

# **RELATÓRIO DE ATIVIDADES**

## **DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA**



**Relatório Anual do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia  
do rio Muriaé - 2022**

---

**Serviço Geológico do Brasil - CPRM**

**Julho 2022**



SECRETARIA DE  
GEOLOGIA, MINERAÇÃO  
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA

GOVERNO  
FEDERAL

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

**DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT**

**DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA**

# **Relatório Anual do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Muriaé - 2022**

---

**ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS**

**SUBÁREA: PREVISÃO E ALERTA DE ENCHENTES E INUNDAÇÕES**

(Relatório de Atividades N° 1 – Ano 2022)

---

**REALIZAÇÃO**

Divisão de Hidrologia Aplicada

**AUTORES**

Marcos Figueiredo Salviano

Artur José Soares Matos

**São Paulo, 2022**

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

**Ministro de Estado**

Adolfo Sachsida

**Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

Pedro Paulo Dias Mesquita

**SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM**

**DIRETORIA EXECUTIVA**

**Diretor-Presidente**

Esteves Pedro Colnago

**Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial**

Alice Silva de Castilho

**Diretor de Geologia e Recursos Minerais**

Marcio José Remédio

**Diretor de Infraestrutura Geocientífica**

Paulo Afonso Romano

**Diretor de Administração e Finanças**

Cassiano de Souza Alves

**COORDENAÇÃO TÉCNICA**

**Chefe do Departamento de Hidrologia**

Frederico Claudio Peixinho

**Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada**

Adriana Dantas Medeiros

**EQUIPE TÉCNICA**

Artur José Soares Matos

Caluan Rodrigues Capozzoli

Érico Chaves Fontes Lima

Marcos Figueiredo Salviano

Ricardo Gabriel Bandeira de Almeida

Vanesca Sartorelli Medeiros

## **PROJETO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO DA BACIA DO RIO MURIAÉ (SAH-MURIAÉ)**

(Relatório de Atividades N° 1 – Ano 2022)

### **REALIZAÇÃO**

Divisão de Hidrologia Aplicada

### **AUTORES**

Marcos Figueiredo Salviano

Artur José Soares Matos

**FOTOS DA CAPA:** Rio Muriaé, próximo à estação de Patrocínio do Muriaé. Foto tirada em campanha de campo realizada pelo Técnico em Geociências Diego Froes e o Auxiliar de Campo Nolberto Barbosa (Dezembro/2021).

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

SALVIANO, Marcos Figueiredo

S184r      Relatório Técnico dos Sistemas de Alerta Hidrológico da  
bacia do rio Muriaé - 2022/ Marcos Figueiredo Salviano,  
Artur José Soares Matos. – São Paulo : CPRM, 2022.

1 E-book : PDF – (Relatório de Atividades. Departamento  
de Hidrologia. Área: recursos hídricos superficiais. Subárea:  
previsão e alerta de enchentes e inundações. Relatório de  
atividades, 1)

1. Hidrologia – Metodologia. 2. Hidrometria. I. Matos,  
Artur José Soares. II. Título. III. Série.

CDD 551.48072

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

Ficha catalográfica elaborada pela DIDOTE

Direitos desta edição: Serviço Geológico do Brasil – CPRM  
Permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

Serviço Geológico do Brasil - CPRM  
[www.cprm.gov.br](http://www.cprm.gov.br)  
[seus@cprm.gov.br](mailto:seus@cprm.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 – CPRM opera desde 2014 o Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do rio Muriaé.

## RESUMO

---

No período de 1 de novembro de 2021 a 11 de abril de 2022, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, por meio da Superintendência Regional de São Paulo (SUREG/SP) operou o projeto Sistema de Alerta Hidrológico da bacia hidrográfica do rio Muriaé (SAH-Muriaé). Para a maior parte da bacia, o período foi mais chuvoso do que a média. Os eventos hidrológicos mais significativos ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro de 2022. Dos municípios monitorados, Patrocínio do Muriaé/MG e Itaperuna/RJ permaneceram o maior tempo em estado de inundação (~ 300 horas). No quantitativo da operação do projeto, foram emitidos 66 boletins de alerta hidrológico e 21 boletins de monitoramento hidrológico.



## ABSTRACT

---

From November 1, 2021 to April 11, 2022, the Geological Survey of Brazil - CPRM, through the São Paulo Regional Superintendence (SUREG/SP) operated the project Hydrological Alert System of the Muriaé River Watershed (SAH-Muriaé). For most of the basin, the period had higher precipitation volumes than average. The most significant hydrological events occurred in January and February 2022. Of the monitored municipalities, Patrocínio do Muriaé/MG and Itaperuna/RJ remained in a state of flooding for the longest time (~ 300 hours). In the period, 66 hydrologic alert bulletins and 21 hydrologic monitoring bulletins were issued.

