



SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO



RELATÓRIO ANUAL DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO POMBA - 2025

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – SGB

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT

Departamento de Hidrologia

Divisão de Hidrologia Aplicada

Programa Gestão de Riscos e de Desastres

Mapeamentos, Monitoramentos e Alertas voltados à Prevenção de Desastres – Novo PAC

RELATÓRIO ANUAL DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO POMBA - 2025

AUTORES

Marcos Figueiredo Salviano

Artur José Soares Matos

São Paulo/SP

Outubro, 2025

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada

AUTORES

Marcos Figueiredo Salviano

Artur José Soares Matos

EQUIPE TÉCNICA

Caluan Rodrigues Capozzoli

Marcos Figueiredo Salviano

Ricardo Gabriel Bandeira de Almeida

Roberto Fernandes de Paiva

Vanesca Sartorelli Medeiros

FOTO DA CAPA: Rio Pomba no município de Cataguases/MG. Fonte: Arquivo SGB (foto tirada no dia 17/02/2025 durante uma operação de campo com o Técnicos em Geociências Diego Froes e Souza e o Reginaldo Braz).

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S184a	SALVIANO, Marcos Figueiredo Relatório anual do sistema de alerta hidrológico da bacia do Rio Pomba - 2025 / Marcos Figueiredo Salviano, Artur José Soares Matos. – São Paulo : CPRM, 2025. 1 recurso eletrônico : PDF – (SAH-Rio Pomba. Relatório Anual, 2025) Programa de Gestão de Riscos e de Desastres. Mapeamentos, Monitoramentos e Alertas voltados à Prevenção de Desastres – Novo PAC 1. Hidrologia – Metodologia. 2. Hidrometria. 3. Bacia hidrográfica – Rio Pomba. 4. Desastres Naturais. I. Matos, Artur José Soares. II. Título. III. Série. CDD 551.48072
-------	--

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Claudia Lopes CRB-8 SP010391/0

Normalização bibliográfica: Rede de bibliotecas do SGB
Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – SGB
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil - SGB
www.sgb.gov.br
seus@sgb.gov.br

APRESENTAÇÃO

As enchentes são fenômenos que ocorrem quando o volume da água que atinge simultaneamente o leito de um curso d'água é superior à capacidade de transporte de sua calha normal, também chamada de leito menor ou calha principal. Quando essa capacidade de escoamento é superada acontece a inundação das áreas ribeirinhas, também denominadas como planícies de inundação ou leito maior do rio.

As causas das inundações podem ser principalmente atmosféricas ou geotécnicas. Exemplos de causas atmosféricas são as chuvas intensas em pequenas bacias, precipitações frontais em grandes bacias, ciclones tropicais, furacões e tufões. Fatores geotécnicos podem ser deslizamentos, corrida de detritos, terremotos, rompimento de barragens etc.

As inundações geradas no espaço urbano, também chamada de cheias urbanas, se devem a dois processos que podem ocorrer simultaneamente ou isoladamente. Esses processos são agrupados como inundações ribeirinhas e inundações devido à urbanização.

Uma das formas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) para gerenciar ou reduzir o impacto causado pelas inundações é a implantação de sistemas de alerta e previsão de cheias. Esta é considerada uma medida não estrutural que pode ser utilizada em conjunto com outras medidas, tais como, o planejamento do uso do solo, o uso de seguro para não incentivar a ocupação de áreas sujeitas à inundação.

Assim, os sistemas de previsão e alerta de cheias propiciam um caminho bem estabelecido para colaborar na redução do risco de perda de vidas e, dotam as comunidades e os serviços de emergência de tempo para se prepararem para a inundação e proteger os bens materiais.

Neste contexto, o Serviço Geológico do Brasil – SGB opera desde 2019 o Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Pomba.

RESUMO

■ No período de 1 de novembro de 2024 a 22 de abril de 2025, o Serviço Geológico do Brasil (SGB), por meio da Superintendência Regional de São Paulo (SUREG/SP), operou o projeto Sistema de Alerta Hidrológico da bacia hidrográfica do rio Pomba (SAH-Pomba). A precipitação observada no período foi significativamente abaixo da média. Os eventos hidrológicos mais significativos ocorreram em janeiro de 2025. Apenas em Guarani a cota de inundação foi atingida. No quantitativo da operação do projeto, foram emitidos 20 boletins de alerta hidrológico e 19 boletins de monitoramento hidrológico.

ABSTRACT

■ From November 1, 2024 to April 22, 2025, the Brazilian Geological Survey (SGB), through the São Paulo Regional Superintendence (SUREG/SP), operated the Pomba River Basin Hydrological Alert System (SAH-Pomba) project. The rainfall observed during the period was significantly below average. The most significant hydrological events occurred in January 2025. Only in Guarani was the flood level reached. During the project's operation, 20 hydrological alert bulletins and 19 hydrological monitoring bulletins were issued.

SUMÁRIO

■

1. 12

2. 2

3. 5

4. 7

5. 11

6. 12

7. 16

8. 17

9. 18

10. 19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Pomba e municípios beneficiados	14
Figura 2 – Diagrama unifilar do SAH-Pomba.	14
Figura 3 - Páginas do modelo do boletim de alerta do SAH-Pomba, com a tabela com dados e gráficos com cotagramas, pluviogramas e cotas simuladas.	19
Figura 4 - Páginas do Boletim de Monitoramento do SAH-Pomba com os gráficos com o comportamento da cota e da precipitação das estações e a imagem da precipitação estimada pelo produto MERGE.	20
Figura 5 - Plataforma SACE para o SAH-Pomba.	21
Figura 6 - Gráfico da cota na estação de Aperibé.	21
Figura 7 - Dados de cota (cm) e precipitação (mm) da estação de Astolfo Dutra em formato tabular disponibilizados no SACE-Pomba. Dados com resolução temporal de 15 minutos.	21
Figura 8 – Cotagrama de Guarani para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha).	23
Figura 9 – Cotagrama de Usina Maurício Jusante para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025.	24
Figura 10 - Cotagrama de Barra do Xopotó para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha).	24
Figura 11 - Cotagrama de Cataguases para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha).	24

Figura 12 - Cotagrama de Santo Antônio de Pádua II para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). 25

Figura 13 - Cotagrama de Aperibé para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). 25

Figura 14 - Precipitação acumulada (mm) entre os meses de novembro/2024 e março/2025. Dados estimados do produto MERGE. 26

