0
**PSF Matão/Extrema	8,0	19,0	82,0
**COPASA/Itapeva	0,0	37,0	82,0
**Córrego dos Negros/Itapeva	0,0	20,0	70,0
**Distrito de Areias/Itapeva	0,0	33,0	61,0
**Tropical Flores/Itapeva	0,0	26,0	100,0
**Cachoeira/Joanópolis	0,0	2,0	36,0
**Centro/Joanópolis	0,0	18,0	115,0
**joanopolis02/Joanópolis	0,0	5,0	131,0
**joanopolis03/Joanópolis	s/d	s/d	s/d
**Caras/Piracaia	8,0	14,0	14,0
**Dobrada/Piracaia	0,0	28,0	116,0
**Pião/Piracaia	0,0	8,0	80,0
**Bairro dos Cardosos/Vargem	8,0	12,0	80,0
**SP036/Vargem	26,0	43,0	104,0

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

*** Estação descontinuada cujos dados foram desconsiderados a partir de 1º de janeiro de 2015.

2.2) Previsão de Chuva para o Período de 29 de janeiro a 05 de fevereiro 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 do 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. Essas precipitações ocorrerão, na sua

maior parte, em forma de pancadas localizadas, sem descartar a possibilidade de ocorrência de acumulados pontuais intensos. A possibilidade é relativamente menor nos próximos dois dias (quinta e sexta feira), aumentando no final de semana. No acumulado de 7 dias se observa um incremento nos valores de chuva acumulada com respeito à previsão de 3 dias em função da continuidade da situação favorável para a ocorrência de pancadas de chuva.

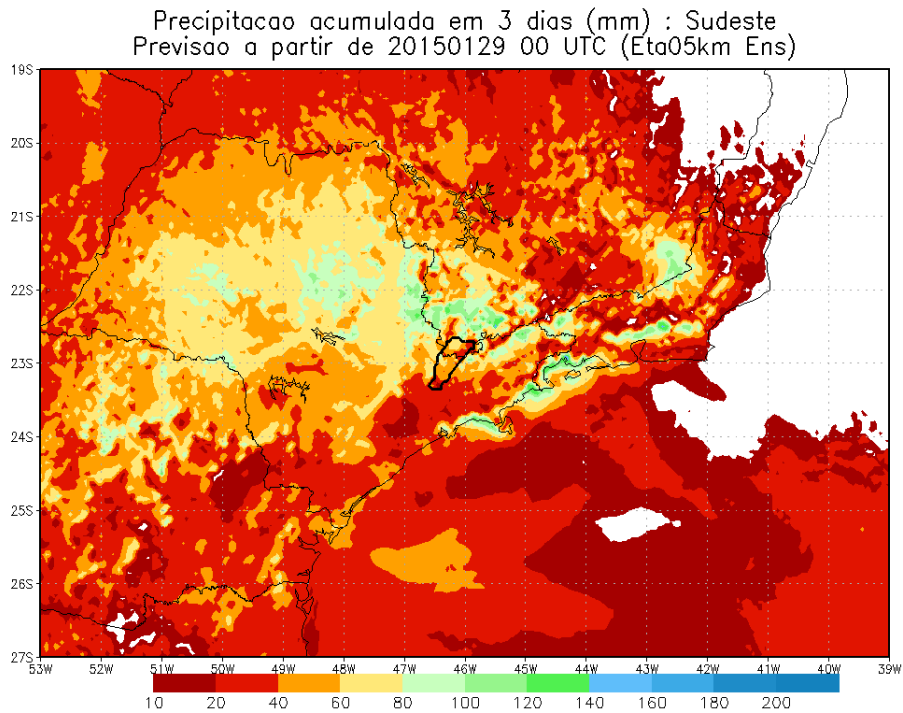


Figura 6. Previsão de precipitação acumulada em mm para os próximos 3 dias segundo a previsão do modelo numérico Eta/CPTec/INPE de alta resolução (5x5km). A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada na Figura com linha preta espessa.

