

Julho de 2023

Ano 09 | número 83

# SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÃO HIDROLÓGICA PARA O SISTEMA CANTAREIRA

## Diretora do Cemaden

Regina Célia dos Santos Alvalá

## Coordenador Geral de Pesquisa e Desenvolvimento

José A. Marengo

## Revisor Científico

Luz Adriana Cuartas Pineda

## Pesquisadores colaboradores

Elisângela Broedel

Giovanni Dolif

Marcelo Seluchi

Wanderley Mendes

Jerusa Peixoto

## Elaboração

Elisângela Broedel



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES



## Sumário Executivo

Esta edição do boletim traz um resumo da situação referente ao mês de julho de 2023, e projeções hidrológicas de agosto a dezembro de 2023. O armazenamento dos reservatórios do Sistema Cantareira, no final de julho, foi de 79%. Esse valor representa uma redução de 4% em relação ao final do mês anterior, e uma situação significativamente melhor quando comparado ao mesmo período do ano de 2022 (36%). Com a situação atual de armazenamento, os reservatórios do Sistema Cantareira encontram-se na faixa de operação “Normal” (armazenamento entre 60% e 100%)<sup>1</sup>, cuja máxima vazão de extração para o atendimento da demanda hídrica da região metropolitana de São Paulo é 33 m<sup>3</sup>/s. Em julho de 2023, a média de extração para o abastecimento da região metropolitana de São Paulo foi, de aproximadamente, 24 m<sup>3</sup>/s. Além disso, ressalta-se que, com o nível de armazenamento superior a 60%, a contribuição proveniente do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Jaguari, na bacia do rio Paraíba do Sul, para o reservatório do rio Atibainha, integrante do Sistema Cantareira fica suspensa, de acordo a Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017.

A precipitação e a vazão registradas no Sistema Cantareira, no mês de julho, foram equivalentes a 11% e 68% da média histórica do mês, respectivamente. Atualmente o Sistema Cantareira, segundo o Índice Padronizado de Vazão na escala de 12 meses (SSFI-12), encontra-se classificado em condição de normalidade. No entanto, numa escala de mais longo prazo, SSFI-24, a condição é de seca hidrológica moderada. Condição semelhante à registrada no mês anterior.

Com relação às projeções hidrológicas a partir do modelo PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN) (**Tabela 01**), as simulações indicam que, no cenário hipotético de precipitação na média histórica, a vazão afluente média aos reservatórios do sistema Cantareira, nos meses de agosto a dezembro, seria em torno de 27 m<sup>3</sup>/s, o que representa, aproximadamente, 90% da média histórica. Considerando este mesmo cenário, as projeções indicam que, o reservatório estaria ao final de dezembro, com 69% do seu volume útil, na faixa de operação “Normal”. Para os cenários de chuva 25% abaixo e acima da média histórica, a vazão média entre agosto a dezembro seria de, aproximadamente, 57% e 123% da média histórica, respectivamente. Ao passo que, o volume armazenado no sistema, para esses mesmos cenários, alcançaria, no final de dezembro de 2023, valores de, aproximadamente, 58% e 82%, na faixa de operação “Atenção” e “Normal”, respectivamente.

---

<sup>1</sup> De acordo com a Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017.

Ressalta-se que essas projeções de armazenamento podem ser modificadas de acordo com mudanças na vazão de interligação com a bacia do rio Paraíba do Sul, bem como com as extrações do Sistema a serem praticadas pelo operador, nos próximos meses.

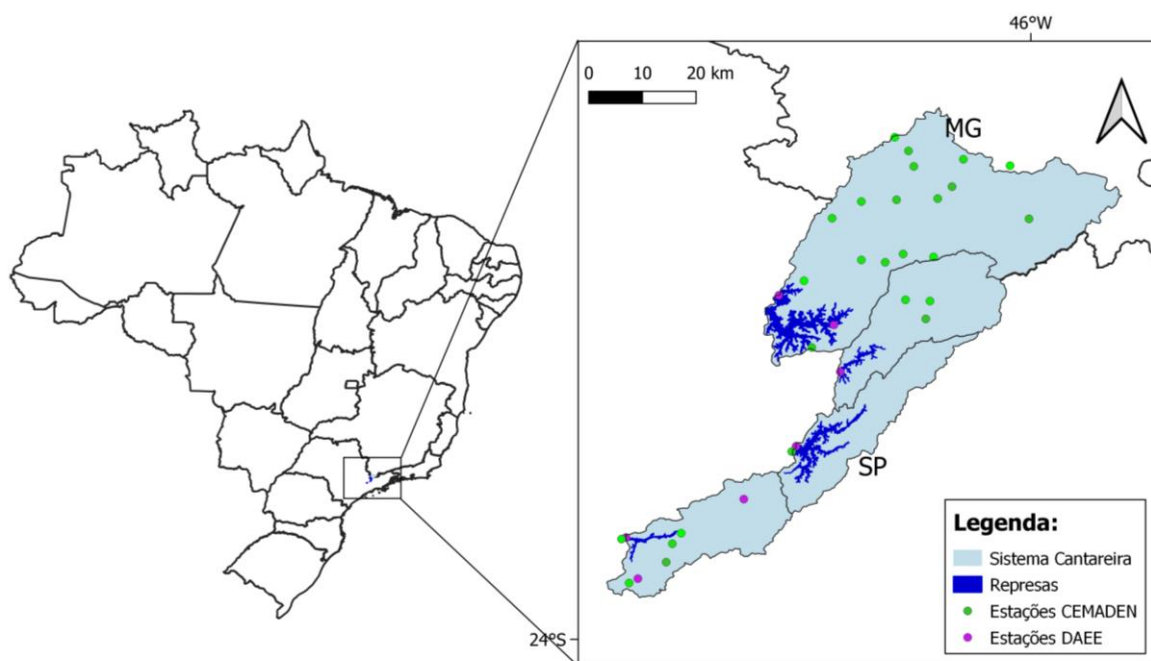
**Tabela 01.** Projeções de vazão média (de agosto a dezembro de 2023) e volume armazenado do Sistema Cantareira (final de dezembro), considerando cinco cenários de precipitação: 50% e 25% abaixo da média histórica, na média histórica e 25% acima da média histórica e cenário crítico. As faixas de operação do reservatório estão de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925/2017.