Figura 15 - Razão da precipitação entre os acumulados entre os meses de novembro de 2024 e março de 2025 e a média do período. 27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estações utilizadas para monitoramento no SAH-Pomba (Código P se refere ao código da estação pluviométrica e Código F à estação Fluviométrica).	15
Tabela 2 - Cotas de Atenção, Alerta e Inundação dos municípios do SAH-Pomba.	15
Tabela 3- População dos municípios atendidos pelo SAH-Pomba.	16
Tabela 4 – Cotas máximas observadas nas estações fluviométricas pertencentes ao SAH-Pomba.	17
Tabela 5 – Lista das 10 maiores cheias registradas nas estações de Guarani e Cataguases.	17
Tabela 6 - Lista das 10 maiores cheias registradas nas estações de Santo Antônio de Pádua e Aperibé.	18
Tabela 7 - Parâmetros das equações de curva-chave das estações do SAH-Pomba.	23
Tabela 8 - Tempo de permanência das cotas máximas observadas no período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025.	28

1. INTRODUÇÃO

No período de 1 de novembro de 2024 a 22 de abril de 2025, o Serviço Geológico do Brasil (SGB), por meio da Superintendência Regional de São Paulo (SUREG/SP) operou o projeto Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Pomba (SAH-Pomba). Este foi o sexto ano de operação do SAH-Pomba.

O projeto tem como objetivo o monitoramento do regime hidrológico dos rios na bacia do rio Pomba. Em situações de cheias, são aplicadas equações que possibilitam a previsão de cotas futuras. Nestas situações são emitidos Boletins de Alerta Hidrológico para que as instituições responsáveis adotem as medidas preventivas necessárias para reduzir os impactos nas regiões atingidas. O monitoramento é realizado por intermédio da observação automática da precipitação (pluviômetros automáticos de báscula) e da cota (sensores de pressão e radares hidrológicos), instalados em estações da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). Estes dados são armazenados em uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD) e transmitidos via satélite (GOES 16) em intervalos de 1 hora. São utilizados também dados de chuvas estimados a partir da observação de imagens de satélite com base no produto MERGE (Rozante *et al.*, 2010).

A previsão da ocorrência de eventos de inundação possibilita a execução de ações preventivas e mitigadoras por instituições como as Defesas Civis (municipal e estadual), prefeituras e corpo de bombeiros antes da ocorrência do evento, para assim minimizar os impactos sociais e materiais nas áreas que serão atingidas pela inundação. O Sistema de Alerta Hidrológico ainda ajuda a suprir a demanda por dados confiáveis e precisos na bacia hidrográfica de estudo.

Ao longo do período de funcionamento do projeto, foram realizadas previsões internas três vezes ao dia (0800, 1500 e 2100 UTC-3) para a verificação da necessidade da emissão de boletins de alerta hidrológico.

2. **ÁREA DE ATUAÇÃO**

A bacia hidrográfica do rio Pomba possui uma área de drenagem de 8.574 km². O rio Pomba nasce na Serra Conceição, localizada na cadeia da Serra da Mantiqueira, em Barbacena/MG, à 1.100 m de altitude. Depois de percorrer 265 km, atinge a foz no rio Paraíba do Sul. Os principais afluentes são os rios Novo, Piau, Xopotó, Formoso e Pardo. A direção predominante do fluxo do rio é no sentido oeste para leste.

As principais cidades localizadas nessa bacia, com mais de 20.000 habitantes são: Cataguases, Leopoldina, Santos Dumont, São João Nepomuceno, Ubá, Visconde do Rio Branco, em território mineiro e Santo Antônio de Pádua e Miracema em território fluminense. No total a bacia hidrográfica do rio Pomba abrange quarenta e um (41) municípios mineiros e 4 (quatro) municípios fluminenses.

Na Figura 1 está apresentado o mapa da bacia, assim como as estações contempladas com previsão. As estações utilizadas para monitoramento do sistema estão expostas na Tabela 1. O diagrama unifilar da bacia está apresentado na Figura 2.

As estações de monitoramento de níveis são utilizadas para entender o comportamento dos rios durante os eventos. As estações onde não são realizadas previsões de níveis, podem ser utilizadas como entrada em modelos de previsão, auxiliando desta forma a prever os níveis dos rios para os municípios beneficiados pelo sistema de alerta.

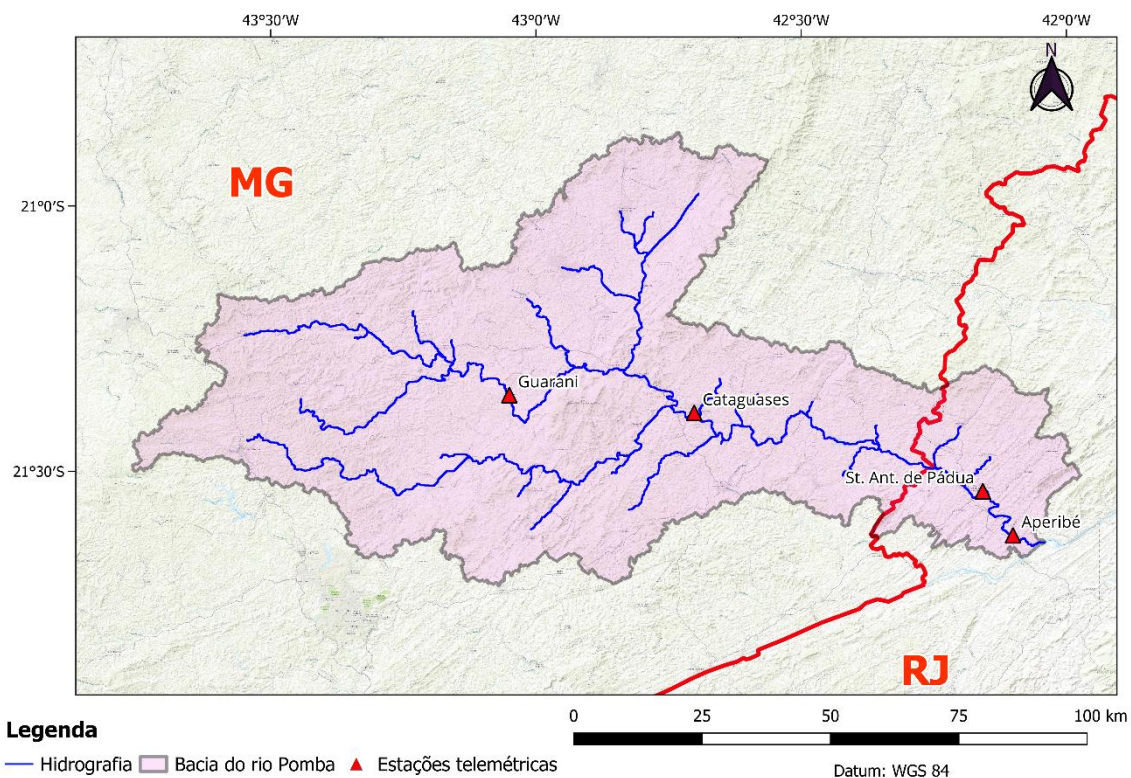


Figura 1 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Pomba e municípios beneficiados. Fonte: Elaborado pelos autores.

