



SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO



**RELATÓRIO DE OPERAÇÃO
DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO
DA BACIA DO RIO URUGUAI
2023**

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Ministro de Estado

Alexandre Silveira de Oliveira

Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

Vitor Eduardo de Almeida Saback

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Inácio Melo

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial

Alice Silva de Castilho

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Francisco Valdir Silveira

Diretor de Infraestrutura Geocientífica

Paulo Afonso Romano

Diretor de Administração e Finanças

Cassiano de Souza Alves

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Chefe do Departamento de Hidrologia

Andrea de Oliveira Germano

Chefe da Divisão de Hidrologia Aplicada

Emanuel Duarte Silva

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
Departamento de Hidrologia
Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Programa de Gestão de Riscos e Desastres

AÇÃO LEVANTAMENTOS, ESTUDOS, PREVISÃO E ALERTA DE EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS

**RELATÓRIO DE OPERAÇÃO
DO SISTEMA DE ALERTA
HIDROLÓGICO DA BACIA DO
RIO URUGUAI 2023**

AUTORES

Camila Dalla Porta Mattiuzi
Artur José Soares Matos

Porto Alegre/RS
DEZEMBRO, 2023

REALIZAÇÃO

Divisão de Hidrologia Aplicada

AUTORES

Camila Dalla Porta Mattiuzi

Artur José Soares Matos

EQUIPE EXECUTORA

Camila Dalla Porta Mattiuzi, Engenheira Ambiental Msc

Emanuel Duarte Silva, Engenheiro Ambiental Msc

Franco Turco Buffon, Engenheiro Civil Msc

Marcia Conceição Pedrollo, Engenheira Civil Msc

Caren Camila de Christo Morais – Estagiária Engenharia Hídrica/UFRGS

Fernando Arthur da Silva Olinto – Estagiário Engenharia Ambiental/UFRGS

FOTOS DA CAPA: Rio Uruguai em Uruguaiana/RS. Autor: Defesa Civil de Uruguaiana (novembro/2023).

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

M444	Mattiuzi, Camila Dalla Porta Relatório de operação do Sistema de Alerta Hidrológico da bacia do Rio Uruguai 2023 / Camila Dalla Porta Mattiuzi, Artur José Soares Matos, Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: SGB-CPRM, 2023. 1 recurso eletrônico: PDF Programa Gestão de Riscos e de Desastres Levantamentos, Estudos, Previsão e Alerta de Eventos Hidrológicos Críticos 1. Desastres naturais. 2. Chuvas intensas. 3. Inundações I. Matos, Artur José Soares. II. Título CDD 551.48
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Ana Lúcia B. F. Coelho (CRB 10/840)

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

seus@cprm.gov.br

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai está localizada na região da fronteira do Brasil com o Uruguai e a Argentina, e se estende por uma área aproximada de 349 mil km². Da sua área total, 45%, ou seja, aproximadamente 174 mil km², estão situados em território brasileiro, ao longo dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Eventos hidrológicos extremos, como inundações, podem ocorrer em qualquer mês do ano na região da Bacia do Rio Uruguai, e são deflagrados tanto por precipitações intensas e localizadas, em rios menores e de maior declividade, quanto por precipitações de longa duração e grande abrangência espacial, em rios maiores, especialmente no rio Uruguai. O Sistema de Alerta do Rio Uruguai (SAH-Uruguai) entrou em operação em dezembro de 2018; através deste sistema é realizado o monitorando dos níveis do rio Uruguai e afluentes, além de previsões hidrológicas de cheias, as quais subsidiam a tomada de decisão e ações dos municípios e defesas civis em situações de risco hidrológico. Neste relatório são apresentados os resultados da operação do SAH-Uruguai no ano de 2023.