	Cenários de Precipitação				
	50% abaixo da média histórica	25% abaixo da média histórica	Média histórica	25% acima da média histórica	Crítico (precipitação de 2013)
<b>Agosto a Dezembro/2023</b>					
Vazão Afluente (m <sup>3</sup> /s)	11	17	27	37	14
Vazão Afluente (% da MLT)	36%	57%	90%	123%	48%
<b>31/12/2023 (Sem interligação)</b>					
Volume útil - 982 hm <sup>3</sup> - (%)	52%	58%	69%	82%	54%
Faixa de operação	Atenção	Atenção	Normal	Normal	Atenção

## 1. Situação atual do Sistema Cantareira

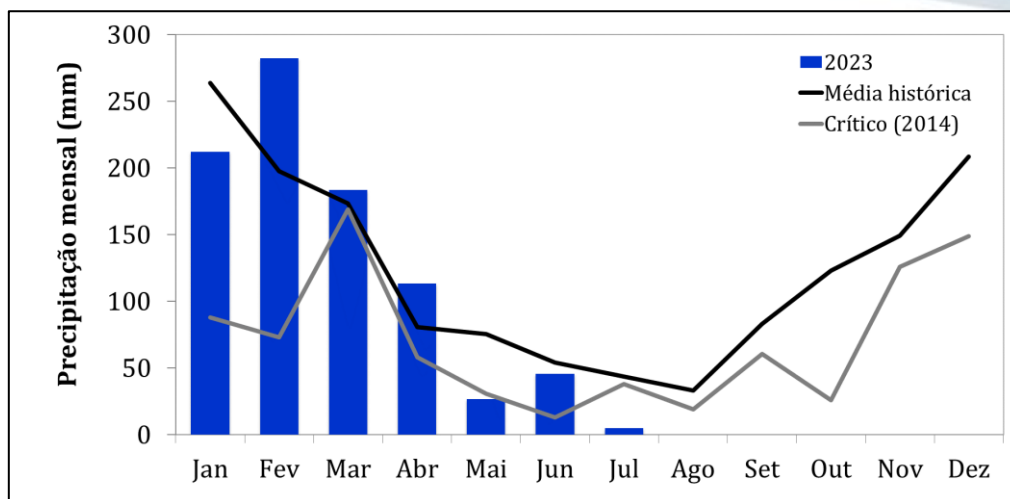
A precipitação acumulada durante os meses da estação seca de 2023, de abril a julho, baseado nas redes pluviométricas que cobrem as sub-bacias de captação do Sistema Cantareira (**Figura 1**), incluindo 26 pluviômetros do CEMADEN e 7 pluviômetros do DAEE/ SAISP<sup>2</sup> foi 191 mm (192<sup>2</sup> mm). Esse valor corresponde a 75% (76%<sup>2</sup>) da média histórica deste período (254 mm), e 51% (52%<sup>2</sup>) da média histórica para a estação seca, compreendida entre os meses de abril a setembro (370 mm).

No mês de julho de 2023, a precipitação acumulada foi de 4.9 mm (4.8<sup>2</sup> mm), equivalente a um valor de 11.2% (11%<sup>2</sup>) da média histórica para este mês (43 mm) (**Figura 2**). De acordo com o Índice Padronizado de Precipitação, na escala de 12 meses, o sistema Cantareira apresentou, condição de normalidade (SPI-12 = 0,36). No entanto, numa escala de mais longo prazo, a condição é de seca severa (SPI-24 = -1,33) (**Figura 3a e 3b**). Essa condição de seca em relação a precipitação, na escala de 24 meses, representa uma situação pior comparativamente ao mês anterior (seca hidrológica moderada). Ainda nesta figura, é possível notar um déficit de chuva nessa região, situação que vem se repetindo, de forma sistemática, desde a estação chuvosa 2016/2017.