DIAGRAMA UNIFILAR: SAH-POMBA

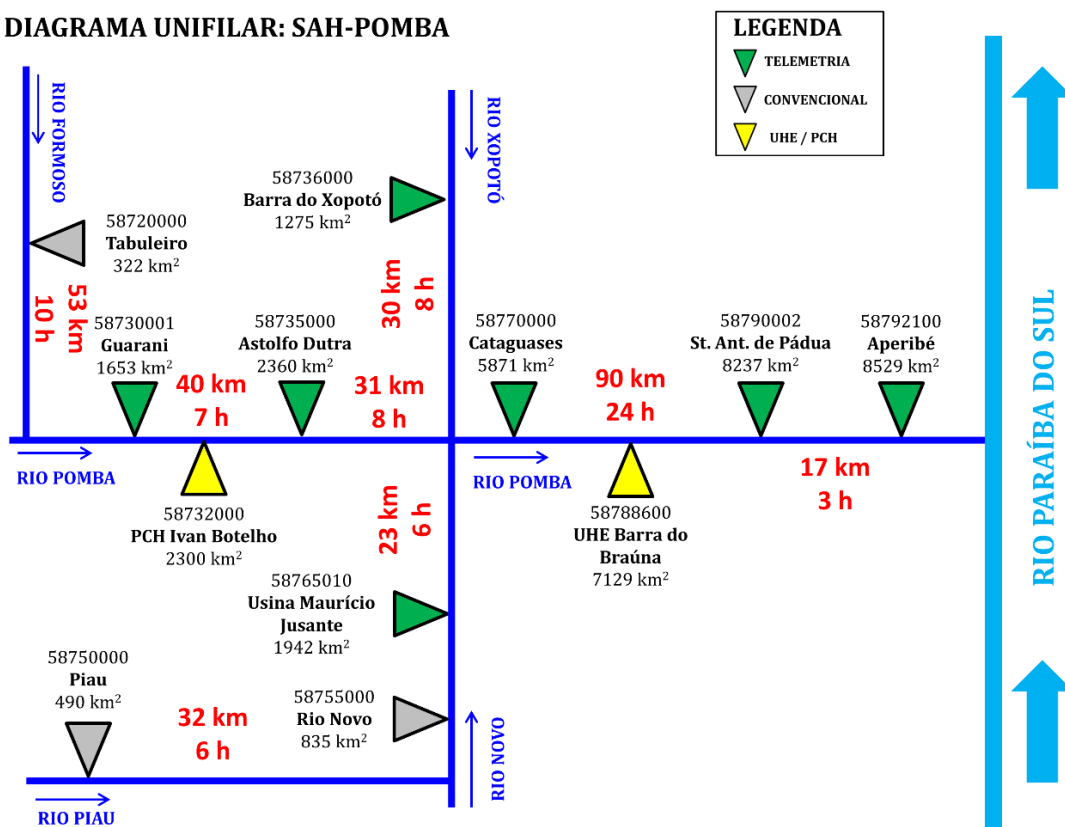


Figura 2 – Diagrama unifilar do SAH-Pomba. Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1 - Estações utilizadas para monitoramento no SAH-Pomba (Código P se refere ao código da estação pluviométrica e Código F à estação Fluviométrica).

Estação	Código F	Código P	Rio	Latitude	Longitude
Guarani	58730001	02143001	Pomba	21°21'20"S	43°03'00"W
Usina Maurício Jusante	58765010	02142006	Novo	21°28'24"S	42°49'32"W
Barra do Xopotó	58736000	02142164	Xopotó	21°17'35"S	42°49'12"W
Astolfo Dutra	58735000	02142000	Pomba	21°18'32"S	42°51'42"W
Cataguases	58770000	02142001	Pomba	21°23'23"S	42°42'06"W
Sto. Ant. de Pádua II	58790002	02142067	Pomba	21°32'15"S	42°09'28"W
Aperibé	58792100	02142161	Pomba	21°37'15"S	42°06'03"W

Fonte: Elaborado pelos autores.

No contexto dos SAHs operados pelo SGB, as cotas de referência associadas às inundações graduais seguem as seguintes definições:

- **Cota de Atenção:** possibilidade moderada de ocorrência de inundação.
- **Cota de Alerta:** possibilidade elevada de inundação.
- **Cota de Inundação:** cota em que o primeiro dano é observado no município.
- **Cota de Inundação Severa:** cota em que a inundação provoca danos severos ao município.

Na Tabela 2, estão apresentadas as cotas de referência das estações do SAH-Pomba, com exceção de Usina Maurício. As cotas de Inundação Severa ainda não foram definidas para o sistema.

Tabela 2 - Cotas de Atenção, Alerta e Inundação dos municípios do SAH-Pomba.

Município	Estação	Cota de Atenção [cm]	Cota de Alerta [cm]	Cota de Inundação [cm]
Guarani-MG	Guarani	300	400	500
Astolfo Dutra-MG	Barra do Xopotó	300	500	700
Astolfo Dutra-MG	Astolfo Dutra	300	400	600
Leopoldina-MG	Usina Maurício Jusante	-	-	-
Cataguases-MG	Cataguases	350	450	550
Sto. Ant. de Pádua-RJ	Sto. Ant. de Pádua II	240	275	310

Aperibé-RJ	Aperibé	200	260	360
------------	---------	-----	-----	-----

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram elaboradas equações de previsão de nível para os seguintes municípios (Tabela 3): Guarani (6 horas de antecedência), Cataguases (6 horas), Santo Antônio de Pádua (20 horas) e Aperibé (23 horas).

Tabela 3- População dos municípios atendidos pelo SAH-Pomba.

Município	UF	População (IBGE, 2022)
Guarani	MG	7.714
Cataguases	MG	66.261
Santo Antônio de Pádua	RJ	41.325
Aperibé	RJ	11.034

Fonte: Elaborado pelos autores.

A população total beneficiada pelo SAH Pomba é de 126.334 habitantes.

3. HISTÓRICO DE INUNDAÇÕES

Desde o início do monitoramento fluviométrico da bacia, na década de 1930, a cota de inundação é superada na maioria dos anos. Das inundações do passado, é possível destacar as dos anos 1951, 1961, 1979 e 1991 nos municípios de Cataguases-RJ e Santo Antônio de Pádua-RJ.