ABSTRACT

The Uruguai River Basin is located in the border of Brazil with Uruguay and Argentina, and extends over an approximate area of 349,000 km². Of its total area, 45%, that is, approximately 174 thousand km², are located in the Brazilian territory, along the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. Extreme hydrological events, such as floods, can occur in any month of the year in the region of the Uruguai River Basin, and are triggered both by intense and localized rainfall, in smaller and steeper rivers, as by long-term rainfall and large spatial coverage, in larger rivers, especially in the Uruguai River. The Uruguai River Alert System (SAH-Uruguai) started its operation in December 2018; through this system, the monitoring of the levels of the Uruguai River and its tributaries is carried out, in addition to hydrological forecasts of floods, which support the decision-making and actions of municipalities and civil defenses in situations of hydrological risk. This report presents the results of the SAH-Uruguai operation in 2023.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUGUAI	11
2.1	LOCALIZAÇÃO	11
2.2	HIDROGRAFIA	11
2.3	PLUVIOMETRIA	12
3	OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO URUGUAI	15
3.1	MONITORAMENTO E PREVISÃO HIDROMETEOROLÓGICA	16
3.2	COTAS DE REFERÊNCIA	17
3.3	MODELOS DE PREVISÃO	18
3.4	COTAS MÁXIMAS HISTÓRICAS	19
4	OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO URUGUAI – ANO DE 2023	20
4.1	MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	20
4.2	MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO	24
4.3	EVENTOS OCORRIDOS EM 2023	26
4.3.1	Julho de 2023	27
4.3.2	Setembro 2023	28
4.3.3	Outubro a Dezembro 2023	30
5	OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO URUGUAI – ANO DE 2023 – OUTRAS ATIVIDADES.....	32
5.1	FISCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA RHN NA BACIA DO RIO URUGUAI	32
5.2	PARTICIPAÇÃO NO SSTD-CIC PLATA	34
5.3	ESTUDOS E PUBLICAÇÕES	35
6	OUTRAS PUBLICAÇÕES	37
6.1	DIAGRAMAS UNIFILARES	37
6.2	EQUAÇÕES IDF	37
6.3	GESTÃO TERRITORIAL	38
6.4	MANCHA DE INUNDAÇÃO	38
6.5	ANÁLISE DE FREQUÊNCIA	39
7	AGRADECIMENTOS	40
8	CONCLUSÕES	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai está situada na fronteira entre Argentina, Brasil e Uruguai, tem a sua foz no Rio da Prata e possui uma área de 349 mil km². Aproximadamente 174 mil km² da área da bacia está em território brasileiro, dos quais 73% está no estado do Rio Grande do Sul e 27% em Santa Catarina (Marcuzzo, 2017), abrangendo um total de 391 municípios, os quais somam uma população superior a 4 milhões de habitantes (IBGE, 2010).

São recorrentes episódios de inundações na extensão do rio Uruguai e seus afluentes; as ocorrências de eventos de cheias na Bacia do Rio Uruguai estão associadas tanto a precipitações de longa duração (nos rios maiores) quanto às precipitações intensas e de menor duração (nos rios menores). Para monitorar as diferentes condições hidrológicas ao longo da Bacia do Rio Uruguai entrou em operação, em dezembro de 2018, o Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) Uruguai, o qual é operado e mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). O SAH-Uruguai conta com 32 estações de monitoramento hidrometeorológico e realiza previsões de níveis para seis municípios.

Neste relatório são apresentados os resultados da operação do SAH-Uruguai no ano de 2023.

2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URUGUAI

2.1 LOCALIZAÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai localiza-se nos territórios do Brasil, Uruguai e Argentina; na Figura 1 pode-se visualizar a área de abrangência da bacia a partir da tríplice fronteira (Brasil-Argentina-Uruguai) e também a partir da sua foz no Rio da Prata.

Da área total da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, 45%, ou seja, aproximadamente 174 mil km², estão situados em território brasileiro, sendo 73% no estado do Rio Grande do Sul e 27% em Santa Catarina (Marcuzzo, 2017).