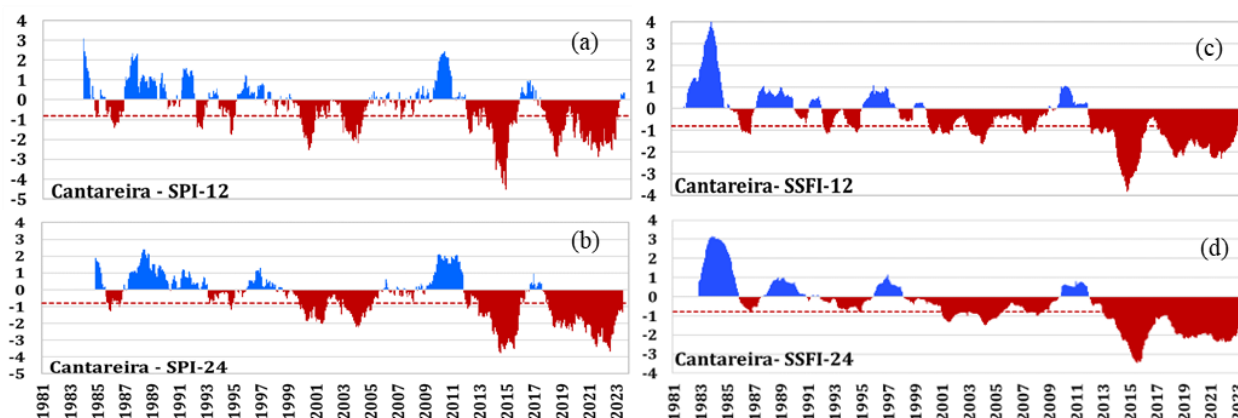


**Figura 1:** Mapa de localização das sub-bacias de captação do Sistema Cantareira incluindo Jaguari-Jacaré, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro (contornos em preto), juntamente com a localização dos pluviômetros operantes nesta região, sendo 26 do CEMADEN (pontos verdes) e 7 do DAEE/ SAISP (pontos magentas).

<sup>2</sup> DAEE / SAISP: Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo / Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo.



**Figura 2.** Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira, em mm, de acordo com os dados do CEMADEN, entre janeiro a julho de 2023 (barras em azul). As linhas em preto e cinza representam, respectivamente, a precipitação média mensal histórica (1983-2022) e a precipitação crítica do histórico, compreendida entre janeiro a dezembro de 2014.



**Figura 3.** Índice Padronizado de Precipitação - SPI (a e b) e Índice Padronizado de Vazão - SSFI (c e d) para o Sistema Cantareira, nas escalas temporais de 12 e 24 meses, entre janeiro de 1981 a julho de 2023. A linha vermelha pontilhada indica o limiar entre a seca hidrológica fraca à moderada e severa à excepcional.

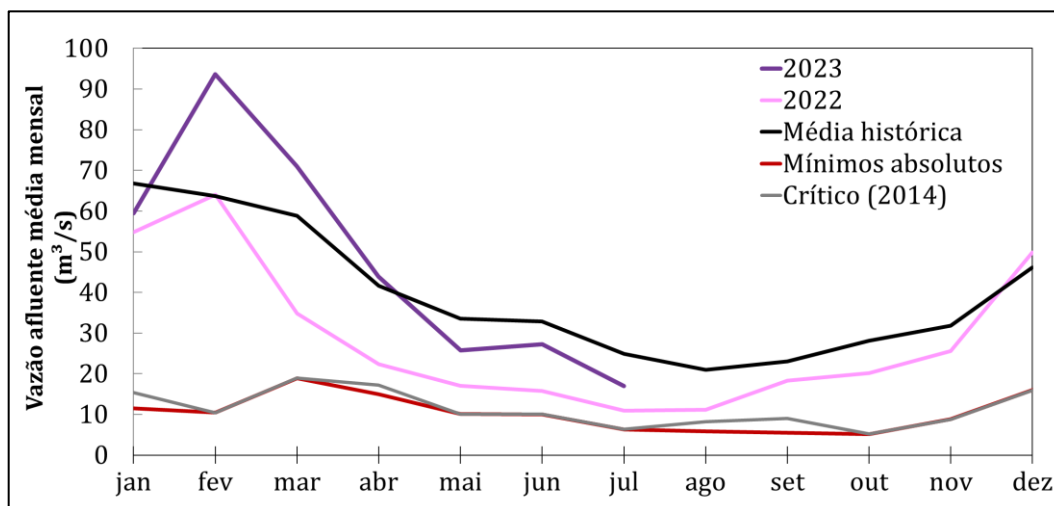
A média de vazão afluente aos reservatórios do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro), de abril a julho de 2023, de acordo com dados da SABESP<sup>3</sup> e da ANA<sup>4</sup> foi, de aproximadamente, 31 m<sup>3</sup>/s. Esse valor corresponde a, aproximadamente, 93% da média histórica deste período (33 m<sup>3</sup>/s) e 103% da média histórica para a estação seca, compreendida entre os meses de abril a setembro (30 m<sup>3</sup>/s). Para o mesmo período, a extração total média dos reservatórios foi 31 m<sup>3</sup>/s, enquanto a média de extração de água do Sistema Cantareira para o elevatório Santa Inês (Qesi), que abastece a região metropolitana de São Paulo, foi 25 m<sup>3</sup>/s.