Em março de 2003, um acidente industrial resultou em um despejo de 1,2 bilhão de litros de dejetos químicos no Rio Pomba. A mancha tóxica rapidamente atingiu o Rio Paraíba do Sul afetando 39 municípios da Zona da Mata e 8 cidades do Norte Fluminense.

Em 17 de dezembro de 2008, as inundações ocorridas na bacia causaram prejuízos e transtornos sociais, ambientais e econômicos nas áreas atingidas. A enchente foi causada pelo altíssimo volume acumulado precipitado nas cabeceiras da bacia, onde as chuvas duraram cerca de uma semana.

Em janeiro de 2012, devido às chuvas e inundações intensas, o Governo do Estado do Rio de Janeiro homologou o decreto de situação de emergência em sete municípios do Norte e do Noroeste Fluminense.

Em janeiro de 2021, após um evento de chuva intensa nas regiões da Zona da Mata Mineira e sul espírito-santense, 84 municípios decretaram estado de calamidade ou emergência, com 7 óbitos e 40 mil desalojados (CEMADEN, 2020).

Na Tabela 4 estão apresentadas as cotas máximas históricas das estações fluviométricas do SAH-Pomba. A estação Usina Maurício Jusante está em operação desde julho de 2022.

Tabela 4 – Cotas máximas observadas nas estações fluviométricas pertencentes ao SAH-Pomba.

Estação	Cota máxima (cm)	Data
Guarani	625	14/02/2022
Usina Maurício Jusante	705	11/01/2023
Barra do Xopotó	700	02/01/2012
Astolfo Dutra	552	17/12/2008
Cataguases	985	18/12/2008
Sto. Ant. de Pádua II	450	04/01/2012
Aperibé	495	11/01/2020

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 5, estão enumerados os dez (10) eventos registrados de maior magnitude nos municípios com previsão: Cataguases (dados desde 1991), Santo Antônio de Pádua (dados desde 2001) e Aperibé (dados desde 2014).

Tabela 5 – Lista das 10 maiores cheias registradas nas estações de Guarani e Cataguases.

Ordem	Guarani		Cataguases	
	Cota (cm)	Data	Cota (cm)	Data
1	630	11/01/2023	985	18/12/2008
2	625	14/02/2020	910	03/01/2012
3	610	26/01/2020	860	25/01/2020
4	578	17/12/2008	822	14/02/2020
5	574	25/01/1992	783	07/01/2023
6	563	29/01/2016	748	09/01/2022
7	558	10/12/1999	740	05/03/2020
8	556	24/12/2004	738	19/01/1991

9	540	23/01/1994	715	01/01/2009
10	531	16/01/2004	679	16/01/2004

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 6 - Lista das 10 maiores cheias registradas nas estações de Santo Antônio de Pádua e Aperibé.

Ordem	Santo Antônio de Pádua		Aperibé	
	Cota (cm)	Data	Cota (cm)	Data
1	450	04/01/2012	495	11/01/2022
2	428	08/01/2023	485	08/01/2023
3	425	11/01/2022	466	14/02/2020
4	407	15/02/2020	438	26/01/2020
5	396	12/01/2023	437	12/01/2023
6	383	26/01/2020	400	06/03/2020
7	382	17/01/2004	398	09/02/2022
8	375	01/01/2009	347	26/01/2023
9	373	22/01/2003	360	13/03/2018
10	372	06/03/2020	309	12/12/2019

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. METODOLOGIA E OPERAÇÃO

Para realizar a previsão das cotas futuras, foram utilizados dois tipos de modelos: regressão linear e redes neurais.

Os modelos de regressão linear foram aplicados para as estações Santo Antônio de Pádua e Aperibé. Foram utilizadas equações empíricas que adotam como dados de entrada as vazões das estações de montante e da estação a ser modelada. As equações foram aplicadas por meio do software R.

Os modelos de redes neurais foram aplicados para as estações Guarani e Cataguases. Como dados de entrada, foram utilizadas vazões das estações de montante, vazão da própria estação e acumulados de precipitação em estações localizadas na área de drenagem. Para a calibração e aplicação destes modelos, foi utilizado o pacote h2o do software R.

Por meio de uma planilha Excel, os dados hidrológicos observados e calculados são compilados e organizados no Boletim de Alerta Hidrológico (Figura 3).

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SGB
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL - DHT
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO - SUREG/SP

São Paulo, 23 de março de 2024

Prezados Senhores,

Estamos enviando de maneira Extraordinária o Boletim do Sistema de Alerta Hidrológico das bacias dos rios MURIAÉ e POMBA. Os dados das estações de monitoramento estão disponíveis no site: www.sgb.gov.br/bacias/muriae e www.sgb.gov.br/bacias/pomba

Estação	Bacia Hidrográfica	Chuva acumulada em 72h (mm)	Nível atual (cm)	Variação de nível em 24h (cm)	Nível de inundação (cm)	Previsão	
						Nível (cm)	Data e Hora
Patrocínio de Murai	Rio Murai	144.2	504	238	500	#	#
Carangola	Rio Murai	70.2	200	80	350	#	#
Paracatu	Rio Murai	127.2	348	173	450	#	#
Resende	Rio Murai	89.8	388	163	400	24/3/24 6:00	
Campos Mineiros	Rio Murai	117.8	578	410	750	24/3/24 3:00	
São Félix	Paraná do Sul	80.4	212	14	#	#	#
Campos	Paraná do Sul	154.0	637	23	1040	724	24/3/24 5:00
Quaran	Rio Pomba	43.0	338	81	500	#	#
Aratiba	Rio Pomba	32.8	184	38	500	#	#
União Maurício Júnior	Rio Pomba	11.6	287	11	#	#	#
Bara do Rio Preto	Rio Pomba	52.6	388	247	700	#	#
Cataguases	Rio Pomba	38.8	312	133	550	278	23/3/24 21:00
Santo Antônio de Pádua	Rio Pomba	15.0	177	31	210	237	24/3/24 10:00
Aratiba	Rio Pomba	#	154	38	350	230	24/3/24 14:00

Os dados hidrológicos utilizados neste boletim são provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional de responsabilidade da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA), operada pelo Serviço Geológico do Brasil - SGB e demais parceiros. As previsões apresentadas neste Boletim são baseadas em modelos hidrológicos e estão sujeitas às incertezas inerentes aos mesmos.