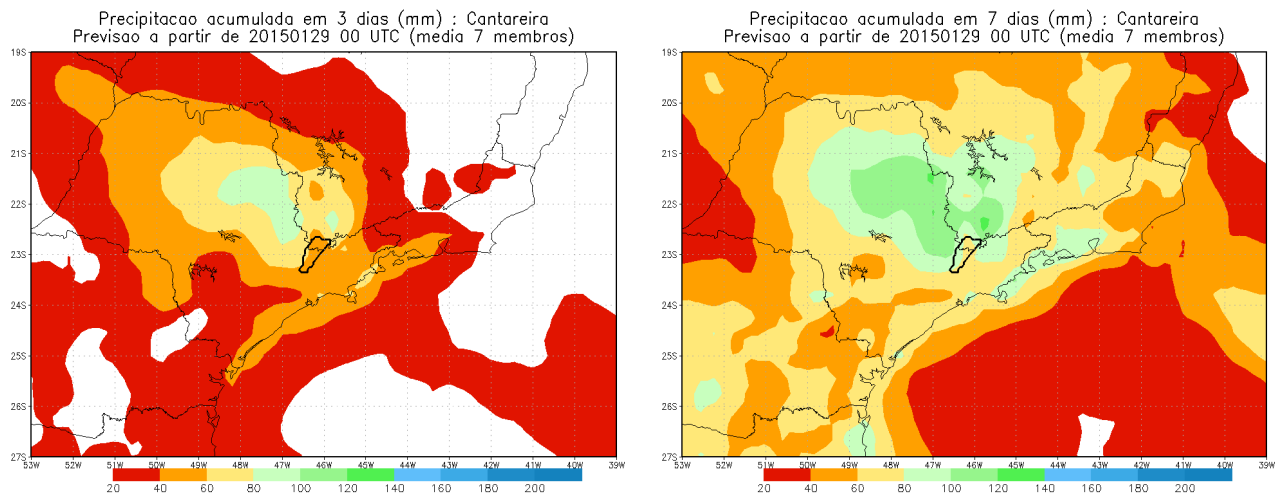


Figura 7. Previsão de precipitação acumulada em mm nos próximos 3 e 7 dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão por conjuntos (média de 7 previsões semelhantes em que a cada previsão é iniciada com o estado da atmosfera ligeiramente diferente) do modelo numérico Eta/CPTec/INPE.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

3) Verificação das Previsões de Chuvas do Período Anterior (21 a 28 de janeiro de 2015)

A Figura 8 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 o Cantareira, ou seja, choveu menos do que estava previsto.

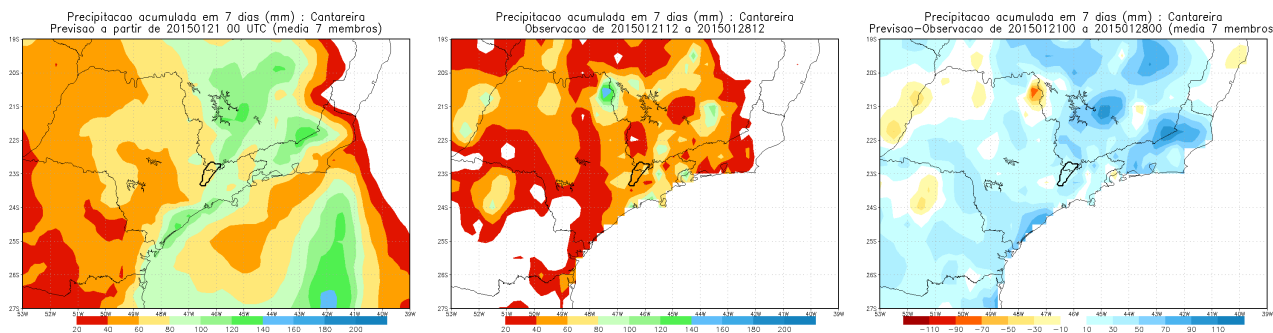


Figura 8. Esquerda: Previsão de precipitação acumulada em mm dos últimos 7 dias, segundo o modelo numérico Eta/CPTEC/INPE (previsão por conjuntos). Centro: precipitação observada no mesmo período (em mm). Direita: diferença entre a previsão prevista e observada (em mm). Os valores positivos (cores em 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.

4) Estimativa da provável evolução do armazenamento do Sistema Cantareira

A Figura 9 mostra a previsão da vazão média mensal afluente em m^3/s do modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN), usando a previsão de precipitação 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 setembro de 2015. Em todos os cenários foi utilizada a média histórica mensal de temperaturas.

A Figura 10 mostra a evolução do volume acumulado dos reservatórios do Sistema Cantareira usando as previsões de vazão da Figura 9, e considerando a demanda constante, $Q_{esf}=18,25 m^3/s$ e $Q_{jus}=1,87 m^3/s$, valores médios da primeira quinzena de janeiro de 2015 segundo o site da SABESP (<http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaoopcj.aspx>).