<sup>3</sup> SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/Situação dos Mananciais.

<sup>4</sup> ANA: Agência Nacional de Águas.

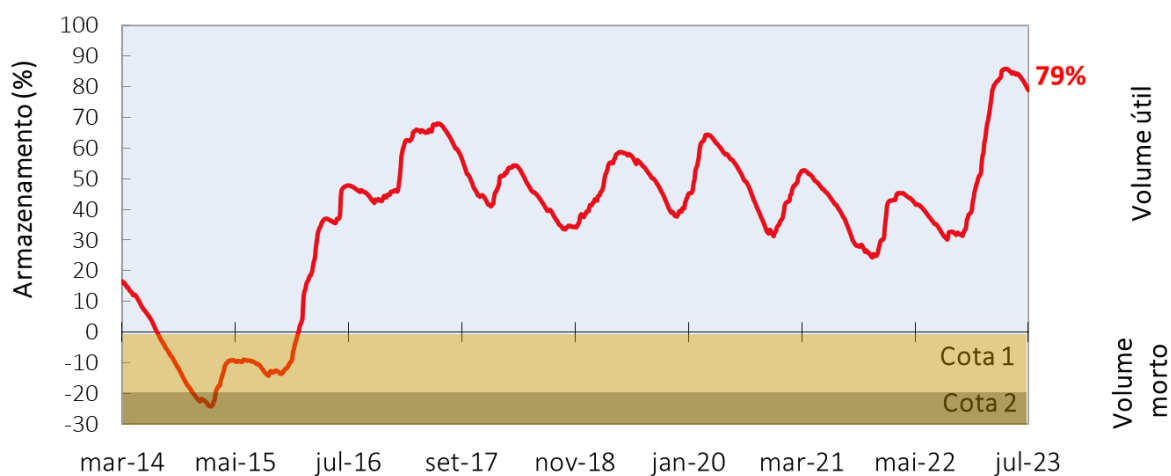
No mês de julho de 2023, a média de vazão afluyente registrada foi, de aproximadamente, 17 m<sup>3</sup>/s (**Figura 4**), o que representa, cerca de 68% da média mensal histórica (25 m<sup>3</sup>/s). O Sistema Cantareira encontra-se classificado em condição variando entre a normalidade e seca hidrológica moderada, com relação ao Índice Padronizado de Vazão (SSFI) para as escalas temporais de 12 e 24 meses, respectivamente (SSFI-12 = -0.41; SSFI-24 = -1.19) (**Figura 3c e 3d**). Ainda de acordo com o SSFI, a atual condição de seca hidrológica no Sistema Cantareira representa uma situação semelhante ao mês anterior. Ressalta-se que o Sistema Cantareira vinha enfrentando condições de seca hidrológica, variando de fraca a excepcional, desde o início de 2012, à exceção dos meses de agosto a novembro de 2016.

Adicionalmente, em julho de 2023, Qesi foi de, aproximadamente, 24 m<sup>3</sup>/s, e a vazão de jusante (Qjus), que contribui com as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Região do PCJ), foi de 8,6 m<sup>3</sup>/s. Juntas, estas duas vazões representam a extração total do sistema Cantareira, que foi de, aproximadamente, 33 m<sup>3</sup>/s. Neste mês, o aporte proveniente da interligação com o Sistema Paraíba do Sul para o reservatório Atibainha, manteve-se desativado, uma vez que, o armazenamento encontra-se acima de 60% da capacidade total (em acordo com a Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017). Ressalta-se que, a interligação foi suspensa em 27 de dezembro de 2022, quando o volume registrado nos reservatórios do Sistema Cantareira era de 39% da capacidade total.



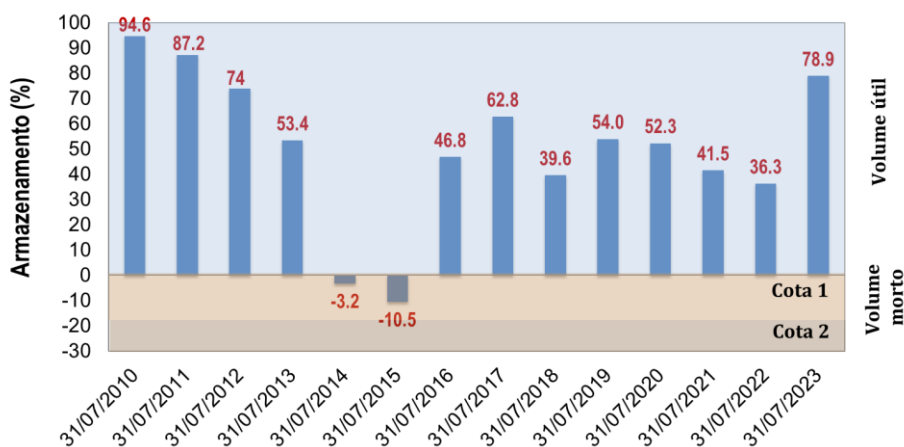
**Figura 4.** Vazão afluyente (em m<sup>3</sup>/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais históricas e mínimas mensais históricas para o período 1981 – 2022. As linhas cinza, magenta e roxa correspondem, respectivamente às vazões médias mensais: de janeiro a dezembro de 2014, representando o período crítico do histórico; de janeiro a dezembro de 2022; e de janeiro a julho de 2023. Fonte dos dados: SABESP.