Atenciosamente,

Marcelo Figueiredo Salviano
Pesquisador em Geociências - Engenheiro Hidrólogo / Serviço Geológico do Brasil

Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Muriaé - SAH MURIAÉ
Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do rio Pomba - SAH POMBA

GOVERNO FEDERAL
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

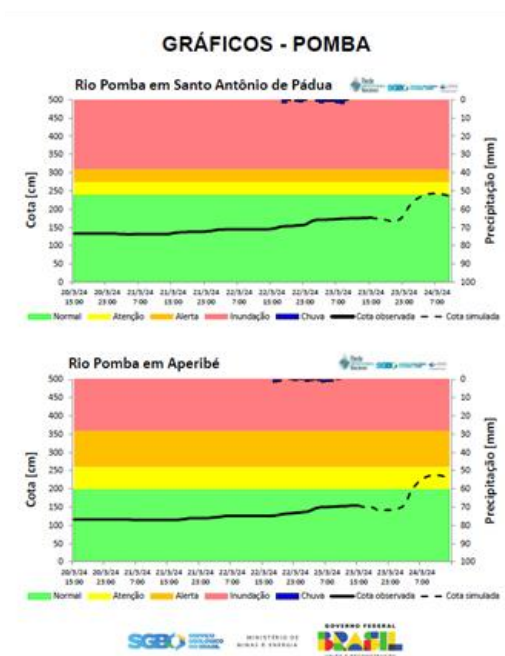


Figura 3 - Páginas do modelo do boletim de alerta do SAH-Pomba, com a tabela com dados e gráficos com cotogramas, pluviogramas e cotas simuladas. Fonte: Elaborado pelos autores.

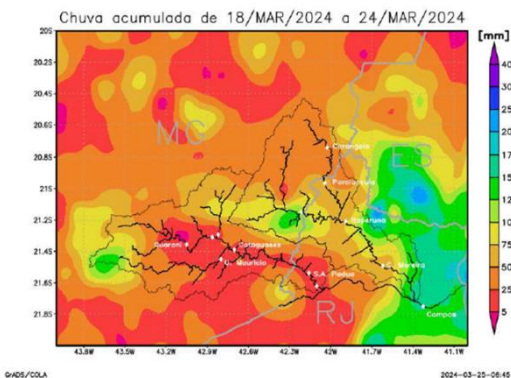
Além dos boletins de alerta hidrológicos, são emitidos boletins de monitoramento hidrológico (Figura 4) com frequência semanal. Estes boletins tem o objetivo de apresentar de uma forma resumida o comportamento hidrológico semanal das estações monitoradas. Os dados são apresentados de forma tabular e por gráficos, além do mapa da precipitação estimada pelo produto MERGE, o que permite uma análise da variabilidade espacial da precipitação.

MONITORAMENTO DA PRECIPITAÇÃO

O MERGE (Rozante et al. 2010, Rozante et al. 2020) consiste em um produto de precipitação que integra dados observados de pluviômetros com estimativas de precipitação por satélite. Aproximadamente 3500 pluviômetros foram utilizados para a integração com as estimativas de satélite. O produto MERGE é gerado e disponibilizado pelo CPTC/INPE. Os dados de precipitação são disponibilizados desde junho de 2020 com uma resolução espacial de 10 km para toda a América do Sul.

O MERGE é gerado a partir da precipitação estimada pelo produto GPVIMERG (Munich et al., 2019) da NASA. Para a geração dos dados do GPVIMERG são utilizadas três fontes de informação: sensores passivos de micro-ondas a bordo de satélites de órbita polar; sensores de infravermelho a bordo de satélites geoestacionários e pluviômetros.

Referências:
 RUFFAAR, G. J., E. F. STOKER, D. T. BOLVIN, E. J. NELKIN, JACKSON TAN (2019). GPVIMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC), 10.5067/GPVIMERG/18-MONTHV06.
 ROZANTE, J. R., MOREIRA, D. S., DE GONCALVES, L. G. G., & VILA, D. A. (2010). Combining TRMM and surface observations of precipitation: technique and validation over South America. *Weather and forecasting*, 25(3), 885-894.
 ROZANTE, J. R., GUTIERREZ, E. R., FERNANDES, A. D. A., & VILA, D. A. (2020). Performance of precipitation products obtained from combinations of satellite and surface observations. *International Journal of Remote Sensing*, 41(19), 7550-7564.



Precipitação estimada pelo produto MERGE para a região das bacias hidrográficas dos rios Muriaé e Pomba. Valores acumulados para um período de 7 dias. Fonte dos dados: <http://ftp.cptec.inpe.br/moodelos/tempo/MERGE/GPM/DAILY>



COTAGRAMAS - POMBA

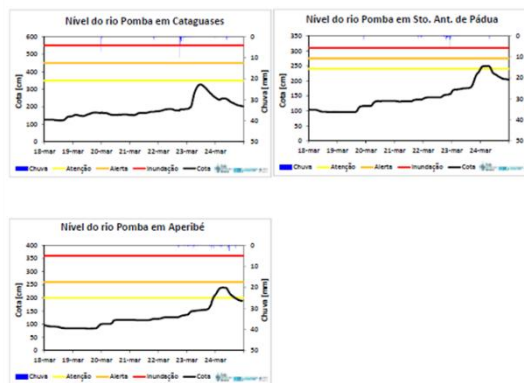


Figura 4 - Páginas do Boletim de Monitoramento do SAH-Pomba com os gráficos com o comportamento da cota e da precipitação das estações e a imagem da precipitação estimada pelo produto MERGE. Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma ferramenta importante na operação do sistema é a plataforma SACE (www.sgb.gov.br/sace), que armazena e divulga os dados coletados pelas estações hidrológicas. O SACE possibilita tanto ao operador do sistema quanto ao público externo uma fácil identificação da localização das estações (Figura 5) bem como informações atualizadas sobre o nível dos rios e pluviometria de forma gráfica (Figura 6) e tabular (Figura 7). Assim, para cada Sistema de Alerta Hidrológico operado pelo SGB foi desenvolvido um SACE com informações sobre a determinada bacia hidrográfica.

A utilização do SACE permite ao operador do sistema uma visão geral da situação hidrológica da bacia hidrográfica (cotas, vazões e chuva) possibilitando uma percepção aproximada do risco de ocorrência de eventos extremos.

