Abril de 2025
Ano 11 | Número 104

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
Marcelo Seluchi
Giovanni Dolif
Lucas Carvalho Vieira Cavalcante

Elaboração
Elisângela Broedel

Cemaden
Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Sumário Executivo

Esta edição do boletim traz um resumo da situação referente ao mês de abril de 2025, e projeções hidrológicas de maio a setembro de 2025. Ao final de abril, os reservatórios do Sistema Cantareira estavam com 58% de seu volume útil, o que representa uma condição de estabilidade em comparação ao final do mês anterior. Adicionalmente, esse valor é inferior ao registrado no mesmo período de 2024, quando o armazenamento alcançou 74%. Com a situação atual de armazenamento, os reservatórios do Sistema Cantareira encontram-se na faixa de operação "Atenção" (armazenamento entre 40% e 60%)[1], cuja máxima vazão de extração para o atendimento da demanda hídrica da região metropolitana de São Paulo é 31 m^3/s. Em abril de 2025, a média de extração para o abastecimento da região metropolitana de São Paulo foi, de aproximadamente, 32 m^3/s. Ainda em abril, a contribuição do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Jaguari, localizado na bacia do rio Paraíba do Sul, para o reservatório do rio Atibainha, que faz parte do Sistema Cantareira, foi cerca de 3,4 m^3/s. É importante destacar que essa contribuição, proveniente da interligação entre os sistemas, ficou desativada por um longo período e voltou a operar em maio de 2024, conforme a Resolução Conjunta ANA 1.931/17.

A precipitação e a vazão registradas no Sistema Cantareira, no mês de abril foram equivalentes a 157% e 78% da média histórica do mês, respectivamente. Atualmente, o Sistema Cantareira encontra-se classificado em seca hidrológica de intensidade moderada, de acordo com o Índice de Seca Bivariado Precipitação-Vazão (TSI) nas escalas temporais de 6 e 12 meses. Em comparação com o mês anterior, a situação da seca hidrológica no Sistema Cantareira apresentou desintensificação, particularmente na escala temporal de 12 meses. Embora na escala de 6 meses a condição de seca tenha permanecido na mesma faixa de classificação do mês anterior, o valor numérico do TSI tornou-se menos negativo.

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, no próximo trimestre oscilará em torno de 26 m^3/s, o que corresponde a 88% da média histórica deste período. Ainda, considerando o cenário de precipitações na média histórica, o modelo hidrológico projeta um armazenamento no sistema, no final de julho, de 52%, na faixa de operação "Atenção". Para um horizonte de tempo maior, entre maio e setembro de 2025, o

[1] De acordo com a Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017.

modelo indica vazão média de 24 m³/s, correspondente a 90% da média histórica, e armazenamento no final de setembro de 2025, de 45%, na faixa de operação "Atenção".

Ressalta-se que esses cenários podem ser modificados 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.

Tabela 01. Projeções de vazões médias entre o período de maio a setembro de 2025 e volume armazenado no final de julho e setembro de 2025, 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. Nessas simulações, foi considerado o aporte de 5,13 m³/s proveniente da interligação do Sistema Paraíba do Sul para Sistema Cantareira, de acordo com a Resolução conjunta ANA 1.931/17.

	Cenários de Precipitação				
	50% abaixo da média histórica	**25% abaixo da média histórica**	**Média histórica**	**25% acima da média histórica**	**Crítico (precipitação de 2024)**
Maio a Julho/2025					
Vazão Afluente (m³/s)	**16**	**21**	**26**	**31**	**19**
Vazão Afluente (% da MLT)	54%	69%	88%	105%	62%
31/07/2025					
Volume útil - 982 hm³ - (%)	**44%**	**48%**	**52%**	**56%**	**46%**
Faixa de operação	Atenção	Atenção	Atenção	Atenção	Atenção
Maio a Setembro/2025					
Vazão Afluente (m³/s)	**13**	**18**	**24**	**30**	**16**
Vazão Afluente (% da MLT)	50%	68%	90%	111%	60%
30/09/2025					
Volume útil - 982 hm³ - (%)	**32%**	**37%**	**45%**	**53%**	**31%**
Faixa de operação	Alerta	Alerta	Atenção	Atenção	Alerta

1. Situação atual do Sistema Cantareira

A precipitação acumulada durante a estação chuvosa de outubro de 2024 a março de 2025, 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[2], foi 1052 mm (1078[2] mm). Esse valor corresponde a 94% (96%[2]) da média histórica desse período (1119 mm).

No mês de abril de 2025, primeiro mês seco da temporada 2025, a precipitação acumulada foi 125 mm (128[2] mm), equivalente a um valor de, aproximadamente, 157% (160%[2]) da média histórica para este mês (80 mm) (**Figura 2**).