## SUMÁRIO

---

<b>1. Introdução.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Área de atuação .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Histórico de inundações.....</b>	<b>18</b>
<b>4. Metodologia e Operação .....</b>	<b>19</b>
<b>5. Curvas-Chaves .....</b>	<b>23</b>
<b>6. Dados observados e estimados.....</b>	<b>24</b>
<b>7. Eventos Hidrológicos .....</b>	<b>28</b>
<b>8. Conclusões .....</b>	<b>28</b>
<b>9. Agradecimentos .....</b>	<b>29</b>
<b>10. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>30</b>

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Muriaé. ....	16
Figura 2 – Diagrama unifilar do SAH-Muriaé.....	16
Figura 3 - Esquema da modelagem linear. ....	20
Figura 4 - Páginas do modelo do boletim extraordinário do SAH-Muriaé. (A) Tabela com dados hidrológicos das estações. (B) Gráficos com cotogramas, pluviogramas e cotas simuladas para estações do SAH-Muriaé.....	20
Figura 5 - Páginas do Boletim de Monitoramento. (A) Gráficos com o comportamento da cota e da precipitação das estações do SAH-Muriaé. (B) Imagem da precipitação estimada pelo produto MERGE. ....	21
Figura 6 - Plataforma SACE para o SAH-Muriaé. ....	22
Figura 7 - Gráfico da cota na estação de Carangola. ....	22
Figura 8 - Dados de cota (cm) e precipitação (mm) da estação de Cardoso Moreira em formato tabular disponibilizados no SACE-Muriaé. Dados com resolução temporal de 15 minutos. ....	22
Figura 9 – Cotograma de Patrocínio do Muriaé entre 01/11/2021 e 31/03/2022: cota (linha preta), faixa entre a cota mínima e o percentil 10% (preenchimento laranja), mediana (linha verde), faixa entre percentil 90% e cota máxima (preenchimento azul), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha).....	25
Figura 10 – Similar à Figura 9, exceto para Carangola. ....	25
Figura 11 - Similar à Figura 9, exceto para Porciúncula. ....	25
Figura 12 - Similar à Figura 9, exceto para Itaperuna. ....	26
Figura 13 - Similar à Figura 9, exceto para Carangola. ....	26

Figura 14 - Precipitação acumulada (mm) entre os meses de novembro/2021 e março/2022. Dados estimados do produto MERGE. ....27

Figura 15 - Razão da precipitação entre os acumulados entre os meses de novembro de 2021 e março de 2022 e a média do período. Dados estimados do produto MERGE. ....28

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1 - Lista das estações do SAH-Muriaé. 1ª coluna: nome da estação. 2ª coluna: código fluviométrico. 3ª coluna: código pluviométrico. 4ª coluna: latitude. 5ª coluna: longitude.....	17
Tabela 2 - Níveis de Atenção, Alerta e Inundação das estações hidrometeorológicas do SAH-Muriaé.....	17
Tabela 3 – População dos municípios atendidos pelo SAH-Muriaé.....	18
Tabela 4 – Cotas máximas observadas nas estações fluviométricas pertencentes ao SAH-Muriaé.....	18
Tabela 5 – Lista das 10 maiores cheias registradas nas estações de Itaperuna e Cardoso Moreira. 1ª coluna: Ordem decrescente dos eventos. 2ª e 3ª colunas: cotas máximas (cm) e datas dos eventos em Itaperuna. 4ª e 5ª coluna: cotas máximas (cm) e datas dos eventos em Cardoso Moreira. ....	19
Tabela 6 - Parâmetros das equações de curva-chave das estações do SAH-Muriaé. ....	24

## 1. INTRODUÇÃO

No período de 1 de novembro de 2021 a 11 de abril de 2022, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, por meio da Superintendência Regional de São Paulo (SUREG/SP) operou o projeto Sistema de Alerta Hidrológico da bacia hidrográfica do rio Muriaé (SAH-Muriaé). Este foi o oitavo ano de operação do SAH-Muriaé.

O projeto tem como objetivo o monitoramento do regime hidrológico dos rios na bacia do rio Muriaé. 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). Estes dados são armazenados em uma Plataforma de Coleta de Dados (PCD) e transmitidos via satélite (GOES 16) em intervalos de 1 hora.

A previsão da ocorrência de eventos de inundação possibilita a execução de ações preventivas e mitigadoras por instituições como as Defesas Civas (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 2200 UTC-3) para a verificação da necessidade da emissão de boletins de alerta hidrológico.

## 2. ÁREA DE ATUAÇÃO

A bacia do rio Muriaé está localizada nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro, na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e possui uma área de drenagem de aproximadamente 8.126 km<sup>2</sup>. A bacia abrange dezoito (18) municípios mineiros e oito (8) fluminenses, com uma população de aproximadamente 440 mil pessoas. Aproximadamente 45% de sua área de drenagem está localizada no estado de Minas Gerais e o restante no estado do Rio de Janeiro.

Seus principais afluentes são os rios Preto, Glória e Carangola, localizados na margem esquerda, sendo o rio Carangola o maior de seus afluentes. A direção predominante do rio Muriaé é de noroeste para sudeste.

As principais cidades localizadas às suas margens são Muriaé, em Minas Gerais, e Itaperuna e Cardoso Moreira, no Rio de Janeiro. No rio Carangola está localizado o município de mesmo nome, no Estado de Minas Gerais.

Na Figura 1 está apresentado o mapa da bacia, enquanto que as estações que constituem o SAH-Muriaé estão expostas na Tabela 1. O diagrama unifilar da bacia está apresentado na Figura 2.