A evolução do nível diário de armazenamento no Sistema Cantareira, entre os anos de 2014 e 2023, considerando o volume útil e as cotas do volume morto<sup>5</sup> são exibidas na **Figura 5**. O Sistema operou no dia 31 de julho de 2023 com, aproximadamente, 79% do volume útil (775,9 hm<sup>3</sup>), na faixa de operação “Normal” (nível de armazenamento entre 60% e 100%). O volume atual no Sistema Cantareira caracteriza uma redução de 4% em relação ao final do mês anterior e uma situação significativamente melhor que no mesmo período do ano de 2022 (36%). Adicionalmente, representa uma condição melhor ao apresentado no período pré-crise, em julho de 2013 (53%), além de ser o maior volume já registrado após a crise hídrica de 2014 (**Figura 6**).



**Figura 5.** Evolução diária do nível de armazenamento (%) do Sistema Cantareira entre o período de março de 2014 a julho de 2023. Área em azul corresponde ao volume útil do reservatório (982 hm<sup>3</sup>), em marrom claro à primeira cota do volume morto (182,5 hm<sup>3</sup>) e em marrom escuro à segunda cota do volume morto (105 hm<sup>3</sup>). Fonte dos dados: SABESP.

#### Evolução do volume armazenado no Sistema Cantareira (2010-2023)

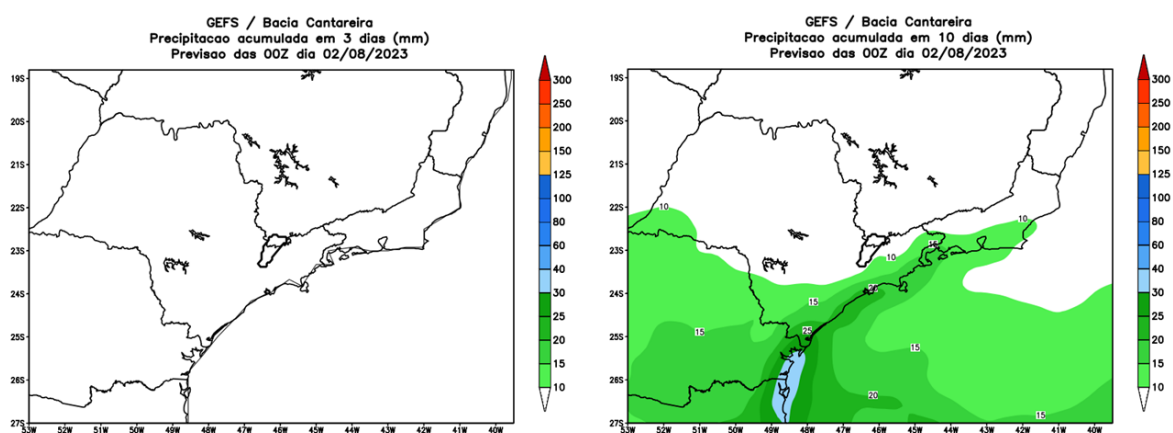


**Figura 6.** Evolução do volume armazenado (%) nos reservatórios do Sistema Cantareira para o dia 31 de julho, dos anos de 2010 a 2023.