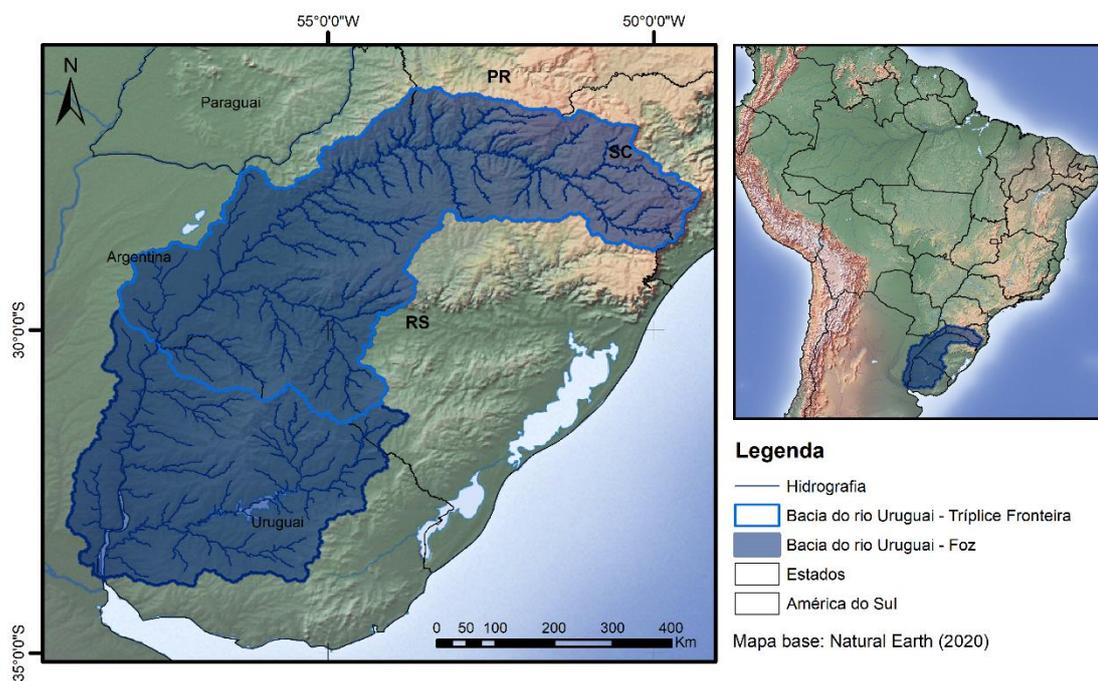


Figura 1. Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai a partir da tríplice fronteira e a partir da foz no Rio da Prata.
Fonte: elaborado pelo autor (2022).

2.2 HIDROGRAFIA

O Rio Uruguai possui aproximadamente 2.200 km de extensão, e é formado pela confluência dos rios Pelotas e Canoas, tendo sua foz no estuário do rio da Prata. Conforme pode ser observado na Figura 2, que apresenta a hidrografia da Bacia do Rio Uruguai em território brasileiro, inicialmente o rio Uruguai corre na direção leste-oeste e divide os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, em seu trecho nacional; neste trecho recebe importantes contribuições dos rios do Peixe, Irani, Chapecó e Antas (pela margem direita – catarinense) e rios Apuaê, Inhandava, Passo Fundo, da Várzea e Guarita (pela margem esquerda – gaúcha). Após a confluência com o rio Peperi-Guaçu, o Rio Uruguai muda para a direção sudoeste e passa a delimitar a fronteira entre o Brasil e a Argentina; neste trecho recebe as afluições dos rios do Turvo, Santa Rosa, Santo Cristo, Ijuí, Icamaquã, Piratini, Butuí

e Ibicuí, todos pela margem esquerda. Após a afluência do rio Quaraí, deixa o território nacional, e passa a definir a fronteira entre o Uruguai e a Argentina, até a sua foz. (Brasil, 2006)

Na região do Alto Uruguai, que compreende a divisa entre RS-SC, o relevo apresenta altas declividades, com rios de corredeiras, curtos e com tempos de deslocamento pequenos; portanto as cheias decorrem de precipitações intensas e localizadas. Já no trecho do Médio Uruguai, que compreende a divisa com a Argentina, os rios são extensos e menos declivosos, e os eventos de cheia ocorrem devido a precipitações de longa duração e de grande abrangência espacial (Brasil, 2006). Nas regiões do Rio Ibicuí (incluindo a bacia do rio Santa Maria) e do Rio Negro, as cheias, as quais são dependentes da intensidade da chuva, ocorrem de forma independente das precipitações nas cabeceiras da bacia. O Ibicuí é o maior contribuinte do Rio Uruguai, tendo sua influência observada na região do Baixo Uruguai, entre as estações fluviométricas Itaqui e Uruguiana.