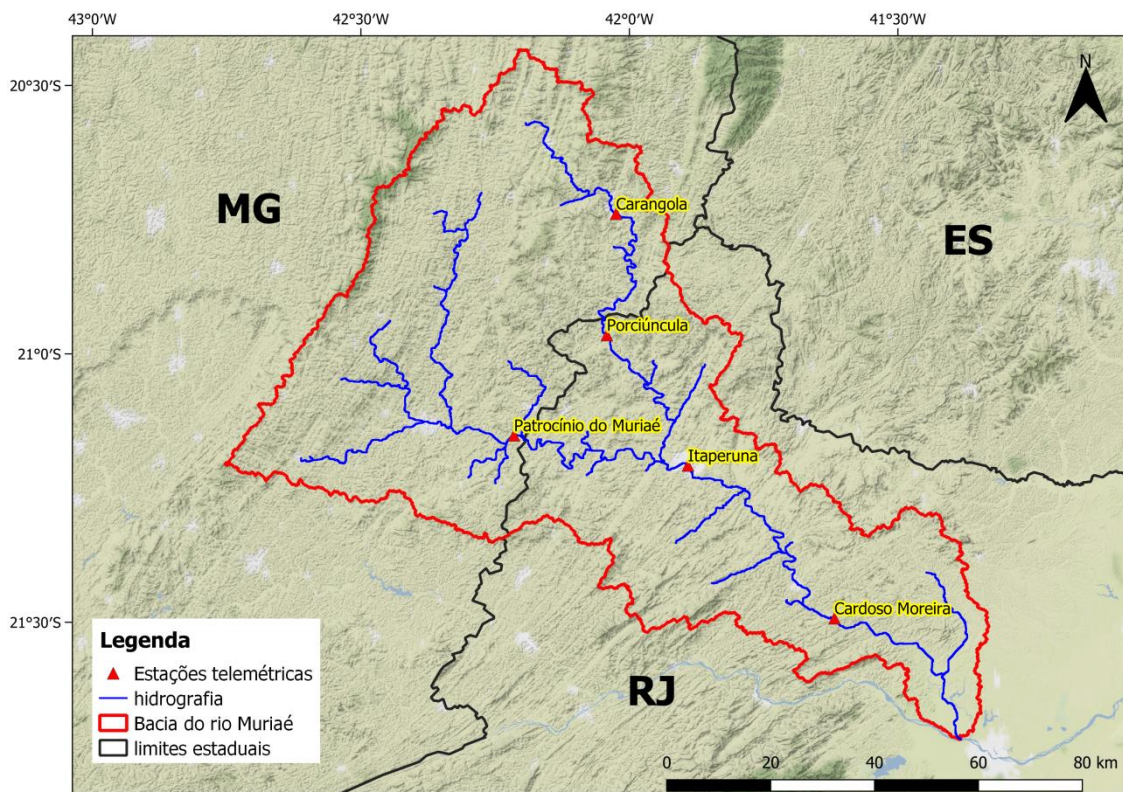


Figura 1 – Mapa da bacia hidrográfica do rio Muriaé.

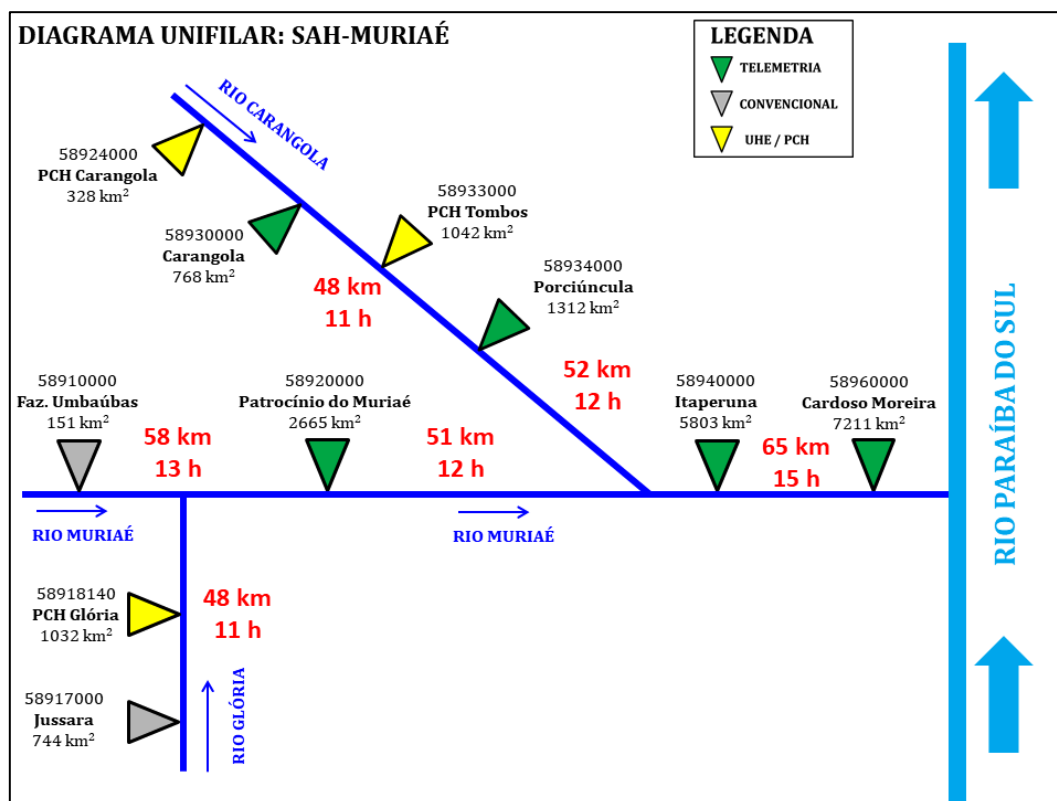


Figura 2 – Diagrama unifilar do SAH-Muriaé.



Tabela 1 - Lista das estações do SAH-Muriaé. 1ª coluna: nome da estação. 2ª coluna: código pluviométrico. 3ª coluna: código pluviométrico. 4ª coluna: latitude. 5ª coluna: longitude.