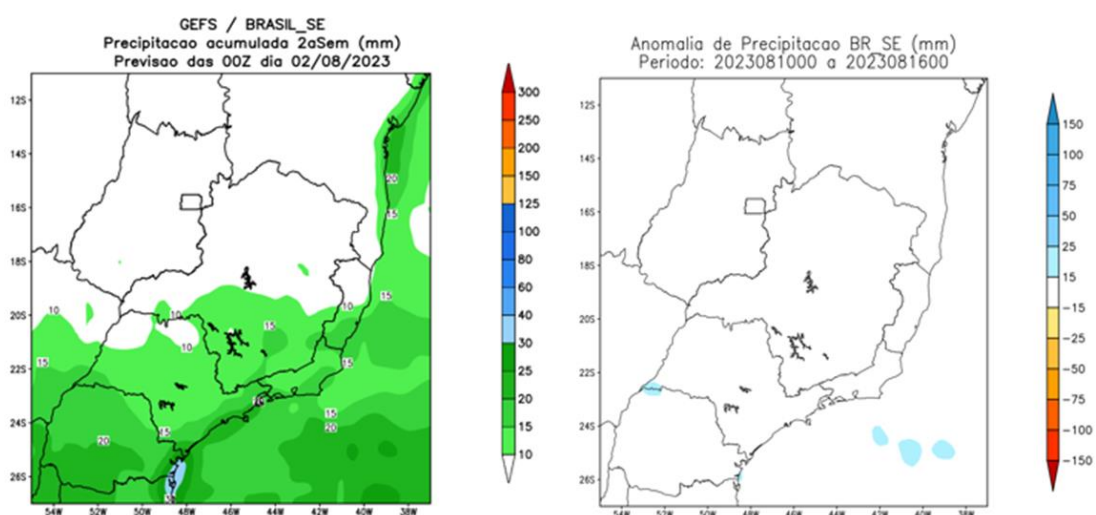
<sup>5</sup> Volume morto refere-se ao volume de água armazenado abaixo da cota de tomada de água por gravidade e, portanto, para sua utilização é necessário o bombeamento.

## 2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira

A região da bacia de captação do Sistema Cantareira se encontra atualmente no auge da estação seca, caracterizado por chuvas escassas que ocorrem apenas em decorrência da passagem de sistemas frontais. Em particular, para os próximos 10 dias (**Figura 7**) as previsões baseadas no modelo GENS/NOAA (50x50 km) apontam possibilidade de ocorrência de algumas precipitações na bacia, fracas e irregulares, embora dentro dos valores médios para a época. A tendência para a segunda semana (**Figura 8**), também indica a ocorrência de precipitações fracas, com volumes totais próximos à média histórica da época.



**Figura 7.** 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 GENS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta espessa.

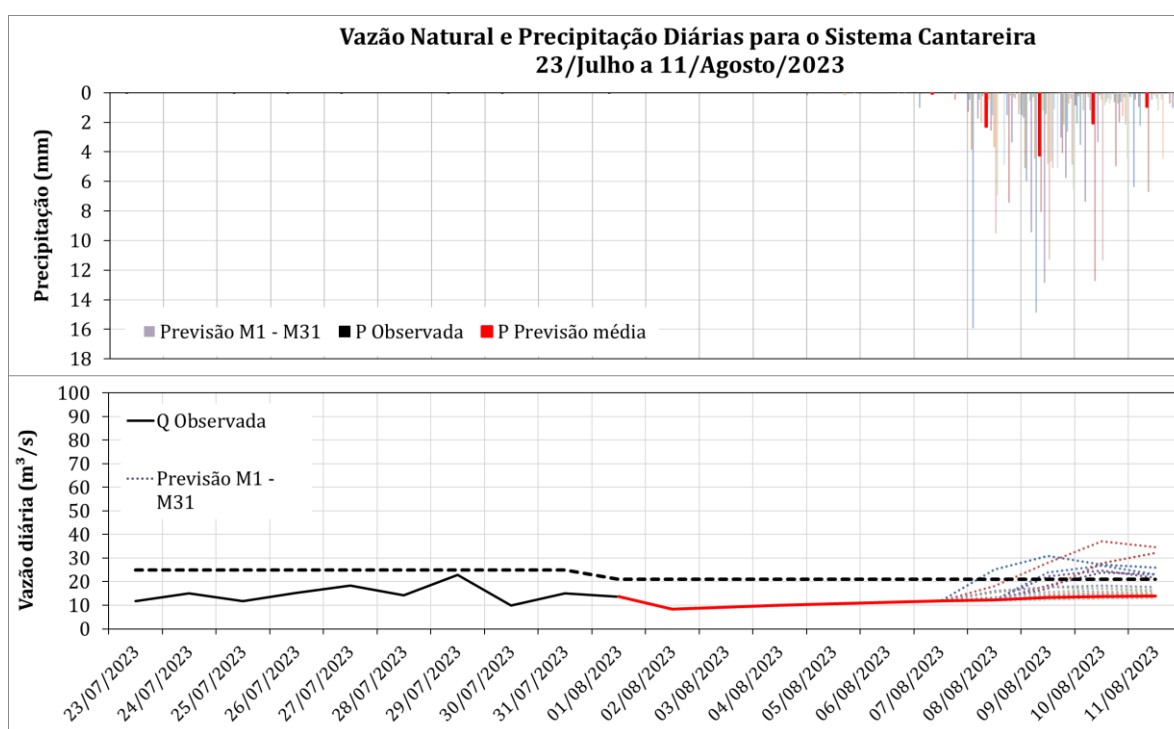


**Figura 8.** Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico GENS/NOAA.



### 3. Previsão de vazão afluyente para os próximos dias

Na **Figura 9** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (23 de julho a 01 de agosto de 2023) e previstas (02 a 11 de agosto de 2023) dos 31 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza 9.7 mm. A **Figura 9** (inferior) exhibe as vazões diárias observadas e previstas a partir dos 31 membros de previsão de chuva, assim como a média destes, para o mesmo período. A previsão da vazão média, de acordo com o modelo hidrológico PDM/CEMADEN (Probability-Distributed Model/CEMADEN), para os próximos 10 dias será de, aproximadamente, 11 m<sup>3</sup>/s. Esse valor é inferior à vazão média histórica para o mês de agosto (21 m<sup>3</sup>/s), de acordo com a SABESP, como pode ser observado pela linha pontilhada preta da **Figura 9** (inferior).