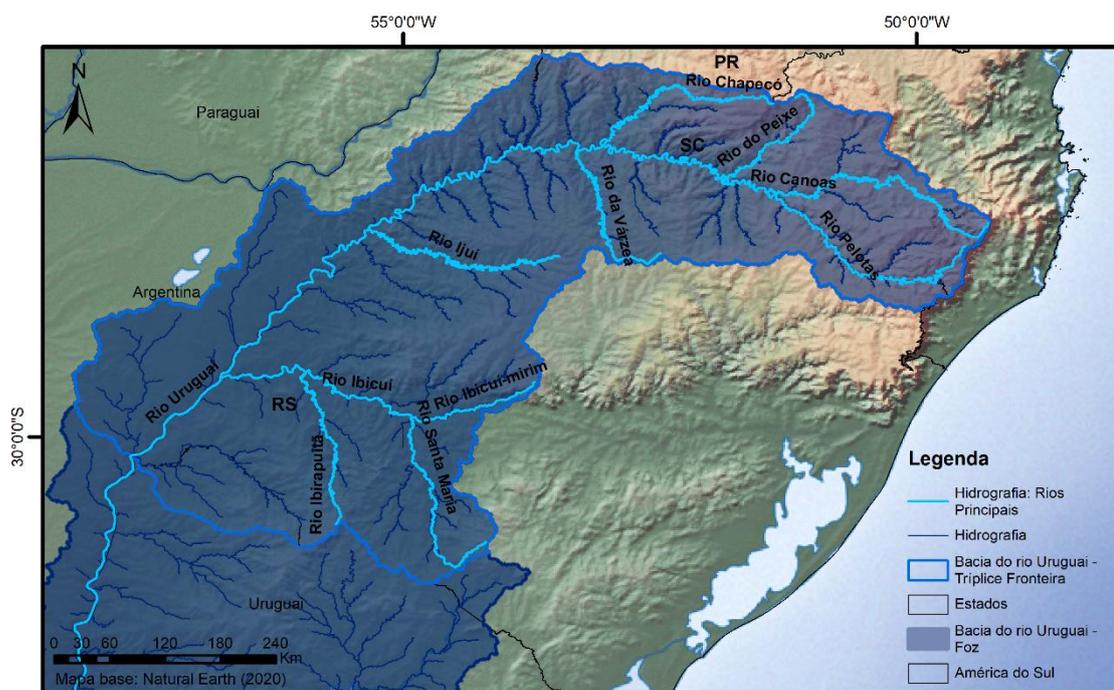


Figura 2. Hidrografia da Bacia do Rio Uruguai em território brasileiro. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

2.3 PLUVIOMETRIA

As isoietas médias anuais e precipitação média anual para o período de 1977 a 2006, obtidas a partir do Atlas Pluviométrico do Brasil (Pinto *et al.*, 2011) estão apresentadas na Figura 3.

A precipitação tem uma distribuição uniforme durante o ano, não sendo havendo um período de seca definido. As precipitações médias anuais variam de 2.100 mm nas cabeceiras,

que estão localizadas no Planalto Riograndense, até 1.400 mm na região da fronteira com o Uruguai (Pedrollo *et al.*, 2014).

Os totais pluviométricos médios mensais, referentes aos dados de 94 estações desta bacia no período de 1977 a 2006 (Pinto *et al.*, 2011), variaram entre 113 mm e 200 mm. Observa-se um total pluviométrico maior no mês de outubro, sendo março e agosto os meses menos chuvosos.

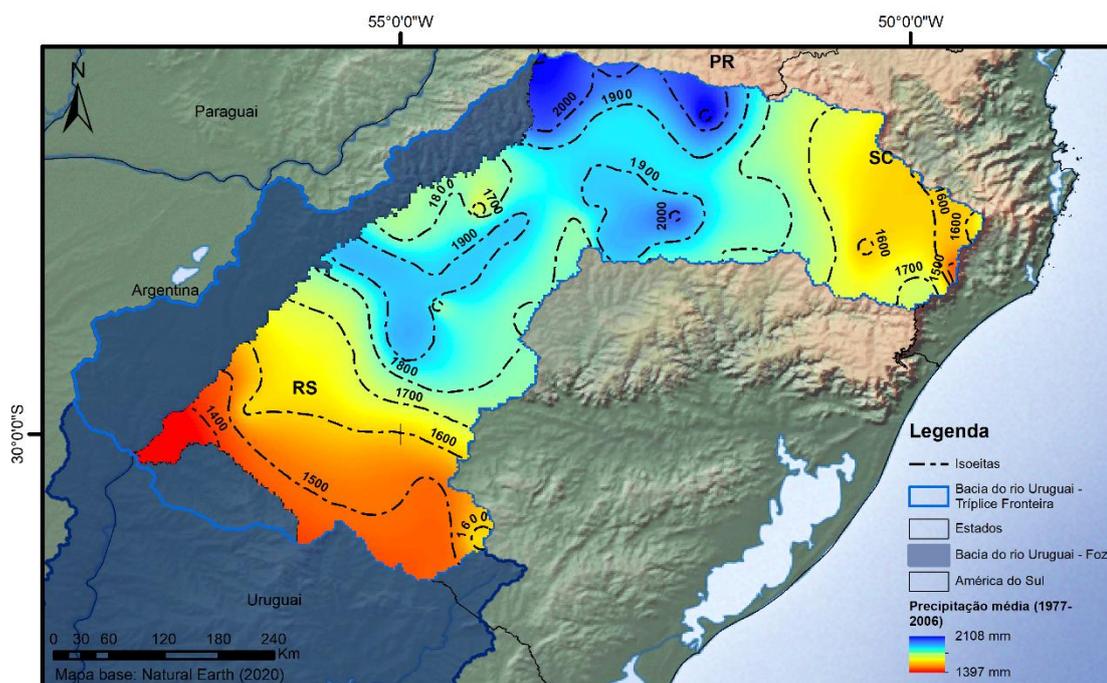


Figura 3. Isoietas médias anuais e precipitação média anual. Elaborado pelo Autor (2021) com dados de Pinto *et al.* (2011)

As precipitações médias mensais de satélite foram calculadas para a Bacia do Rio Uruguai em Mattiuzi (2021) a partir de dados do produto IMERG da missão GPM (Global Precipitation Measurement); os produtos IMERG fornecem a precipitação obtida a partir de vários satélites com sensores de microondas passivos da constelação GPM, os quais após processamento e calibração têm resolução espacial de 0,1°. O produto GPM_3IMERGM também inclui análises com estações pluviométricas (Huffman *et al.*, 2019).