Estação	Código F	Código P	Latitude	Longitude
Patrocínio do Muriaé	58920000	02142002	21°09'00"S	42°12'53"W
Carangola	58930000	02042000	20°44'19"S	42°01'26"W
Porciúncula	58934000	02042027	20°57'41"S	42°02'16"W
Itaperuna	58940000	02141003	21°12'26"S	41°53'32"W
Cardoso Moreira	58960000	02141004	21°29'30"S	41°36'48"W

No contexto dos SAHs operados pela CPRM – Serviço Geológico de Brasil, 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-Muriaé. As cotas de Inundação Severa ainda não foram definidas.

Tabela 2 - Níveis de Atenção, Alerta e Inundação das estações hidrometeorológicas do SAH-Muriaé.

Estação	Cota de Atenção (cm)	Cota de Alerta (cm)	Cota de Inundação (cm)
Patrocínio do Muriaé	300	450	500
Carangola	200	300	390
Porciúncula	200	370	460
Itaperuna	290	340	400
Cardoso Moreira	300	500	750

Foram elaboradas equações para os municípios de Itaperuna e Cardoso Moreira, ambas com previsões de 10 horas de antecedência. Na Tabela 3 estão apresentadas as populações de ambos os municípios.

Tabela 3 – População dos municípios atendidos pelo SAH-Muriaé.

Município	UF	População (IBGE, 2010)
Itaperuna	RJ	95.841
Cardoso Moreira	RJ	12.600

### 3. HISTÓRICO DE INUNDAÇÕES

Desde o início do 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 1943, 1960, 1974, 1978 e 1997.

Em 2007 houve o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração em Mirai/MG, despejando um volume de 2 milhões de m<sup>3</sup> de lama e ocasionando inundações nas cidades a jusante. Em anos mais recentes inundações significativas ocorreram em 2008, 2012 e 2018. Em janeiro de 2020, chuvas intensas resultaram em um evento severo no qual 84 municípios da Zona da Mata Mineira e Sul Espírito-Santense decretaram estado de emergência ou calamidade (CEMADEN, 2020).

Em fevereiro de 2021, inundações severas ocorreram da sub-bacia do rio Carangola que resultou em cotas máximas históricas nas estações Carangola e Porciúncula. Em decorrência do evento 4 mil pessoas ficaram desalojadas nos municípios de Orizânia/MG, Divino/MG, Carangola/MG, Porciúncula/RJ e Natividade/RJ.

Na Tabela 4 estão apresentadas as cotas máximas históricas das estações fluviométricas do SAH-Muriaé.

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

Estação	Cota máxima (cm)	Data
Patrocínio do Muriaé	965	27/01/2020
Carangola	572	19/02/2021
Porciúncula	798	20/02/2021
Itaperuna	620	19/12/2008
Cardoso Moreira	985	27/01/2020

Na Tabela 5 estão enumerados os dez (10) eventos de maior na cota nos municípios com previsão: Itaperuna (dados desde 1932) e Cardoso Moreira (dados desde 1929).

Tabela 5 – Lista das 10 maiores cheias registradas nas estações de Itaperuna e Cardoso Moreira. 1ª coluna: Ordem decrescente dos eventos. 2ª e 3ª colunas: cotas máximas (cm) e datas dos eventos em Itaperuna. 4ª e 5ª coluna: cotas máximas (cm) e datas dos eventos em Cardoso Moreira.

Ordem	Itaperuna		Cardoso Moreira	
	Cota (cm)	Data	Cota (cm)	Data
1	620	19/12/2008	985	27/01/2020
2	594	26/01/2020	970	05/01/2012
3	551	07/01/2009	907	11/01/2022
4	535	10/01/2022	875	30/12/2010
5	529	12/01/2007	874	09/01/1943
6	522	15/02/2020	874	24/12/1943
7	520	29/12/2020	864	15/02/2020
8	510	23/12/1943	851	05/02/1937
9	505	10/02/2022	842	03/02/2022
10	490	05/01/1975	837	12/01/2007

#### 4. METODOLOGIA E OPERAÇÃO

Para realizar a previsão hidrológica de níveis em tempo real é utilizada a metodologia de Modelagem Linear.

Um sistema linear se baseia no princípio da superposição:  $x_1$  é uma entrada do sistema que produz a saída  $y_1$ . Da mesma forma, a entrada  $x_2$  resulta na saída  $y_2$  do mesmo sistema. O princípio de superposição é válido quando, a entrada  $x_1+x_2$  produzir a saída  $y_1+y_2$  neste mesmo sistema.

A aplicação do modelo também pressupõe o princípio da homogeneidade, em que se existem  $n$  entradas no sistema, de tal forma que:  $x_1 = x_2 = x_3 \dots \dots \dots = x_n$ . Neste caso a equação que descreve o fenômeno físico deverá ser válida para qualquer dado de entrada ( $x_n$ ). O sistema é linear quando “ $n$   $x_1$ ” produz a saída “ $n$   $y_1$ ” (Figura 3).