Nível do rio Pomba e altura de chuva em Aperibé

Período: 15/06/2022 16:49 a 22/06/2022 16:49

Y-axis: Cota (cm)

X-axis: 16/Jun/2022, 17/Jun/2022, 18/Jun/2022, 19/Jun/2022, 20/Jun/2022, 21/Jun/2022, 22/Jun/2022

Legend: Cota (cm)

Series: Cota de Inundação, Cota de Alerta, Cota de Atenção, Cota (cm)

Visualização das informações do ponto de monitoramento		
Ponto de monitoramento		
Nome: 58735000 - ASTOLFO DUTRA		
Sigla: ADT	Latitude: 21° 18' 34"	Longitude: 42° 51' 43"
Rio: Rio Pomba	Área: 2331	Altitude: 246

Data	Hora	Cota - Astolfo	Precipita ^{ção} - Astolfo
21/06/2022	15:45	95,0	0,0
21/06/2022	16:00	97,0	0,0
21/06/2022	16:15	98,0	0,0
21/06/2022	16:30	100,0	0,0
21/06/2022	16:45	100,0	0,0
21/06/2022	17:00	101,0	0,0
21/06/2022	17:15	101,0	0,0
21/06/2022	17:30	102,0	0,0
21/06/2022	17:45	102,0	0,0
21/06/2022	18:00	102,0	0,0
21/06/2022	18:15	103,0	0,0
21/06/2022	18:30	103,0	0,0
21/06/2022	18:45	103,0	0,0
21/06/2022	19:00	103,0	0,0
21/06/2022	19:15	103,0	0,0
21/06/2022	19:30	103,0	0,0
21/06/2022	19:45	103,0	0,0
21/06/2022	20:00	103,0	0,0
21/06/2022	20:15	103,0	0,0
21/06/2022	20:30	103,0	0,0

Figura 7 - Dados de cota (cm) e precipitação (mm) da estação de Astolfo Dutra em formato tabular disponibilizados no SACE-Pomba. Dados com resolução temporal de 15 minutos. Fonte: Elaborado pelos autores.

5. CURVAS-CHAVES

Como no Brasil ainda não são utilizados medidores automáticos e contínuos da descarga líquida, utiliza-se para a geração de dados de vazão equações denominadas curva-chave. São equações que permitem o cálculo indireto da vazão a partir da medição do nível de água do canal. Esta transformação permite um monitoramento contínuo da descarga líquida com a mesma resolução temporal da medição de nível. As equações são elaboradas a partir de um conjunto de medições de descarga líquida das quais é possível estabelecer uma relação numérica.

Uma curva-chave é representativa para um ponto de monitoramento hidrológico dentro de um determinado intervalo de tempo e de nível d'água (Jaccon; Cudo, 1989). Isto significa que um mesmo ponto pode ter várias equações ao longo dos anos e para um mesmo período pode ter uma equação que expressa a relação nível-vazão para níveis baixos e outra para níveis altos. A mudança da relação nível-vazão em um ponto de monitoramento ocorre devido a fatores como mudanças físicas da seção do canal (e.g. assoreamento e erosão) e modificações do controle hidráulico a jusante (e.g. construção de uma represa, efeito de maré). A estrutura da equação de uma curva-chave para um determinado período e intervalo de cota pode ser expressa como:

$$Q = a \times (H - h_0)^n$$

Em que:

Q é a vazão calculada [$\text{m}^3 \text{s}^{-1}$];

h_0 é a cota cuja vazão é igual a zero [m];

H é a cota observada [m];

a e n são parâmetros empíricos a serem calibrados [-];

Na Tabela 7 estão apresentados os parâmetros das equações de curvas-chaves para as estações do SAH-Pomba.

Tabela 7 - Parâmetros das equações de curva-chave das estações do SAH-Pomba.

Estação	Eq.	a	h0	n	Limite inferior (cm)	Limite superior (cm)
Aperibé	1/2	42,2318	-0,47	2,111	10	93
	2/2	122,028	0,13	1,572	93	500
St. Ant. de Pádua II	1/3	56,0515	0,1493	1,5009	10	81
	2/3	70,6708	0,0425	1,8431	81	175
	3/3	121,276	0,38	1,7	175	450
Cataguases	1/3	70,9616	0,27	1,51	50	237
	2/3	80,8601	0,09	1,2	237	395
	3/3	66,7042	0	1,32	395	900
Astolfo Dutra	1/3	29,0752	-0,14	1,477	30	183
	2/3	32,1378	0,12	1,68	183	334
	3/3	35,2385	0,11	1,597	334	600
Barra do Xopotó	1/2	12,1489	0,59	1,508	60	205
	2/2	9,518	0,5	1,86	205	800
Guarani	1/3	23,0787	0,8454	1,6458	150	282
	2/3	24,1811	0,8753	1,6134	282	517
	3/3	22,1275	1,2	1,767	517	700
Usina Maurício Jusante	1/2	12,9935	0,12	1,964	20	228
	2/2	18,5516	0,06	1,45	228	710

Fonte: Elaborado pelos autores.

6. DADOS OBSERVADOS

Nas Figuras 8 a 13 estão apresentados os cotagramas das estações para o período chuvoso de 2024/2025. Na análise das figuras, é possível constatar que apenas em Guarani a cota de inundação foi alcançada.

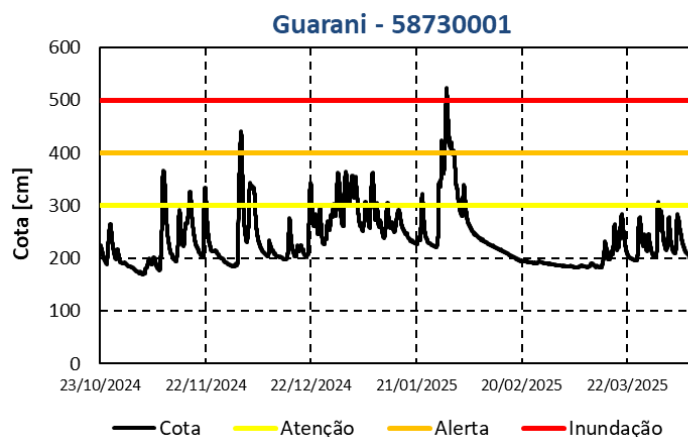


Figura 8 – Cotagrama de Guarani para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). Fonte: Elaborado pelos autores.

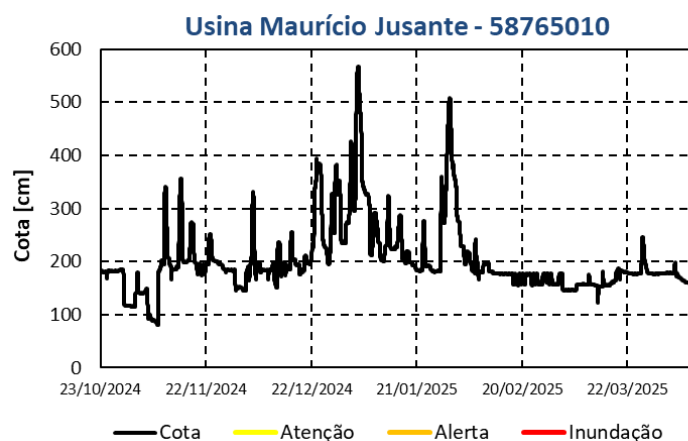


Figura 9 – Cotagrama de Usina Maurício Jusante para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025. Fonte: Elaborado pelos autores.