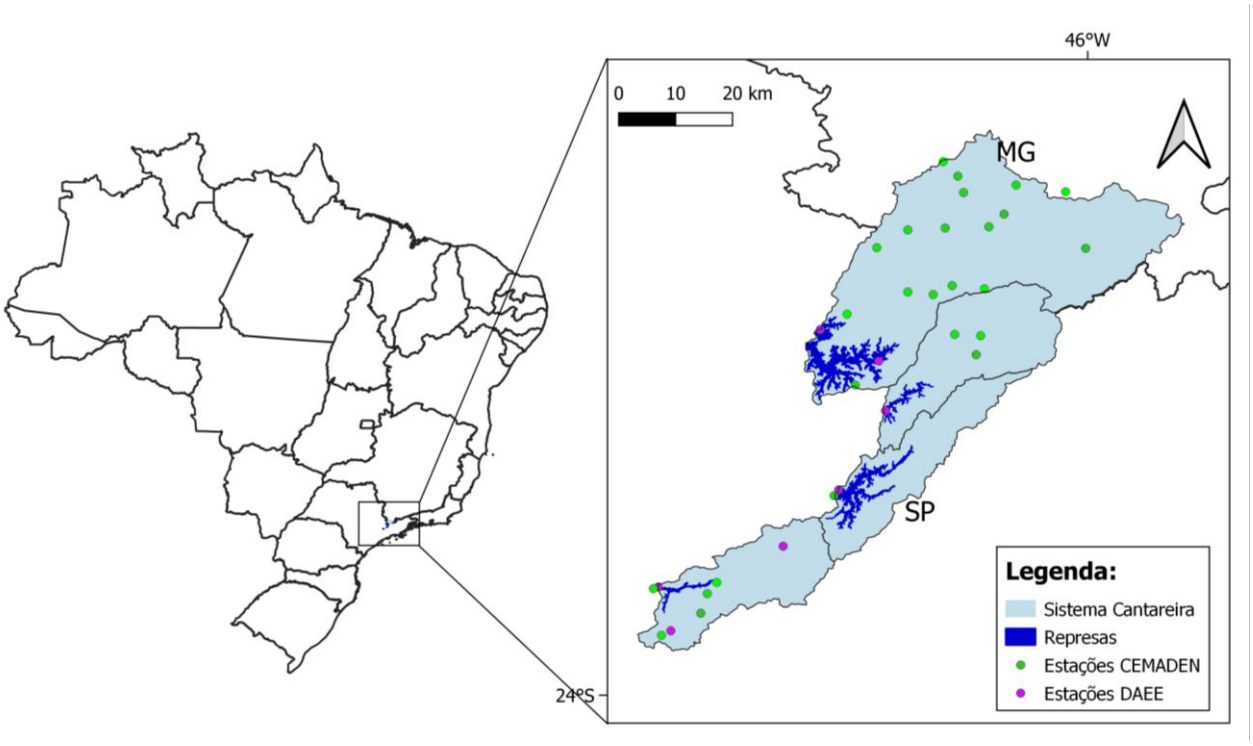

Figura 1: Mapa de localização das sub-bacias de captação do Sistema Cantareira incluindo Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro (contornos em preto), juntamente com a localização dos pluviômetros operantes nesta região, sendo 21 do CEMADEN (pontos verdes) e 7 do DAEE/ SAISP (pontos magentas).

[2] DAEE / SAISP: Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo / Sistema de Alerta a Inundações de São Paulo.

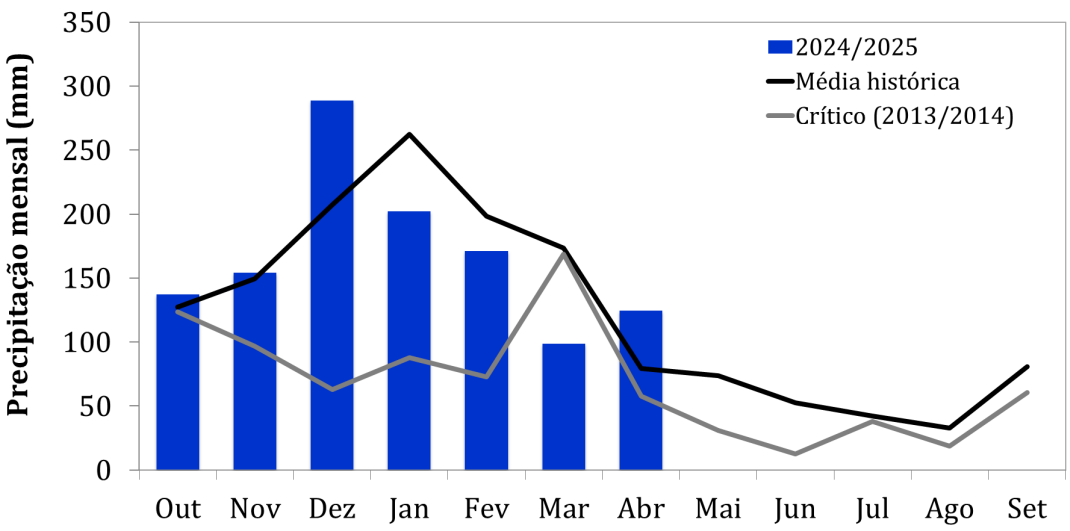

Figura 2. Precipitação mensal na bacia do Sistema Cantareira, em mm, de acordo com os dados do CEMADEN, entre outubro de 2024 a abril de 2025 (barras em azul). Ano hidrológico: outubro – setembro. As linhas em preto e cinza representam, respectivamente, a precipitação média histórica (1983-2024) e a precipitação crítica do histórico, compreendida entre outubro de 2013 a setembro de 2014.

A média de vazão afluente aos reservatórios do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro), entre os meses chuvosos de outubro de 2024 a março de 2025, de acordo com dados da SABESP[3] e da ANA[4] foi, de aproximadamente, 33 m^3/s. Esse valor corresponde a 67% da média histórica (49 m^3/s). Para o mesmo período, a extração total média dos reservatórios foi 35 m^3/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 30 m^3/s.