O chamado volume morto 1 ($187,47 hm^3$) se esgotou no dia 15 de novembro de 2014. Para um cenário de precipitações pluviométricas 50% abaixo da média climatológica, o volume morto 2 ($105,00 hm^3$) se esgotaria em aproximadamente 92 dias a partir de hoje, 29 de janeiro de 2015. Para o cenário de precipitações pluviométricas 25% abaixo da média climatológica, o volume morto 2 se esgotaria em 182 dias a partir de hoje. Para um cenário de precipitações pluviométricas iguais à média climatológica para os próximos meses, a utilização da água do chamado volume morto 2 seria necessária por um período de 61 dias, consumindo 52,13% do volume morto 2, aproximadamente. Para um cenário de precipitações pluviométricas 25% acima da média climatológica, a utilização da água do chamado volume morto 2 seria necessária por um período de 37 dias, consumindo 52,13% do volume morto 2, aproximadamente. No cenário de precipitações pluviométricas 50% acima da média climatológica, a utilização da água do chamado volume morto 2 seria necessária por um período de 27 dias, consumindo 52,13% do volume morto 2, aproximadamente (Tabela 3).

No final da estação chuvosa, 30 de abril de 2015, no cenário de precipitações pluviométricas na média climatológica, o volume armazenado do Sistema Cantareira seria de $124,74 hm^3$ (9,83% de $1269,02 hm^3$).

No final da estação seca, 30 de setembro de 2015, seria de 74,14 hm³ (5,84% de 1269,02 hm³), aproximadamente.

No cenário de precipitações pluviométricas 40% abaixo da média climatológica, como observado no trimestre outubro-novembro-dezembro de 2014, no final da estação chuvosa o volume armazenado do Sistema Cantareira seria de 21,86 hm³ (1,72% de 1269,02 hm³). O volume morto 2 que esgotaria em 119 dias a partir de hoje, 29 de janeiro de 2015, aproximadamente.

Vazão Média Mensal Afluente Prevista para o Sistema Cantareira - Fev/2015 - Set/2015

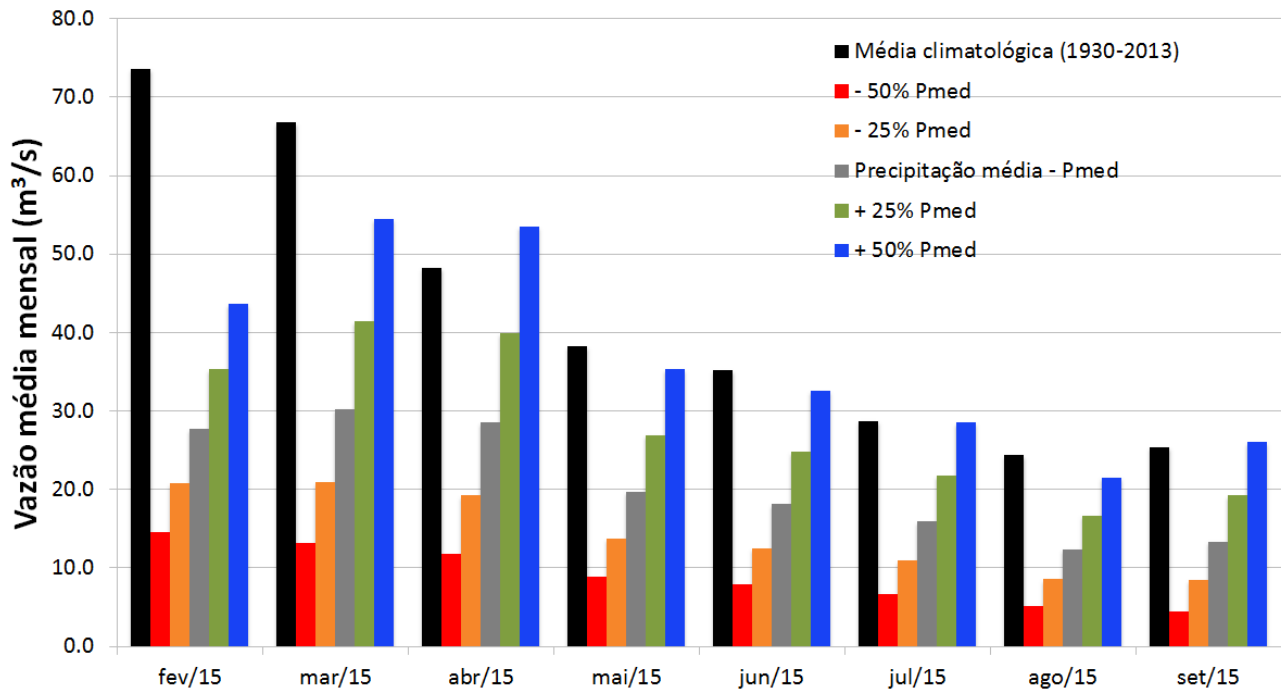


Figura 9. Previsão de vazão média mensal afluente em m³/s ao Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro) para 5 cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha vermelha), 25% abaixo da média climatológica (linha laranja), na média climatológica (linha preta), 25 % acima da média climatológica (linha verde) e 50% acima da média climatológica.