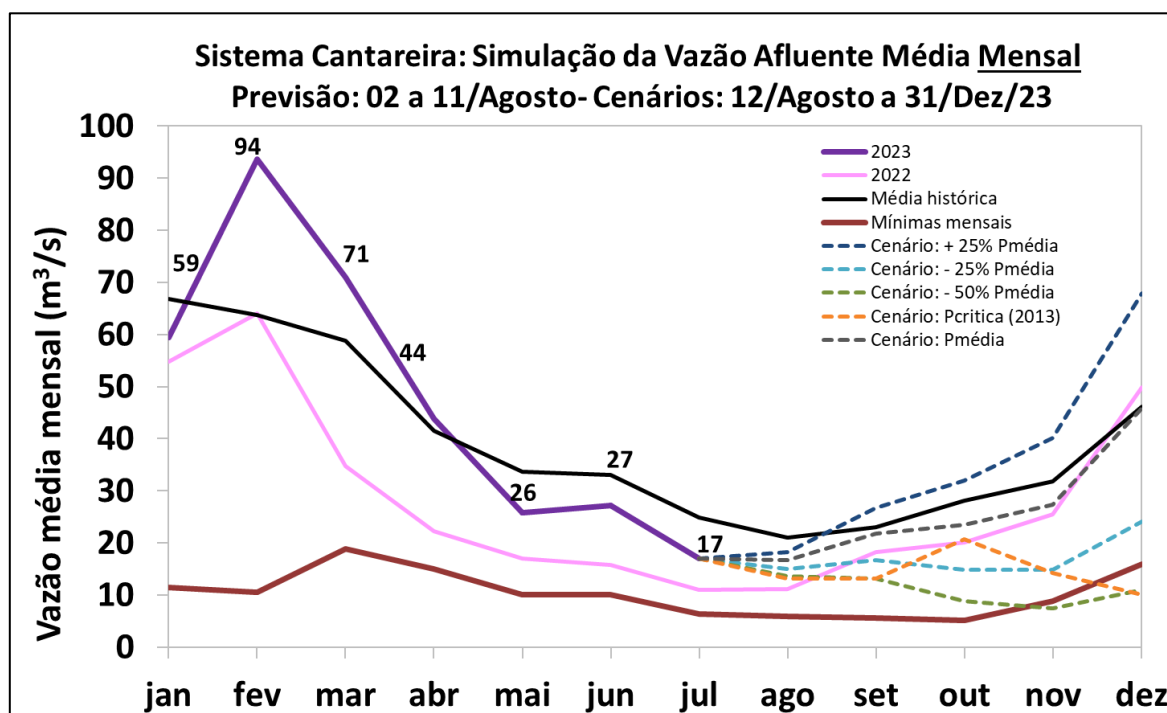


**Figura 9.** Valores diários de Precipitação (P) e Vazão (Q) para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA (50x50 km) e as barras vermelhas representam a média destes membros de previsão. Na figura inferior as linhas pretas contínua e pontilhada representam a vazão diária observada e a vazão média histórica ou Média de Longo Termo (MLT), respectivamente. Adicionalmente, as linhas coloridas correspondem aos 31 membros de previsão de vazão e a linha vermelha corresponde à média destes membros.

#### 4. Projeções de vazão afluente para os próximos meses

A **Figura 10** apresenta as médias mensais de vazão afluente observada e, na sequência, projeções de vazão usando a média dos membros de previsão (02 a 11 de agosto de 2023, **Figura 9**) e, a partir do dia 12 de agosto foram considerados cinco cenários hipotéticos de precipitação: média histórica (1981-2022), 25% acima da média, 25% e 50% abaixo da média histórica e cenário crítico (agosto a dezembro de 2013).

As simulações indicam que, no cenário de chuva na média histórica, a vazão afluente média entre agosto e dezembro, seria em torno de 27 m<sup>3</sup>/s, o que representa 90% da média histórica para este período. Adicionalmente, para os cenários de precipitações 25% e 50% abaixo da média histórica, as simulações projetam vazões da ordem de 17 m<sup>3</sup>/s (57%) e 11 m<sup>3</sup>/s (36%), respectivamente. Além disso, no cenário de precipitação crítica ocorrido de agosto a dezembro de 2013, o modelo hidrológico aponta vazão média de 14 m<sup>3</sup>/s, correspondente a 48% da média do período. Por outro lado, em um cenário de chuvas 25% acima da média histórica, o modelo indica vazão média de 37 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 123% da média histórica deste período. Um resumo de tais valores também podem ser visualizados na **Tabela 1**.