No mês de abril, a vazão média afluente registrada foi, de aproximadamente, 32 m^3/s (**Figura 4**), o que representa, cerca de 78% da média mensal histórica (41 m^3/s). O Sistema Cantareira encontra-se classificado em seca hidrológica de intensidade moderada, de acordo com o Índice de Seca Bivariado Precipitação-Vazão (TSI) para as escalas temporais de 6 e 12 meses (TSI-6 = -0,89 e TSI-12 = -1,24, respectivamente) (**Figura 3a** e **3b**). Ainda de acordo com o TSI, em comparação com o mês anterior, a situação da seca hidrológica no Sistema Cantareira apresentou desintensificação, particularmente na escala temporal de 12 meses. Embora na escala de 6 meses a condição de seca tenha permanecido na mesma faixa de classificação do mês anterior, o valor numérico do TSI tornou-se menos negativo. Destaca-se que, embora a bacia tenha apresentado condições de normalidade em alguns períodos desde a crise hídrica de 2014, como entre maio de 2016 e maio de 2017 e entre março de 2023 e fevereiro de 2024, o Sistema Cantareira enfrentou,

[3] SABESP: Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/Situação dos Mananciais.

[4] ANA: Agência Nacional de Águas.

nos demais períodos após 2014, uma condição de seca, com intensidade variando de fraca a excepcional.

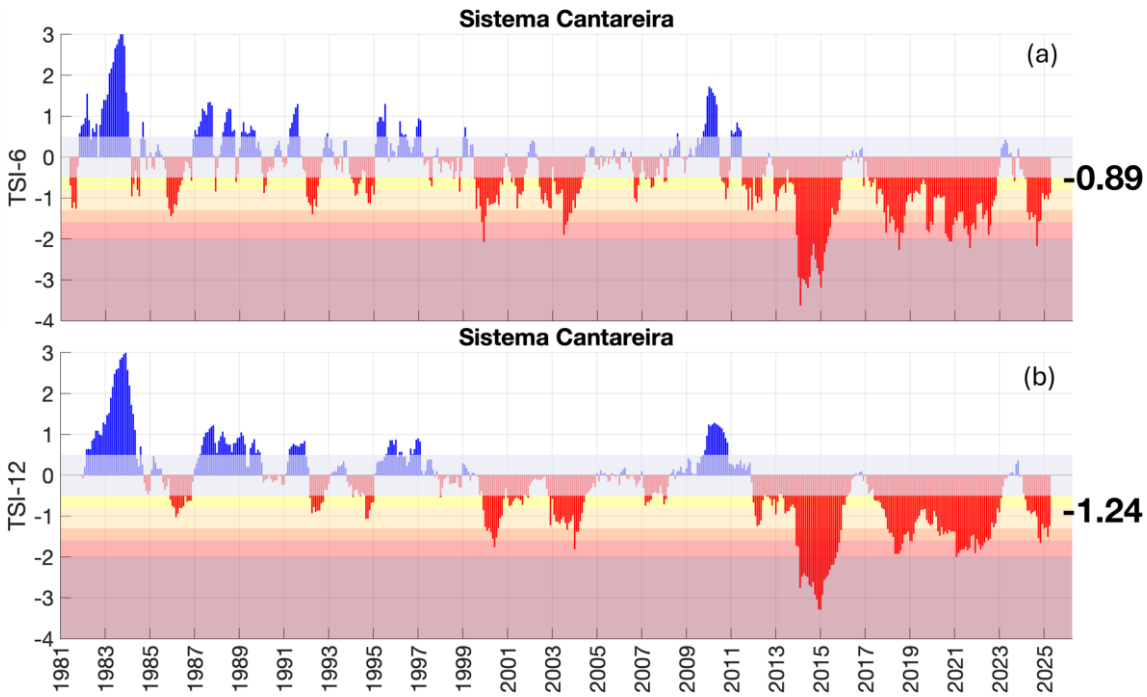

Figura 3. Índice de Seca Bivariado Precipitação-Vazão (TSI) para o Sistema Cantareira, nas escalas temporais de 6 (a) e 12 (b) meses, entre janeiro de 1981 a abril de 2025. As faixas coloridas indicam as categorias de seca hidrológica variando entre fraca à excepcional, na seguinte ordem: amarelo (fraca); bege (moderada); laranja (severa); vermelho (extrema) e bordô (excepcional).

Adicionalmente, em abril de 2025, Qesi foi de, aproximadamente, 32 m^3/s, e a vazão de jusante (Qjus), que contribui com as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Região do PCJ), foi de, aproximadamente, 3 m^3/s. Juntas, estas duas vazões representam a extração total do sistema Cantareira, que foi de, aproximadamente, 35 m^3/s. Comparativamente ao mês anterior, a extração total do Sistema Cantareira apresentou uma queda de 3 m^3/s.

Ainda em abril, o aporte médio da interligação alcançou 3,4 m^3/s. É importante ressaltar que a operação da interligação, suspensa desde 27 de dezembro de 2022, quando os reservatórios do Sistema Cantareira estavam com apenas 39% de sua capacidade total, foi retomada em 17 de maio de 2024, mantendo uma média mensal de 7,5 m^3/s até novembro de 2024, de acordo com o Ofício OA 008/2024.