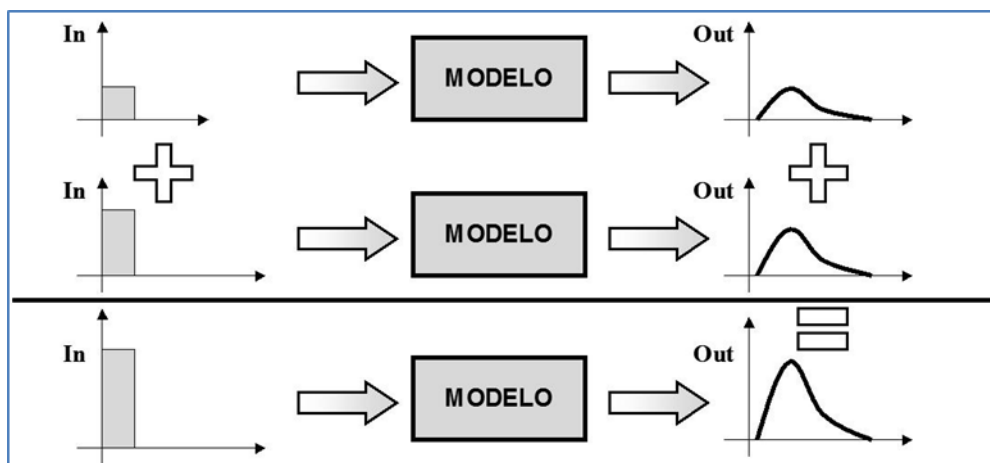


Figura 3 - Esquema da modelagem linear.

Para a realização das previsões de cotas futuras, foram utilizadas as equações empíricas que adotam como dados de entrada as vazões das estações a montante da estação a ser modelada. A planilha utilizada tem como função ordenar os dados provenientes das estações, aplicar as equações de previsão de cotas futuras e gerar o boletim extraordinário (Figura 4) de alerta caso seja preciso enviá-lo.

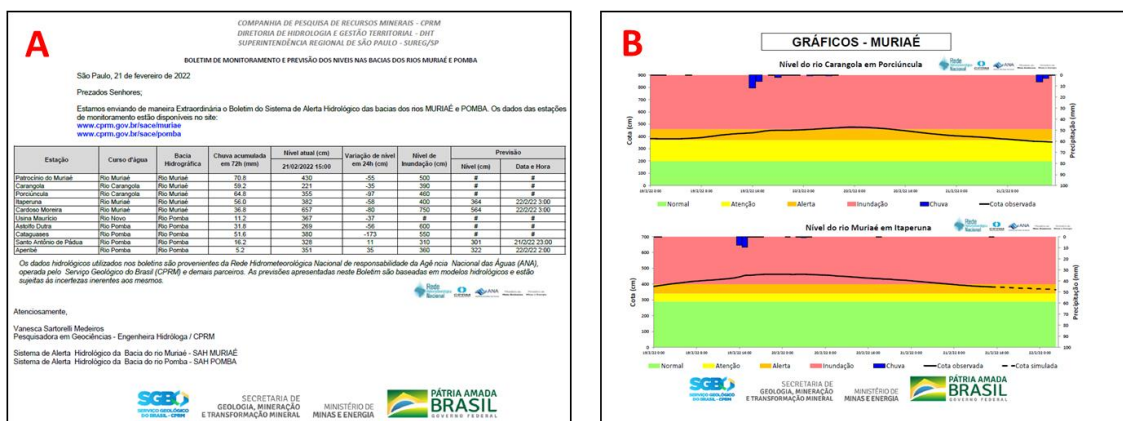


Figura 4 - Páginas do modelo do boletim extraordinário do SAH-Muriaé. (A) Tabela com dados hidrológicos das estações. (B) Gráficos com cotagramas, pluviogramas e cotas simuladas para estações do SAH-Muriaé.

Além dos boletins de alerta hidrológicos, são emitidos boletins de monitoramento hidrológico (Figura 5) com frequência semanal. Estes boletins tem o objetivo de apresentar de uma forma resumida o comportamento hidrológico da semana anterior 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.