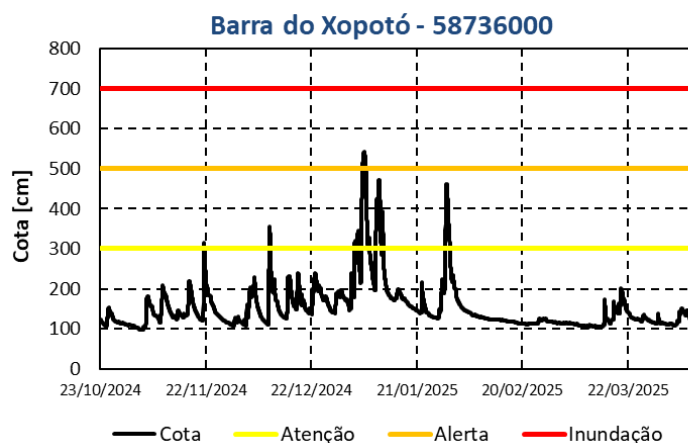


Figura 10 - Cotagrama de Barra do Xopotó para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). Fonte: Elaborado pelos autores.

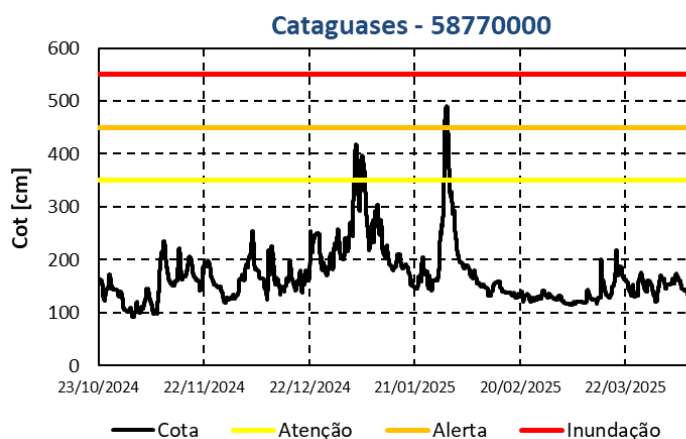


Figura 11 - Cotagrama de Cataguases para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). Fonte: Elaborado pelos autores.

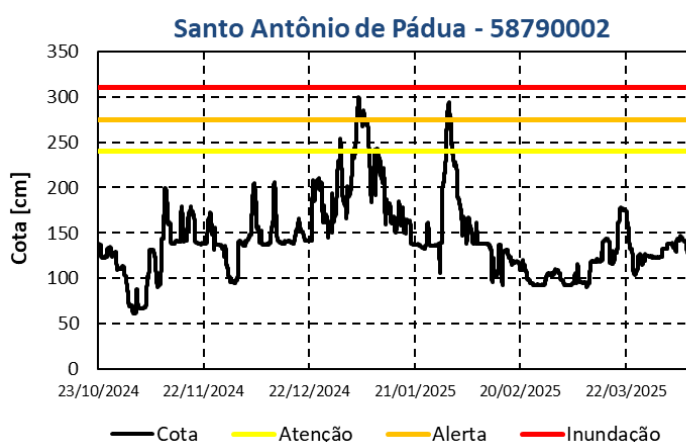


Figura 12 - Cotagrama de Santo Antônio de Pádua II para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). Fonte: Elaborado pelos autores.

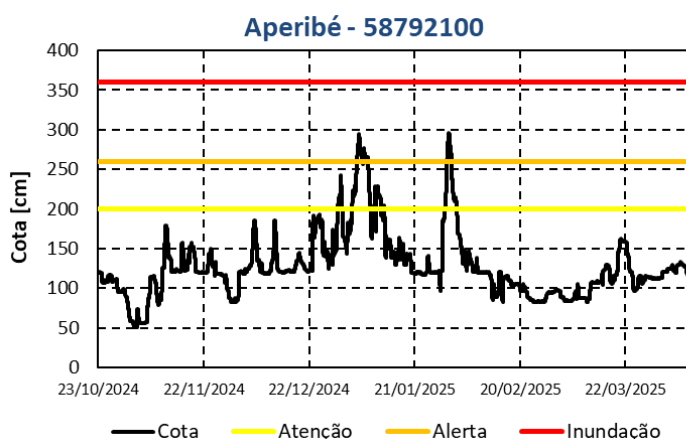


Figura 13 - Cotagrama de Aperibé para o período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025: cota (linha preta), cota de atenção (linha amarela), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha). Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 14 está apresentada a precipitação estimada pelo produto de satélite MERGE (Rozante *et al.*, 2010, 2020) para o período entre novembro de 2024 e março de 2025. Na análise da imagem é possível constatar que os maiores acumulados foram observados na cabeceira da bacia (porção oeste), com valores superiores a 1300 mm. A região baixa da bacia (i.e. próxima à foz) foi a que teve os menores acumulados de precipitação para o período.