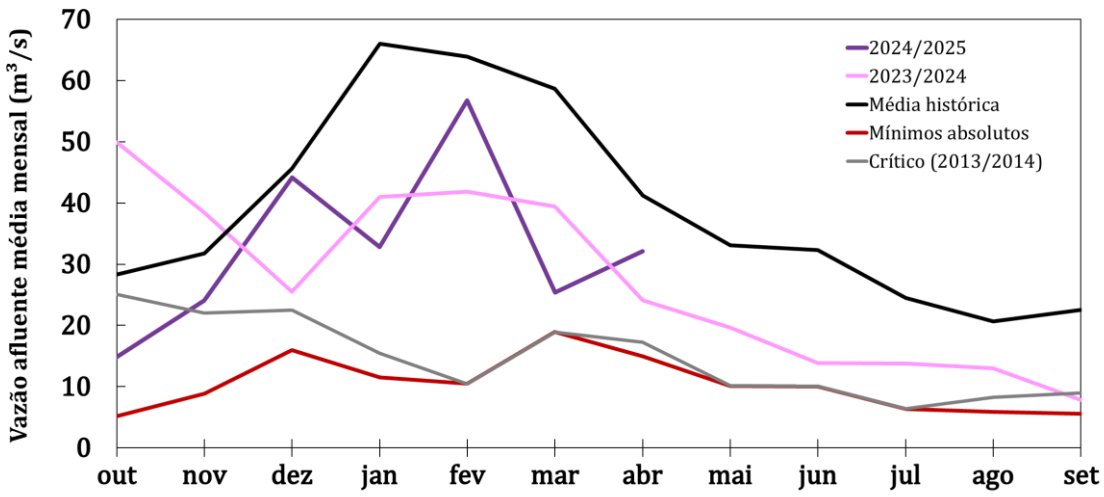

Figura 4. Vazão afluente (em m^3/s) do Sistema Cantareira (Sistema Equivalente + Paiva Castro). As linhas preta e vermelha correspondem, respectivamente, às vazões médias mensais históricas e mínimas mensais históricas para o período 1981 - 2024. As linhas cinza, magenta e roxa correspondem, respectivamente às vazões médias mensais: de outubro de 2013 a setembro de 2014, representando o período crítico do histórico; outubro de 2023 a setembro de 2024; e de outubro de 2024 a abril de 2025. Fonte dos dados: SABESP.

A evolução do nível diário de armazenamento no Sistema Cantareira, entre os anos de 2014 e 2025, considerando o volume útil e as cotas do volume morto[5] são exibidas na **Figura 5**. O Sistema operou no dia 30 de abril de 2025 com, aproximadamente, 58% do volume útil total, na faixa de operação “Atenção” (nível de armazenamento entre 40% e 60%), de acordo com o estabelecido pela Resolução conjunta ANA/DAEE Nº 925/2017. O volume atual no Sistema Cantareira representa uma condição idêntica à apresentada ao final do mês anterior, quando o Sistema também estava classificado na faixa de operação "Atenção". Adicionalmente, o nível atual é inferior ao registrado no mesmo período de 2024, quando alcançou 74% e se enquadrava na faixa de operação "Normal" (nível de armazenamento entre 60% e 100%). Em relação ao período pré-crise, em abril de 2013 — quando o volume era de 63% —, a situação atual também é mais desfavorável **(Figura 6)**.

[5] 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.

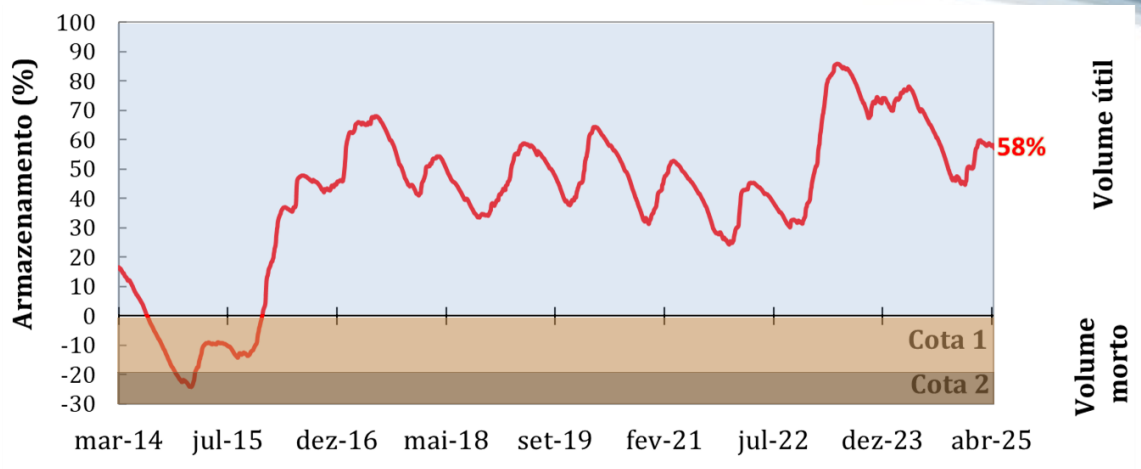

Figura 5. Evolução diária do nível de armazenamento (%) do Sistema Cantareira entre o período de março de 2014 a abril de 2025. Área em azul corresponde ao volume útil do reservatório (982 hm³), em marrom claro à primeira cota do volume morto (182,5 hm³) e em marrom escuro à segunda cota do volume morto (105 hm³). Fonte dos dados: SABESP.