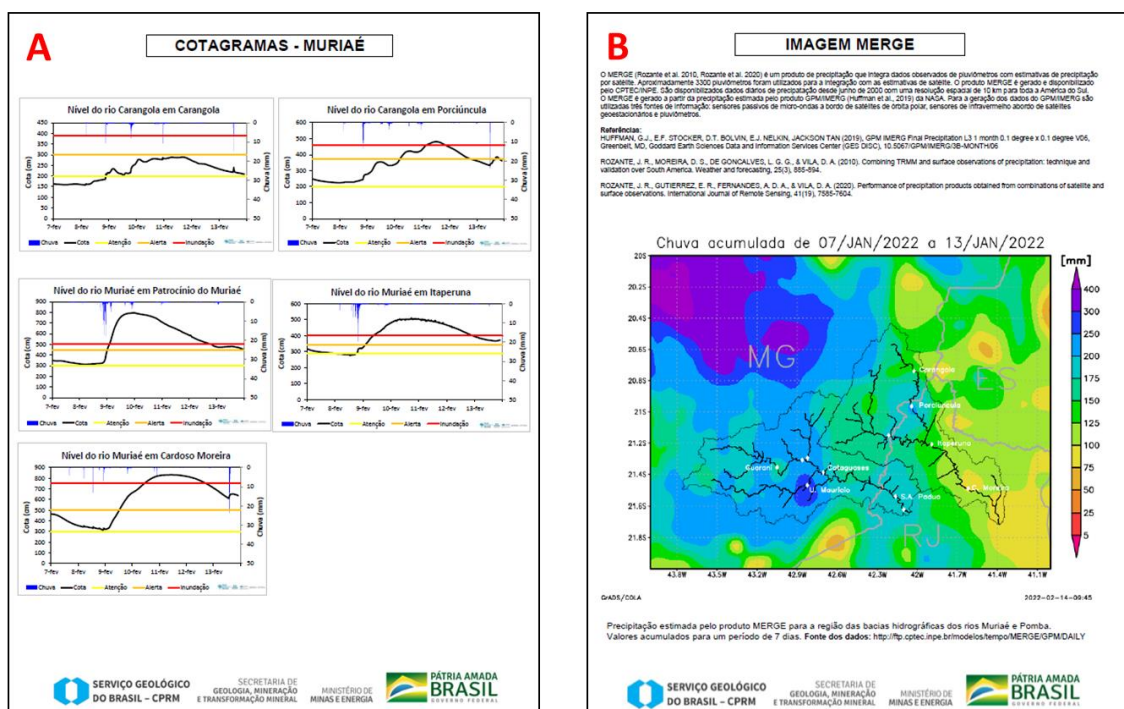


Figura 5 - Páginas do Boletim de Monitoramento. (A) Gráficos com o comportamento da cota e da precipitação das estações do SAH-Muriaé. (B) Imagem da precipitação estimada pelo produto MERGE.

Uma ferramenta importante na operação do sistema é o SACE (Sistema de Alerta de Eventos Críticos). O SACE consiste numa plataforma computacional 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 6) bem como informações atualizadas sobre o nível dos rios e pluviometria de forma gráfica (Figura 7) e tabular (Figura 8). Assim, para cada Sistema de Alerta Hidrológico operado pela CPRM 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.



## 5. CURVAS-CHAVES

Como no Brasil ainda não são utilizados medidores automáticos e contínuos da descarga líquida, utiliza-se para a geração do dado 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 e 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 6 estão apresentados os parâmetros das equações de curvas-chaves para as estações do SAH-Muriaé.

Tabela 6 - Parâmetros das equações de curva-chave das estações do SAH-Muriaé.

Estação	Eq.	a	h0	n	Limite inferior (cm)	Limite superior (cm)
Patrocínio do Muriaé	01	47,978	1,52	1,286	157	488
	02	37,89	1,49	1,470	488	900
Carangola	01	4,862	-0,08	2,139	33	67
	02	16,148	0,33	1,683	67	700
Porciúncula	01	18,062	0,64	1,924	85	199
	02	13,4078	0,32	1,707	199	306
	03	20,011	0,31	1,305	306	614
	04	0,700	2,00	4,000	614	796
Itaperuna	01	36,47	0,95	2,500	115	184
	02	73,943	1,22	2,088	184	275
	03	95,011	1,256	1,587	275	620
Cardoso Moreira	01	48,168	-0,19	2,6	10	48
	02	25,1531	-0,33	1,858	48	176
	03	28,6536	-0,50	1,52	176	800

## 6. DADOS OBSERVADOS E ESTIMADOS

Nas Figuras 9 a 13 estão apresentados os cotogramas das estações para o período chuvoso. Além do dado da cota, estão apresentados para cada dia: cota mínima, cota percentil 10%, cota mediana, cota percentil 90% e a cota máxima. Na análise das figuras, é possível constatar que em todos os municípios monitorados a cota de inundação foi superada. Na maior parte do tempo, a cota diária mediana foi superada, o que indica uma anomalia hidrológica positiva no período.



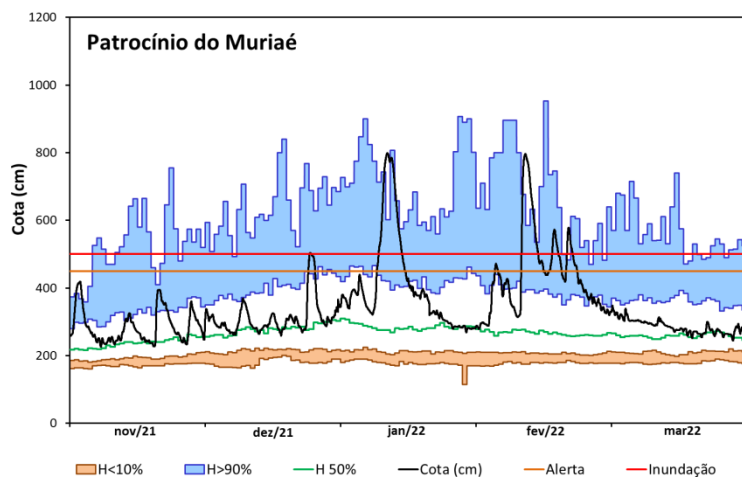


Figura 9 – Cotograma de Patrocínio do Muriaé entre 01/11/2021 e 31/03/2022: cota (linha preta), faixa entre a cota mínima e o percentil 10% (preenchimento laranja), mediana (linha verde), faixa entre percentil 90% e cota máxima (preenchimento azul), cota de alerta (linha laranja) e cota de inundação (linha vermelha).

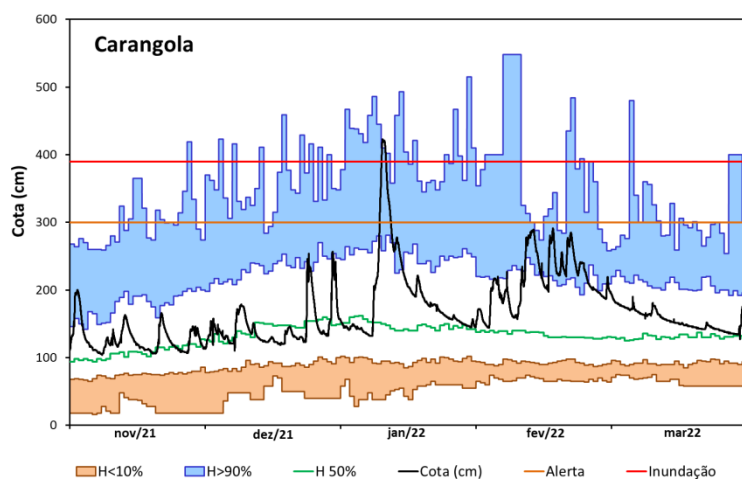


Figura 10 – Similar à Figura 9, exceto para Carangola.