Os dados obtidos foram referentes ao período de junho de 2000 a dezembro de 2018, conforme disponibilidade de dados do produto GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0,1 degree x 0,1 degree V06 (GPM_3IMERGM).

A precipitação média mensal na Bacia do Rio Uruguai, em mm, está apresentada na Figura 4 (Mattiuzi, 2021); as escalas mensais informam os valores mínimos e máximos mensais. As menores precipitações médias foram observadas nos meses de julho, junho,

agosto e setembro (47 mm, 58 mm, 68 mm e 84 mm, respectivamente), ocorrendo principalmente na região oeste, na fronteira entre Brasil, Argentina e Uruguai. A maior precipitação média é observada no mês de outubro (294 mm), ocorrendo na região Média da Bacia do Rio Uruguai, nas divisas entre os estados de RS e SC com a Argentina. Percebe-se que, em geral, as precipitações são mais elevadas na cabeceira e na região do Alto Uruguai, sendo observado menores volumes acumulados na região do Médio/Baixo Uruguai e fronteira oeste do RS. As precipitações médias mensais ao longo de toda a Bacia do Rio Uruguai variaram entre 109 mm (agosto) e 233 mm (outubro); este resultado está em conformidade com estudo de Pinto *et al.* (2011) utilizando estações pluviométricas.

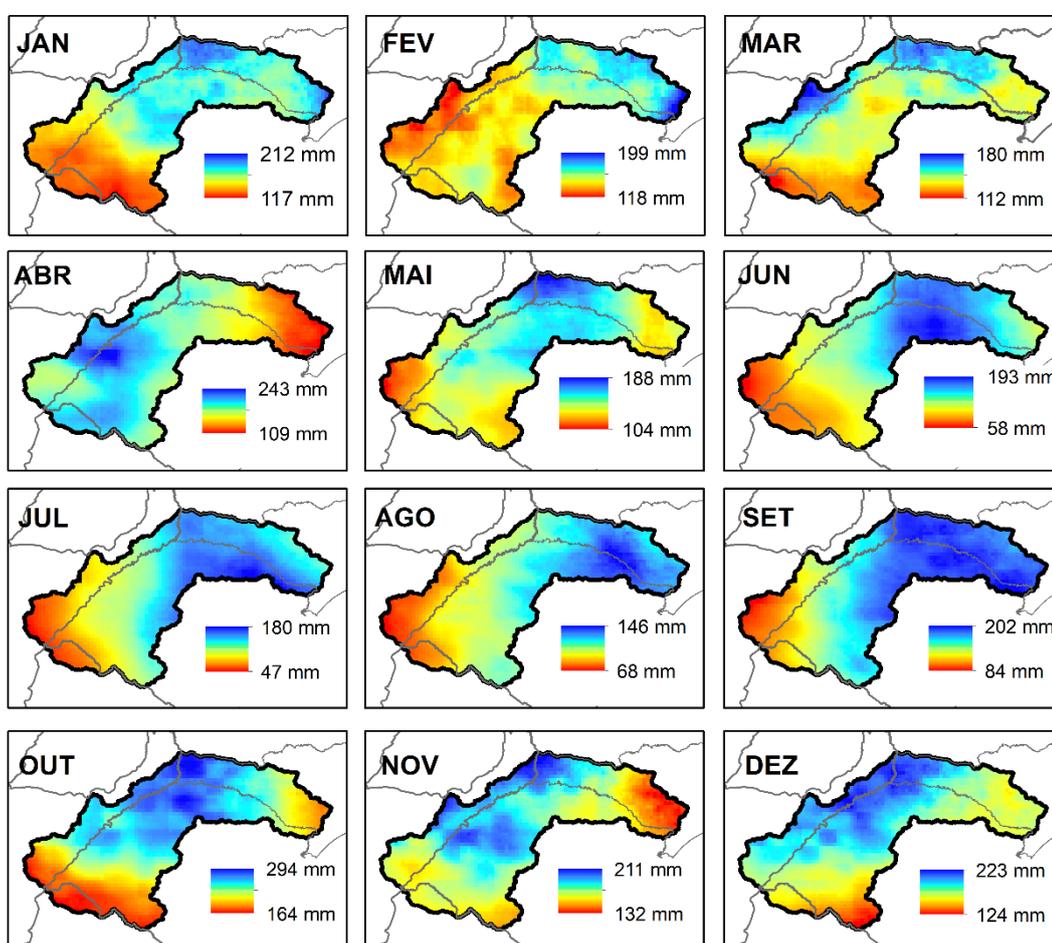


Figura 4. Precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai (2000-2018), em mm
 Fonte: Mattiuzi (2021)

3 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO URUGUAI

Eventos hidrológicos extremos como inundações podem ocorrer em qualquer mês do ano na região da Bacia do Rio Uruguai, e são condicionadas principalmente por dois fatores: a intensidade de chuva e a topografia.

O Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) Uruguai entrou em operação em dezembro de 2018, sendo realizadas previsões de níveis para 6 municípios, todos localizados no Rio Grande do Sul: Uruguiana, Itaqui e São Borja (na calha do rio Uruguai), Alegrete (rio Ibirapuitã), Manoel Viana (rio Ibicuí), e Rosário do Sul (rio Santa Maria). O acesso às informações do monitoramento SAH Uruguai pode ser realizado através da plataforma [SACE - SAH Uruguai](#) (Sistema de Alerta de Eventos Críticos), que foi desenvolvida pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) para disponibilizar todas as informações geradas no contexto dos Sistemas de Alerta Hidrológico. Desde o início da operação foram emitidos ao todo 602 boletins de alerta de cheia (Figura 6), e em 2023 foram enviados 295 boletins nos meses de novembro, outubro, setembro, julho e dezembro (Figura 7).

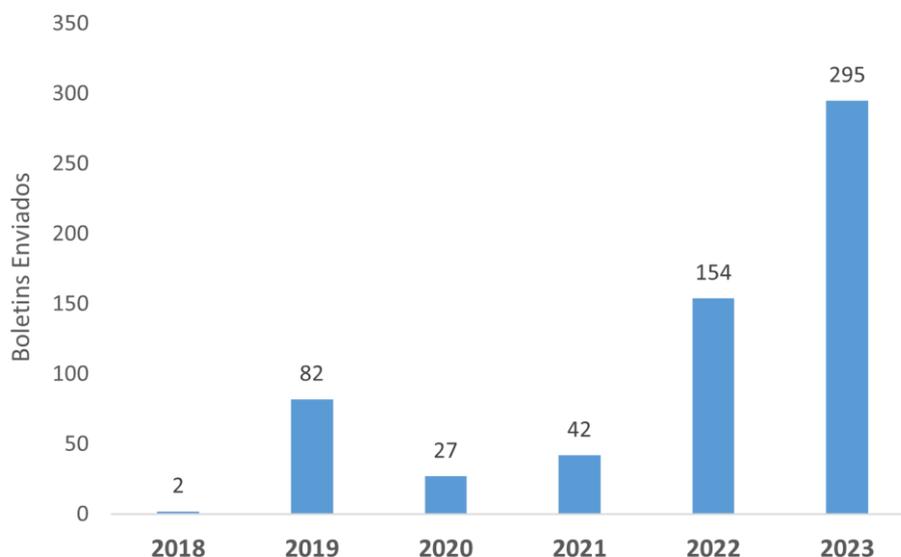


Figura 6. Boletins emitidos desde o início da operação em dezembro/2018 até dezembro/2023 por ano.
Fonte: elaborado pelo autor (2023).

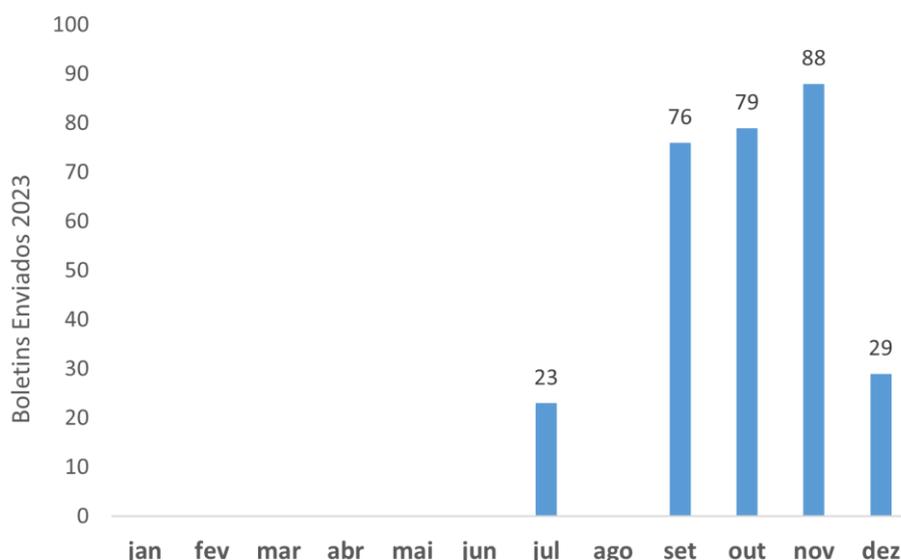


Figura 7. Boletins emitidos em 2023, por mês. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

3.1 MONITORAMENTO E PREVISÃO HIDROMETEOROLÓGICA

As estações fluviométricas e pluviométricas automáticas e telemétricas que compõem o monitoramento hidrometeorológico do SAH Uruguai e subsidiam as previsões hidrológicas estão apresentadas na Figura 8. A lista completa destas estações está apresentada posteriormente na Tabela 2.