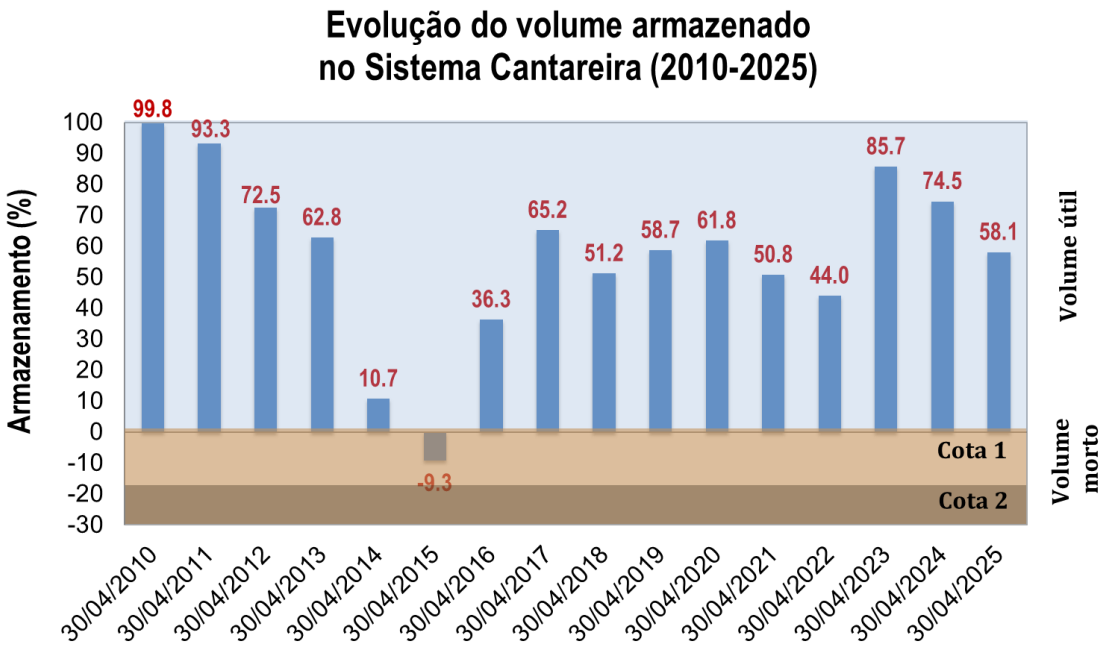

Figura 6. Evolução do volume armazenado (%) nos reservatórios do Sistema Cantareira para o final do mês de abril, entre os anos de 2010 e 2025.

2. Previsão de chuva para o Sistema Cantareira

A região da bacia de captação do Sistema Cantareira se encontra no período seco. Nos próximos dias a passagem de uma frente fria pode causar alguma chuva, porém de fraca intensidade, pouco significativa na bacia do Cantareira. Especificamente para os próximos 10 dias (**Figura 7**), as previsões do modelo GEFS/NOAA (50 x 50 km) indicam baixa probabilidade de chuva. Para a segunda semana (**Figura 8**), não são esperadas precipitações significativas, com acumulados dentro ou abaixo da média para o período.

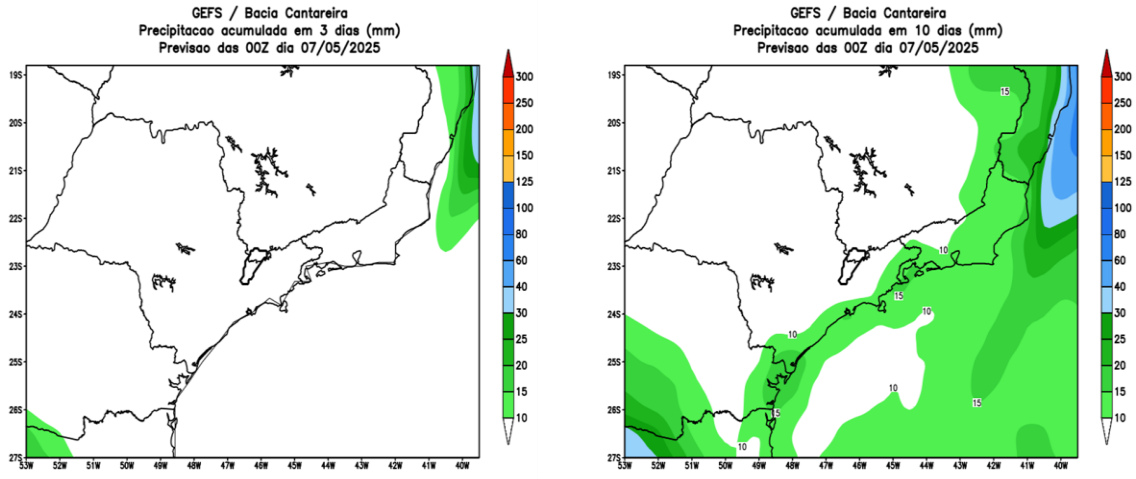

Figura 7. Previsão de precipitação acumulada em milímetros (mm) nos próximos 3 (esquerda) e 10 (direita) dias para a bacia de captação do Sistema Cantareira, segundo a previsão do modelo numérico GENS/NOAA. A área da bacia de captação do Sistema Cantareira é indicada no centro da figura com linha preta espessa.