Evolução do Armazenamento do Sistema Cantareira 29/janeiro/2015 - 30/setembro/2015

Qesi = 18,25 m³/s e Qjus = 1,87 m³/s (média da 1ª quinzena de janeiro de 2015)

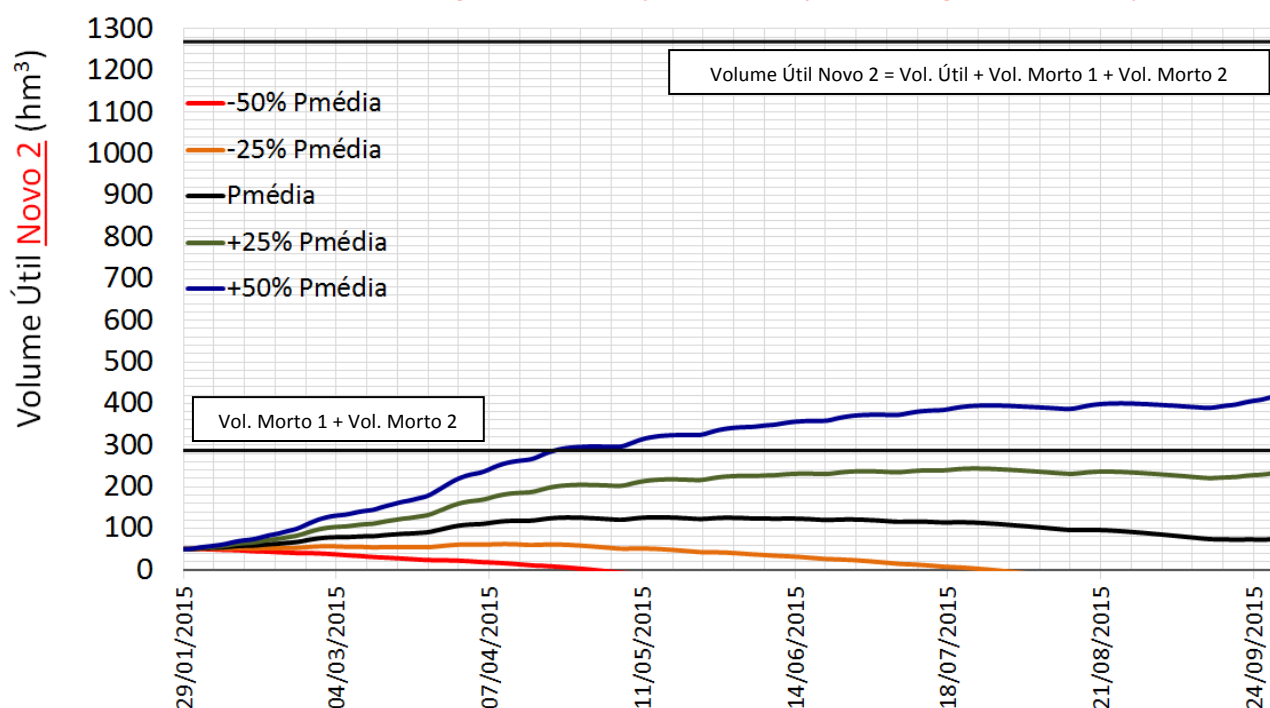


Figura 10. Projeções da evolução do armazenamento do Sistema Cantareira para 5 cenários: precipitação 50% abaixo da média climatológica (linha vermelha), 25% abaixo da média climatológica (linha laranja), na média climatológica (linha preta), 25% acima da média climatológica (linha verde) e 50% acima 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.

Tabela 3. Resumo das previsões para o período de 29/janeiro/2015 a 30/setembro/2015, para os cinco cenários de precipitação e extração (Qesi + Qjus) constante igual à média da primeira quinzena de janeiro de 2015.

	Cenários Precipitação				
	50% abaixo	25% abaixo	Média	25% acima	50% acima
Extração total = Qesi = 18,25 m ³ /s ⁽¹⁾ + Qjus = 1,87 m ³ /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 de uso do volume morto 2	92 dias	182 dias	61 ⁽²⁾ dias	37 dias	27 dias
% do Volume morto usado (de 105,00 hm ³)	100,0%	100,00%	52,13 ⁽³⁾ %	52,13 ⁽³⁾ %	52,13 ⁽³⁾ %
Dias para esgotamento do volume morto 2	92 dias	182 dias	-	-	-

(1) Média da primeira quinzena de janeiro de 2015 (Dados do site da SABESP:

<http://www2.sabesp.com.br/mananciais/divulgacaopcj.aspx>).

(2) Em 189 dias a partir de hoje, 29 de janeiro de 2015, iniciaria novamente o uso do volume morto 2.

(3) O menor volume registrado, de 50,26 hm³, ocorreria hoje.