**Figura 10.** Histórico e simulação de vazão média mensal (em m<sup>3</sup>/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas) considerando a previsão e cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% abaixo da média histórica (azul claro); na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (azul escuro) e cenário crítico (laranja). As linhas espessas representam as vazões médias mensais observadas, de acordo com a SABESP: média histórica (preto); mínimos mensais (marrom); série de janeiro a dezembro de 2022 (magenta); e série de janeiro a julho 2023 (roxo).

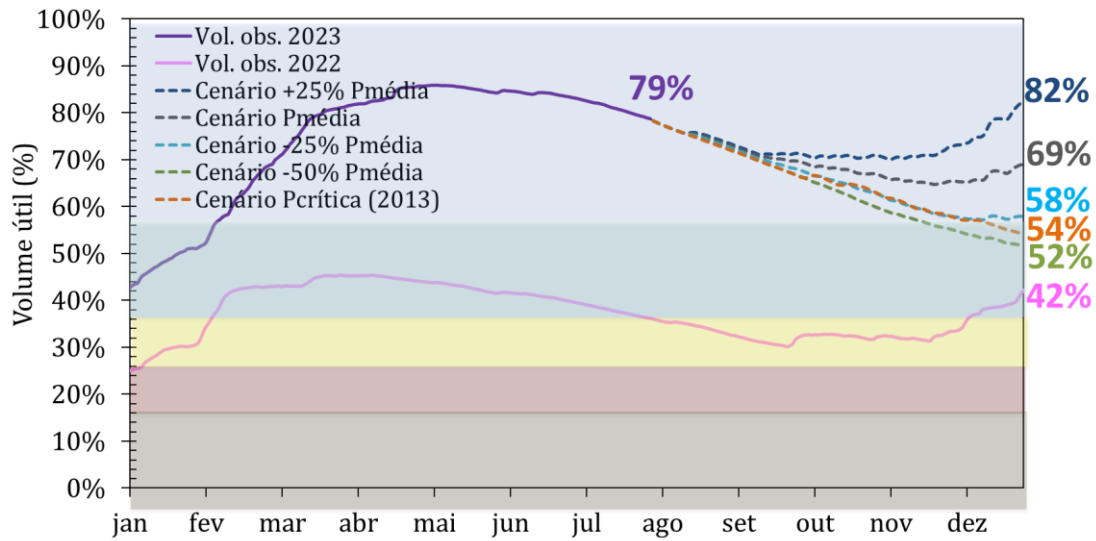
## 5. Projeções de armazenamento para os próximos meses

A **Figura 11** apresenta as projeções da evolução do volume útil armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira utilizando: (i) previsão e projeções de vazão afluyente da **Figura 9** e **Figura 10**, respectivamente; (ii) vazão de extração para a estação elevatória Santa Inês (Q esi) de acordo com as regras condicionais estabelecidas pela Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017 (foram aplicados valores médios entre as faixas); e (iii) vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí) de 3,8 m<sup>3</sup>/s e 1,0 m<sup>3</sup>/s para estação seca e chuvosa, respectivamente. Os valores médios de Qjus utilizados nessas simulações referem-se aos anos 2016/2017, período que o volume armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira foi o mais próximo (máximo de 68% da capacidade total) ao atual desde a crise hídrica de 2014.

Considerando um cenário hipotético de precipitação na média histórica, por exemplo, as projeções indicam que, os reservatórios estariam no final da estação seca 2023 (setembro de 2023) com, aproximadamente, 70% do seu volume útil. Para os cenários de precipitação 25% e 50% abaixo da média, o reservatório chegaria ao final de dezembro com, aproximadamente, 58% e 52% do volume útil, respectivamente. Por fim, para o cenário de precipitações mais otimista, 25% acima da média, as simulações apontam um volume armazenado aproximado de 82% (**Tabela 01**). Em todos os cenários hipotéticos de precipitação, o volume armazenado nos reservatórios do Sistema Cantareira, no final de dezembro de 2023, estaria numa condição significativamente melhor quando comparado ao mesmo período do ano anterior, 2022 (42%).

Ressalta-se que essas projeções podem ser modificadas de acordo com mudanças na vazão de interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul, bem como as extrações do Sistema a serem praticadas pelo operador, nos próximos meses.

Histórico e simulação do armazenamento no Sistema Cantareira  
 Previsão: 02 a 11/Agosto- Projeções: 12/Agosto a 31/Dez/23  
**Interligação - Paraíba do Sul: Desativada**



**Figura 11.** Projeções de armazenamento do Sistema Cantareira (linhas tracejadas) para cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% (azul claro) abaixo da média histórica, na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (azul escuro) e cenário crítico (laranja). Nestas simulações o aporte de 5,13 m<sup>3</sup>/s com a bacia do Rio Paraíba do Sul, entre o período de agosto a dezembro, não foi considerado uma vez que na faixa de operação normal, ela se mantém inoperante. A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira de janeiro a dezembro de 2022 e a linha roxa no período janeiro a julho de 2023. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925/2017.