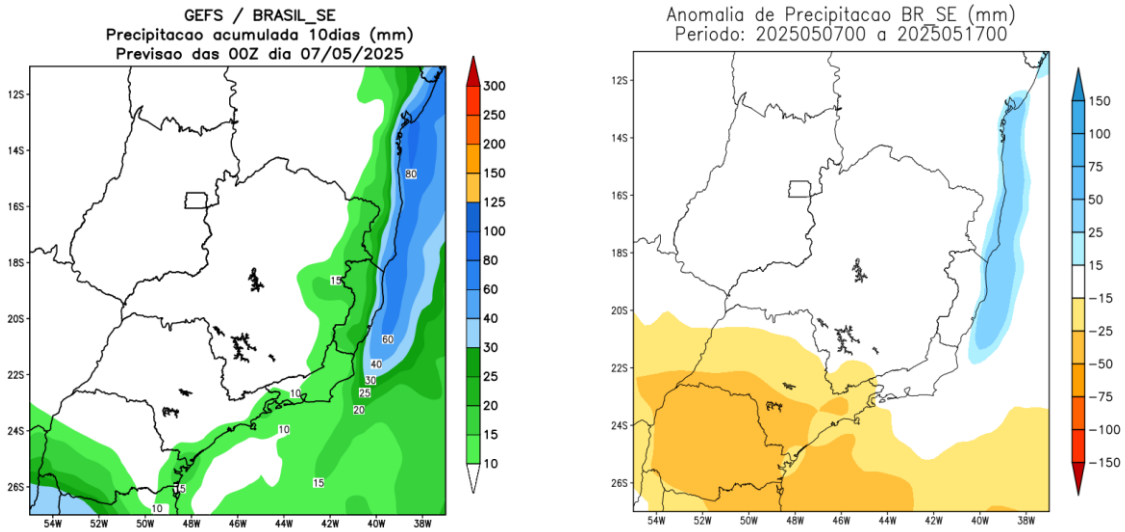

Figura 8. Previsão de precipitação em milímetros (mm) acumulados (esquerda) e sua respectiva anomalia em relação aos valores climatológicos (direita) para a segunda semana de acordo com o modelo numérico GENS/NOAA.

3. Previsão de vazão afluente para os próximos dias

Na **Figura 9** (superior) são apresentadas as precipitações diárias observadas (27 de abril a 06 de maio) e previstas (07 a 16 de maio de 2025) dos 31 membros de previsão de precipitação e a média destes, cuja soma totaliza apenas 6 mm. A **Figura 9** (inferior) exibe 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, 15 m³/s. Esse patamar médio de vazão é inferior à média histórica para o mês de maio (33 m³/s), como pode ser observado pela linha pontilhada preta da **Figura 9** (inferior).

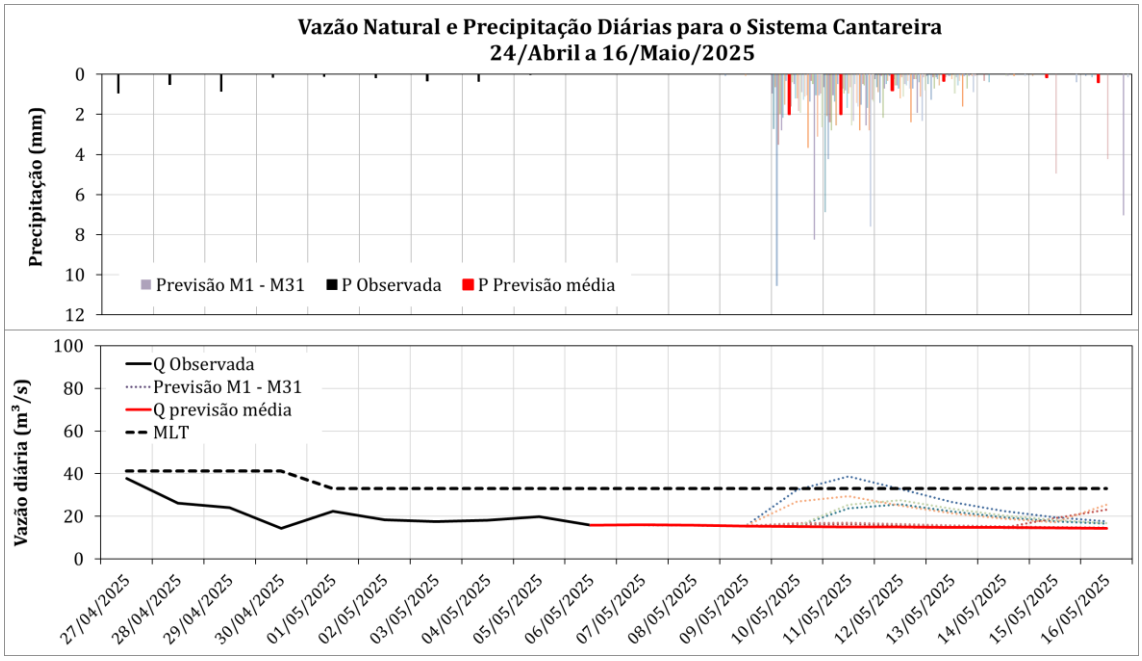

Figura 9. Valores diários de Precipitação (P) e Vazão (Q) para a bacia de captação do Sistema Cantareira. Na figura superior as barras pretas correspondem à precipitação média espacial, as barras coloridas representam os 31 membros de previsão do modelo numérico GENS/NOAA (50x50 km) e as barras vermelhas 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 (07 a 16 de maio de 2025, **Figura 9**) e, a partir do dia 17 de abril foram considerados cinco cenários hipotéticos de precipitação: média histórica (1981-2024), 25% acima da média, 25% e 50% abaixo da média histórica e cenário crítico (maio a setembro de 2024).