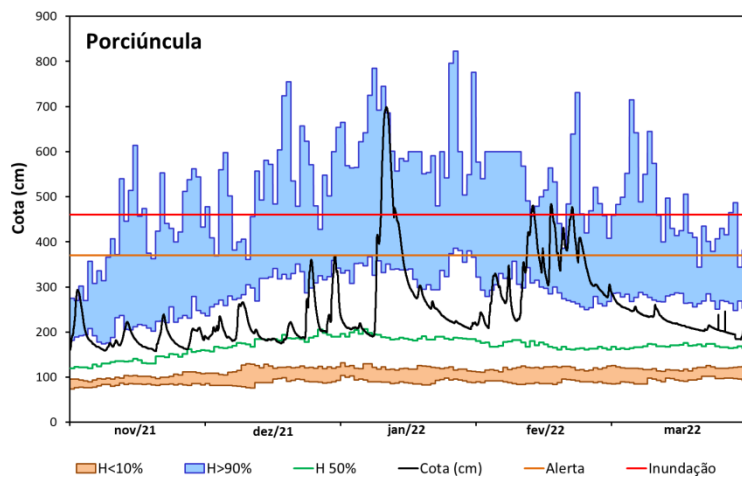


Figura 11 - Similar à Figura 9, exceto para Porciúncula.

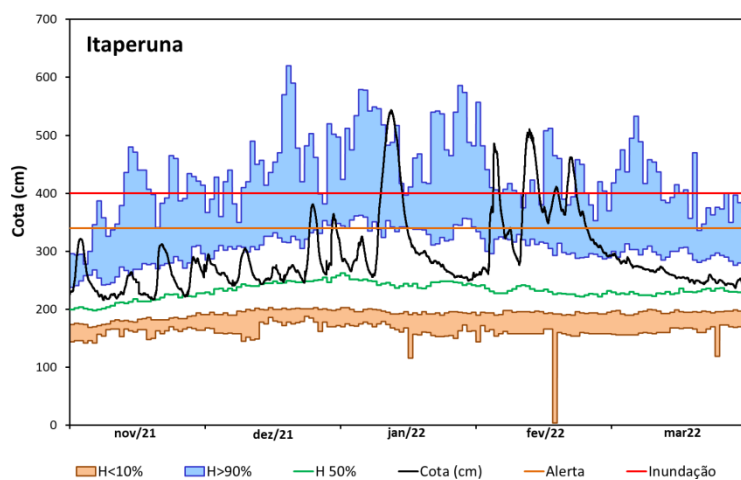


Figura 12 - Similar à Figura 9, exceto para Itaperuna.

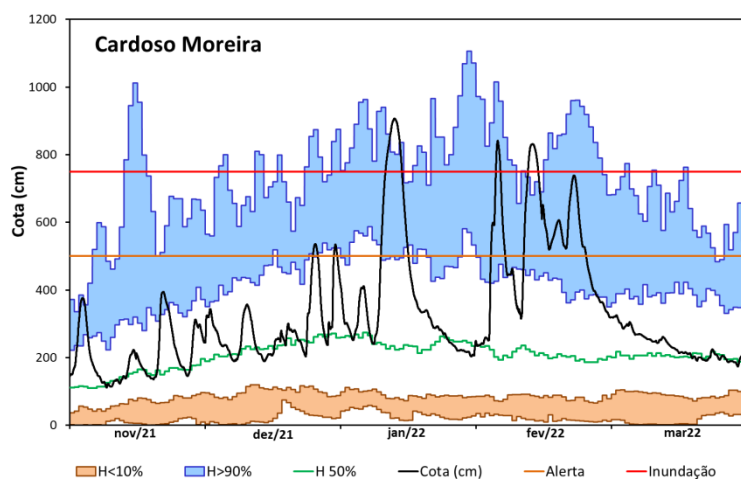


Figura 13 - Similar à Figura 9, exceto para Carangola.

Na Figura 14 está apresentada a precipitação estimada pelo produto de satélite MERGE (ROZANTE *et al.* 2010, 2020) para o período entre novembro de 2021 e março de 2022. Na análise da imagem é possível constatar que a precipitação teve uma distribuição espacial homogênea, com os maiores acumulados no oeste da bacia próximo ao município de Mirai/MG (~1300 mm). Na maior parte da bacia o acumulado de precipitação no período foi superior a 1000 mm, com os menores valores ocorrendo na parte baixa da bacia, a jusante de Italva/RJ (41,7° W; 24,4° S)