Na Figura 8, em destaque, estão as seis estações para as quais se realiza previsão de cheias, são elas: Uruguaiana, Itaquí e Passo São Borja, no rio Uruguai, Manoel Viana no rio Ibicuí, Alegrete no rio Ibirapuitã, e Rosário do Sul no rio Santa Maria. Os municípios nos quais estão localizadas as estações listadas acima estão apresentados na Tabela 1, juntamente com suas respectivas populações, conforme dados do censo IBGE (2022). Ao todo, a população dos municípios atendidos chega a aproximadamente 328 mil habitantes.

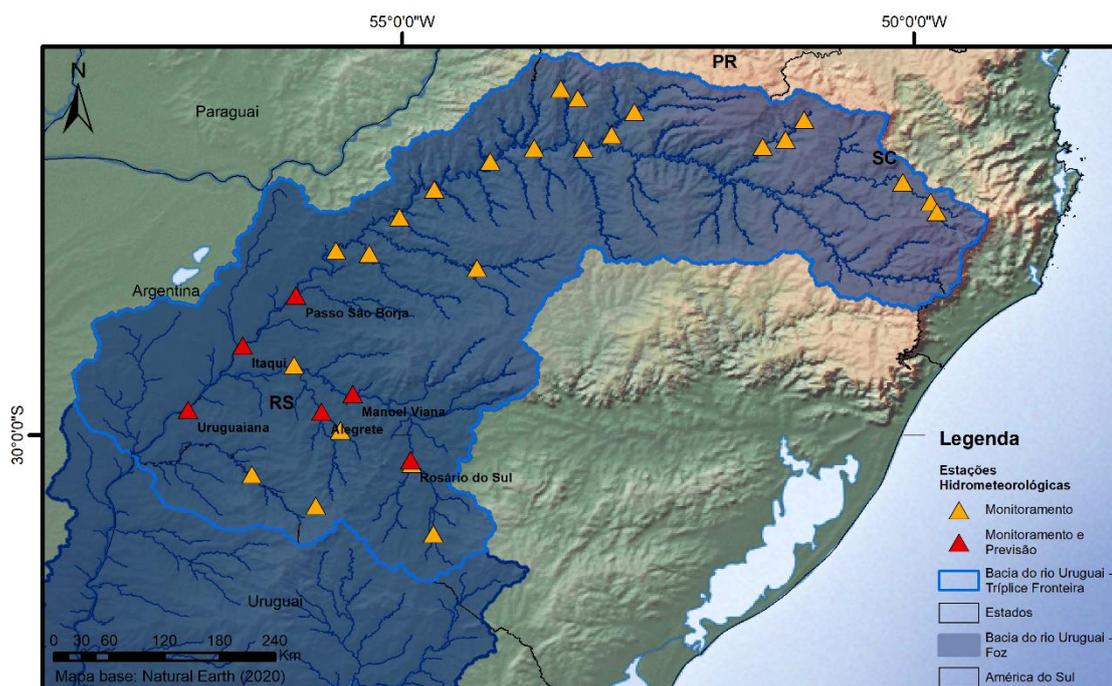


Figura 8. Estações automáticas telemétricas que fazem parte do SAH Uruguai.
 Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Tabela 1. Municípios atendidos e população

Município	População	Rio
Alegrete	72.409	Rio Ibirapuitã
Itaqui	35.768	Rio Uruguai
Manoel Viana	6.801	Rio Ibicuí
São Borja	59.676	Rio Uruguai
Rosário do Sul	36.630	Rio Santa Maria
Uruguai	117.210	Rio Uruguai

Fonte: elaborado pelo autor (2023) com dados de (IBGE, 2022)

3.2 COTAS DE REFERÊNCIA

As cotas de referência estão associadas aos níveis das inundações fluviométricas em cada município, e são definidas como:

- **Cota de atenção:** possibilidade moderada de ocorrência de inundação
- **Cota de alerta:** possibilidade elevada de ocorrência de inundação - quando atingida, a Defesa Civil dos municípios em que há previsão é acionada, e é iniciada a emissão de boletins e a divulgação da previsão hidrológica
- **Cota de inundação:** cota em que o primeiro dano é observado no município - indica a situação de inundação em algum ponto do município e/ou no entorno

Atualmente existem 32 estações que fazem parte do SAH Uruguai, conforme observado na Figura 8, das quais 24 possuem o levantamento de cotas de referência, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Estações do SAH-Uruguai e cotas de referência