As simulações indicam que, no cenário de chuva na média histórica, a vazão afluente média, correspondente ao próximo trimestre (maio a julho) será em torno de 26 m³/s, o que representa 88% da média histórica para este período. Para os cenários de precipitações 25% e 50% abaixo da média histórica, as simulações projetam vazões da ordem de 21 m³/s (69%) e 16 m³/s (54%), respectivamente. No cenário de precipitação crítica, ocorrido em 2024, o modelo

hidrológico aponta vazão média em torno de 19 m^3/s, correspondente a 62% da média do período. Adicionalmente, em um cenário de chuvas mais otimista, 25% acima da média histórica, o modelo indica vazão média de 31 m^3/s, equivalente a 105% da média histórica deste período. Destaca-se que, com exceção do cenário de chuvas 25% acima da média, o modelo hidrológico projeta vazões inferiores à média histórica para todos os demais cenários de precipitação durante o período.

Considerando um horizonte de tempo maior, entre os meses secos de maio a setembro de 2025, de acordo com as projeções, para o cenário de chuva na média histórica, a vazão afluente ficará em torno de 24 m^3/s, equivalente a 90% média histórica para este período. Nos cenários de precipitações 25% e 50% abaixo da média histórica, as simulações apontam vazões da ordem de 18 m^3/s (68%) e 13 m^3/s (50%) da média, respectivamente. No cenário de precipitação crítica igual ao ocorrido em 2024 (43% da média histórica), o modelo hidrológico aponta vazão média em torno de 16 m^3/s, correspondente a 60% da média do período. Em um cenário de chuvas mais otimista, 25% acima da média histórica, o modelo projeta uma vazão média vazão de 30 m^3/s, caracterizando um valor de 11% acima da média histórica deste período. Um resumo de tais valores também podem ser visualizado na **Tabela 1**.

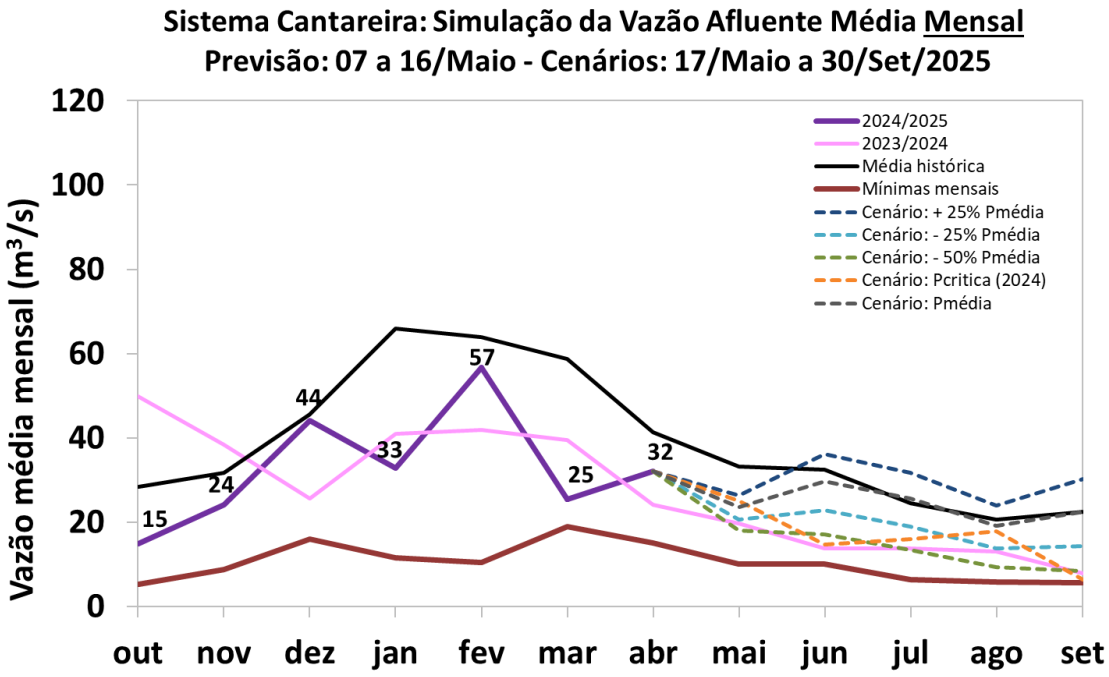

Figura 10. Histórico (linhas contínuas) e simulação de vazão média mensal (em m^3/s) afluente ao Sistema Cantareira (linhas tracejadas) considerando a previsão e cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% abaixo da média histórica (azul claro); na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (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 outubro de 2023 a setembro de 2024 (magenta); e série de outubro de 2024 a abril de 2025 (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 afluente 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); (iii) aporte médio de 5,13 m^3/s proveniente da interligação entre o Sistema Paraíba do Sul e o reservatório Atibainha durante os meses de maio a setembro de 2025, conforme a Resolução Conjunta ANA 1.931/17 e; (iv) vazão defluente (Q jusante) para as bacias do PCJ (rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí) de 4,9 m^3/s e 9,4 m^3/s para estação chuvosa e seca, respectivamente, valores médios referentes ao período de 2023/2024.