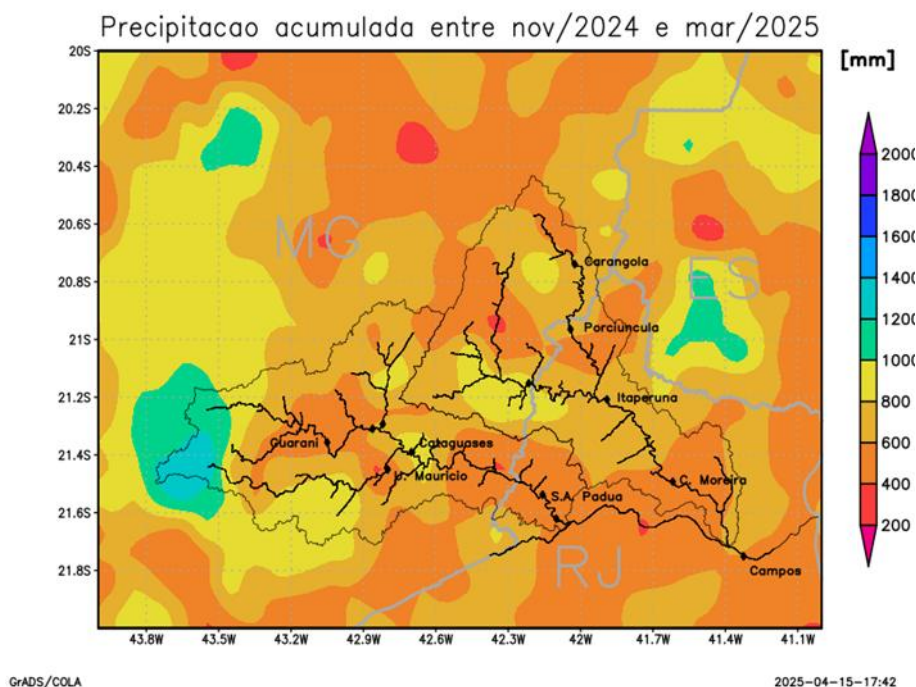


Figura 14 - Precipitação acumulada (mm) entre os meses de novembro/2024 e março/2025. Dados estimados do produto MERGE. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Figura 15 está apresentada a relação entre a precipitação estimada entre novembro de 2024 e março de 2025 com a média dos 24 anos anteriores para o mesmo período. Valores superiores a 1 indicam precipitações maiores que a média, enquanto que valores inferiores indicam precipitações menores que a média. Dados estimados do produto MERGE. Na análise da imagem é possível constatar que, com exceção do extremo oeste (nascentes dos rios Pomba e Novo), toda a bacia apresentou uma precipitação significativamente inferior à média do período.

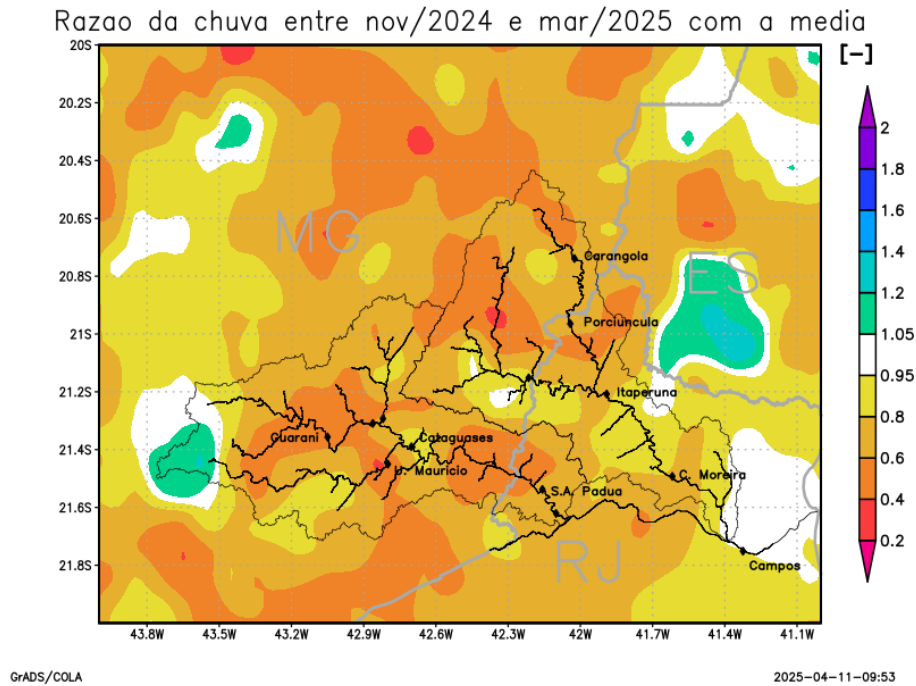


Figura 15 - Razão da precipitação entre os acumulados entre os meses de novembro de 2024 e março de 2025 e a média do período. Fonte: Elaborado pelos autores.

7. EVENTOS HIDROLÓGICOS

Conforme pode se observar nas Figura de 8 a 13, apenas em Guarani a cota de inundação foi alcançada, durante um evento ocorrido no fim de janeiro de 2025. Na operação do ano hidrológico 2024/2025, foram emitidos 20 boletins de alerta hidrológico e 19 boletins de monitoramento hidrológico.

Na Tabela 8 está apresentado o tempo de permanência das cotas máximas registradas nas estações no período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025. O tempo de permanência foi calculado com base nas séries históricas de dados diários.

Tabela 8 - Tempo de permanência das cotas máximas observadas no período chuvoso do ano hidrológico 2024/2025.

Estação	Cota máxima [cm]	Permanência	Data
Guarani	524	1%	29/01/2025
Barra do Xopotó	542	2%	06/01/2025
Astolfo Dutra	400	2%	30/01/2025
Cataguases	490	2%	30/01/2025
Santo Antônio de Pádua	300	2%	05/01/2025
Aperibé	296	2%	30/01/2025

Fonte: Elaborado pelos autores.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre novembro de 2024 e abril de 2025 foi operado o SAH-Pomba pelo sexto ano. Foram emitidos 20 boletins de monitoramento hidrológico e 19 boletins de alerta hidrológico, a maioria desses nos meses de dezembro e janeiro. Anteriormente ao início da próxima operação, diversas ações deverão ser tomadas, das quais é possível destacar:

- Revisão das curvas-chaves;
- Revisão das cotas de referência.
- Definição das cotas de inundação severa.
- Atualização dos modelos hidrológicos.
- Automatização de toda cadeia de processos de geração do boletim (obtenção dos dados, aplicação das equações, geração dos boletins).

9. AGRADECIMENTOS

A operação do projeto SAH-Pomba no período entre novembro de 2024 e abril de 2025 foi possível com a utilização dos dados hidrológicos provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN). A RHN é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA) e operada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB) e demais parceiros. Por meio de Termo de Execução Descentralizada (TED) de operação da RHN, a Agência Nacional de Águas disponibiliza apoio operacional e financeiro para operação e manutenção das estações da RHN/RHNR, bem como para uso de equipamentos de medição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEMADEN. **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais: boletim da Sala de Situação**, São José dos Campos, ano 1, n. 1, 1º trimestre, jun. 2020. Trimestral. Disponível em: <http://www2.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/Boletim-da-Sala-de-Situação-JFM2020.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.

JACCON, G.; CUDO, K. J. **Curva-chave**: análise e traçado. Brasília: DNAEE, 1989. 273 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/monitoramento-e-eventos-criticos/monitoramento-hidrologico/orientacoes-manuais/historicos/dnaee-curva-chave-1988-1.pdf>. Acesso em: 6 out. 2025.

ROZANTE, J. R.; MOREIRA, D. S.; GONÇALVES, L. G. G.; VILA, D. A. Combining TRMM and surface observations of precipitation: technique and validation over South America. **Weather and forecasting**, Boston, v. 25, n. 3, p. 885-894, jun. 2010. DOI: 10.1175/2010WAF2222325.1.

ROZANTE, J. R.; GUTIERREZ, E. R.; FERNANDES, A. A.; VILA, D. A. Performance of precipitation products obtained from combinations of satellite and surface observations. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 41, n. 19, p. 7585-7604, jul. 2020. DOI: 10.1080/01431161.2020.1763504.