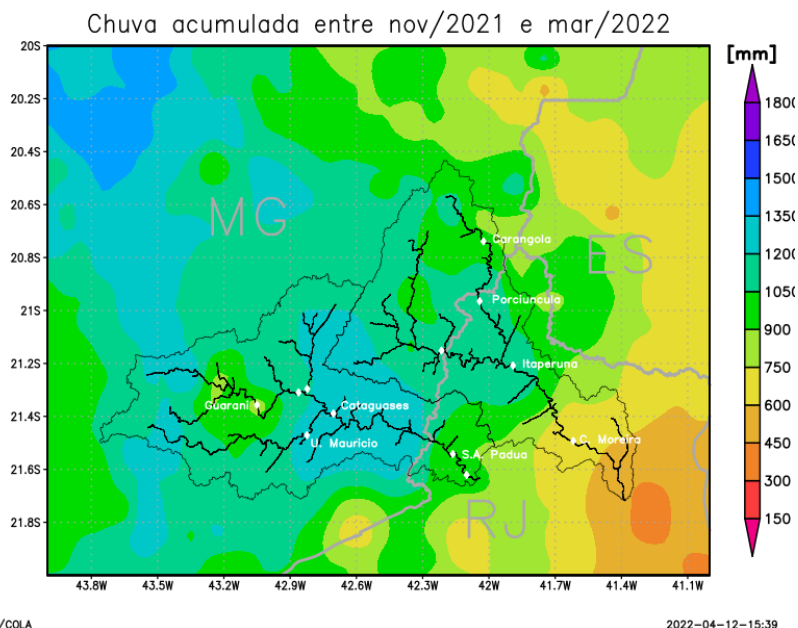


Figura 14 - Precipitação acumulada (mm) entre os meses de novembro/2021 e março/2022. Dados estimados do produto MERGE.

Na Figura 15 está apresentada a relação entre a precipitação estimada entre novembro de 2021 e março de 2022 com a média dos 20 anos anteriores para o mesmo período. Na análise da imagem é possível constatar que na parte central e oeste da bacia ocorreram anomalias positivas de precipitação, com valores atingindo 40% acima da média. As regiões mais secas foram as da cabeceira do rio Carangola (norte da bacia) e próximo à foz (sudeste).

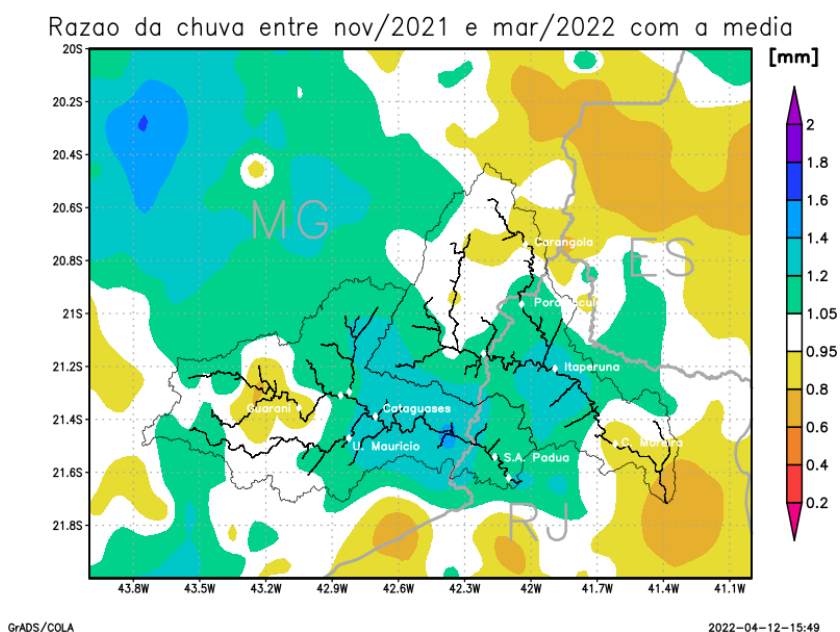


Figura 15 - Razão da precipitação entre os acumulados entre os meses de novembro de 2021 e março de 2022 e a média do período. Dados estimados do produto MERGE.

## 7. EVENTOS HIDROLÓGICOS

Conforme pode se observar na Figura 9 a 13, nos 5 municípios monitorados a cota de inundação foi atingida. A seguir está listada a quantidade de horas cuja cota da estação fluviométrica esteve acima da cota de inundação: Carangola (24 horas), Porciúncula (123), Patrocínio do Muriaé (290), Itaperuna (308) e Cardoso Moreira (168).

Na operação do ano hidrológico 2021/2022, foram emitidos 66 boletins de alerta hidrológico e 21 boletins de monitoramento hidrológico.

Os maiores eventos de cheias ocorreram nos meses de janeiro e fevereiro de 2022, em especial devido a altos volumes pluviométricos a montante das estações de Porciúncula e Patrocínio do Muriaé.

## 8. CONCLUSÕES

Entre novembro de 2021 e março de 2022 foi operado o SAH-Muriaé pelo oitavo ano. Foram emitidos 21 boletins de monitoramento hidrológico e 66 boletins de alerta hidrológico, a maioria desses em janeiro e fevereiro. Anteriormente ao início da próxima operação, diversas ações deverão ser tomadas, das quais é possível destacar:

- Revisão das curvas-chaves;
- Recalibração dos modelos;
- Revisão das cotas de referência.

## 9. AGRADECIMENTOS

A operação do projeto SAH-Muriaé no período entre novembro de 2021 e março de 2022 só 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 (CPRM) 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 equipamento de medição.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS (CEMADEN). (2020). **Boletim da Sala de Situação**. 1º trimestre de 2020. Ano 01. Número 1.

JACCON, G.; CUDO, K. J. **Hidrologia-curva-chave**: análise e traçado. Brasília: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE, 1989. 273 p.

ROZANTE, J. R. *et al.* Combining TRMM and surface observations of precipitation: technique and validation over South America. **Weather and forecasting**, v. 25, n. 3, p. 885-894, jun. 2010.

ROZANTE, J. R. *et al.* Performance of precipitation products obtained from combinations of satellite and surface observations. **International Journal of Remote Sensing**, v. 41, n. 19, p. 7585-7604, jul. 2020.