Considerando um cenário hipotético de precipitação na média histórica, por exemplo, as projeções indicam que, os reservatórios estariam, no final do próximo trimestre (31 de julho de 2025), na faixa de operação "Atenção" (armazenamento entre 40% e 60%), com 52% do seu volume útil" (**Tabela 01**). Adicionalmente, nos cenários de precipitação 25% e 50% abaixo da média, os reservatórios continuariam, no final de julho, na faixa de operação "Atenção", com 48% e 44% do volume útil, respectivamente. Para o cenário de precipitação crítica, igual ao ocorrido em 2024, o volume projetado pelo modelo hidrológico no final de julho é de 46% da capacidade total do sistema, também na faixa de operação "Atenção". No cenário de chuvas mais otimista, 25% acima da média histórica, o modelo indica que os reservatórios ainda estariam no final de julho de 2025 na faixa de operação "Atenção", alcançando um valor de 56% da capacidade total.

Considerando um horizonte de tempo maior, para o cenário hipotético de precipitação na média histórica, as projeções indicam que, os reservatórios estariam no final do horizonte de projeções (30 de setembro de 2025), na faixa de operação "Atenção", com 45% do seu volume útil. Em contrapartida, nos cenários de precipitação 25% e 50% abaixo da média, os reservatórios estariam, ao final de setembro, na faixa de operação "Alerta" (armazenamento entre 30% e 40%), com 37% e 32% do volume útil, respectivamente. No cenário de precipitação crítica, o volume projetado pelo modelo hidrológico no final de setembro é de 35% da capacidade total do Sistema, também na faixa de operação "Alerta". Considerando um cenário de chuvas 25% acima da média histórica, o modelo indica que os reservatórios estariam até o final do horizonte de projeções na faixa de operação "Atenção", alcançando um valor de 53% da capacidade total, em 30 de setembro.

Ressalta-se que, considerando um cenário de precipitação igual à média histórica entre maio e setembro de 2025, o volume armazenado no Sistema Cantareira, ao final do horizonte de projeção (30 de setembro de 2025), permaneceria na mesma faixa de operação atual — "Atenção" —, porém em um patamar inferior ao registrado no mesmo período de 2024, quando atingiu 51%.

É importante destacar que, esses cenários podem ser modificados 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.

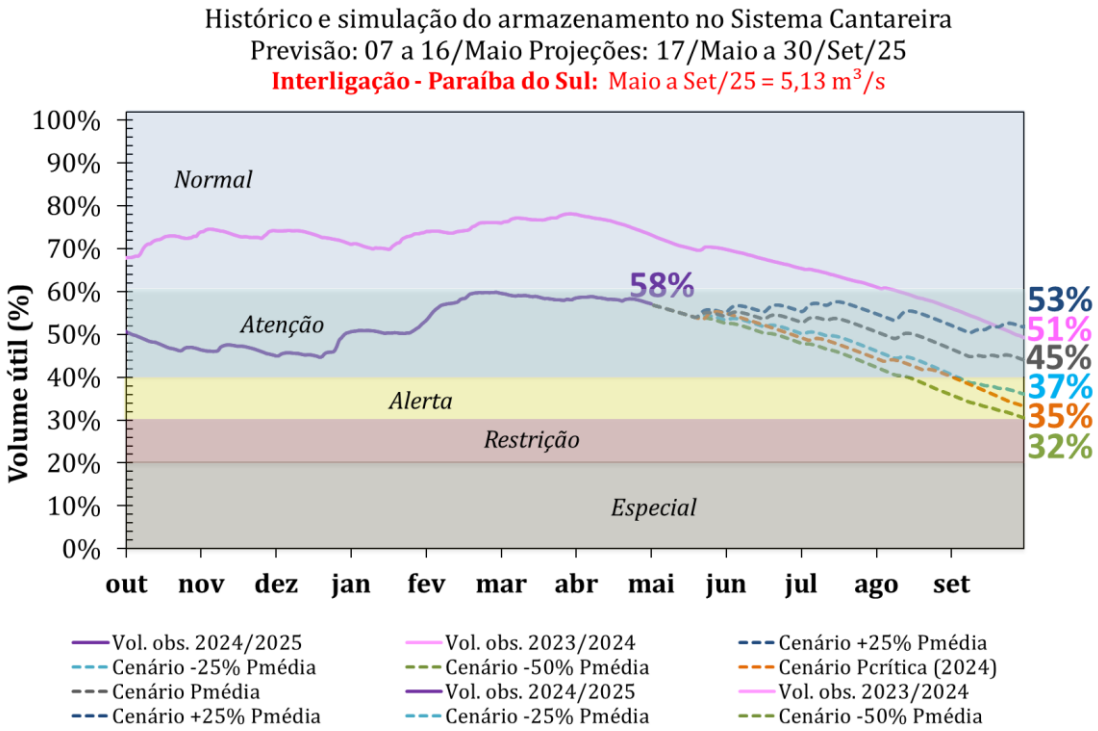

Figura 11. Projeções de armazenamento do Sistema Cantareira (linhas tracejadas) para cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% (azul claro) abaixo da média histórica, na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (azul escuro) e cenário crítico (laranja). Nessas simulações foi considerada uma vazão média de aporte da interligação com a bacia do rio Paraíba do Sul de 5,13 m³/s, entre maio e setembro de 2025, de acordo a Resolução conjunta ANA 1.931/17. A linha magenta mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira de outubro de 2023 a setembro de 2024 e a linha roxa no período outubro de 2024 a abril de 2025. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925/2017.