N	CÓDIGO	NOME	RIO	AD (km ²)	COTA INUNDAÇÃO	COTA ALERTA	COTA ATENÇÃO
1	76750000	Alegrete	Ibirapuitã	5.867	970	850	750
2	74500000	Alto Uruguai	Uruguai	82.300	2100	1900	1700
3	73960000	Barra do Chapecó Aux	Chapecó	8.240	700	630	520
4	76251000	Dom Pedrito	Santa Maria	462			
5	71350001	Encruzilhada II	Canoas	3.230	600	500	400
6	03055003	Fazenda Encerra	-	-	-	-	-
7	75550000	Garruchos	Uruguai	116.000	1500	1400	1300
8	74300000	Guatapar de Baixo	das Antas	814	1100	900	700
9	74100000	Iraí	Uruguai	61.900	800	600	500
10	74329000	Itapiranga	Uruguai	72.300	730	600	500
11	75900000	Itaqui	Uruguai	131.000	830	730	630
12	72849000	Joaçaba I	do Peixe	3.710	900	800	700
13	74295000	Linha Jataí	Iracema	300	800	700	600
14	76560000	Manoel Viana	Ibicuí	29.400	960	860	760
15	76742000	Passo do Osório	arroyo Caver	1.160			
16	75500000	Passo do Sarmento	Piratini	5.230			
17	76800000	Passo Mariano Pinto	Ibicuí	42.500	-	750	700
18	75780000	Passo São Borja	Uruguai	125.000	1000	800	700
19	74320000	Ponte do Sargento	Sargento	609			
20	76300000	Ponte Ibicuí da Armada	Ibicuí da Armada	6.010	-	650	600
21	73770000	Porto Fae Novo	Chapecó	5.550			
22	74800000	Porto Lucena	Uruguai	95.200	1000	900	800
23	74720000	Porto Mauá	Uruguai	90.700	1050	950	800
24	77500000	Quaraí	Quaraí	4.570	950	750	600
25	71300000	Rio Bonito	Canoas	2.000			
26	72715000	Rio das Antas	do Peixe	801	450	350	250
27	76310000	Rosário do Sul	Santa Maria	12.100	650	550	450
28	75230000	Santo ngelo	Ijuí	5.440			
29	73900000	Saudades	Saudades	418	560	400	300
30	72810000	Tangará	do Peixe	2.010	550	450	350
31	77150000	Uruguaiana	Uruguai	190.000	850	750	650
32	71200000	Vila Canoas	Canoas	1.010	700	600	500

Fonte: elaborado pelo autor (2023); AD = rea de Drenagem.

3.3 MODELOS DE PREVISÃO

Os modelos utilizados para fazer previsão são do tipo empíricos, ou seja, baseados em regressões lineares com base nas diferençs de cotas na própria estção e nas estções a

montante. Na Tabela 3 são detalhados os tempos de antecedência de previsão nas seis estações.

Tabela 3 – Estações e tempo de antecedência de previsão de níveis

Rio	Estação	Tempo de Antecedência
Uruguai	Uruguaiana	17h
Uruguai	Itaqui	15h
Uruguai	Passo São Borja	10h
Ibicuí	Manoel Viana	6h
Ibirapuitã	Alegrete	4h
Santa Maria	Rosário do Sul	4h

Fonte: elaborado pelo autor (2022)

3.4 COTAS MÁXIMAS HISTÓRICAS

Na Tabela 4 são apresentadas as maiores cotas mensais registradas nas estações em que é realizada previsão de níveis; os dados foram obtidos a partir da série de cotas médias diárias brutas.

Tabela 4 – Cotas Máximas Históricas

Uruguaiana		Itaqui		Passo São Borja	
jul 1983	1356	jul 1983	1450	jul 2014	1587
out 1997	1286	jun 1990	1357	jun 1990	1540
jun 1990	1279	out 1997	1329	nov 2023	1497
jun 2017	1269	jun 2017	1321	jul 1983	1496
nov 2023	1235	jul 2014	1317	jun 2005	1491
jun 1992	1216	nov 2023	1298	jun 1992	1480
jun 1972	1211	nov 1997	1294	jun 2014	1452
set 1972	1196	set 1972	1256	set 1972	1450
jul 2014	1184	jun 1972	1247	ago 1972	1434
nov 1963	1164	jun 1992	1241	jun 2017	1422
Alegrete		Manoel Viana		Rosário do Sul	
abr 1959	1422	abr 1992	1320	abr 1992	965
jan 2019	1420	out 2002	1310	dez 1997	936
abr 1992	1390	nov 2009	1295	set 2001	921
jan 2019	1372	abr 1998	1287	nov 2009	882
abr 1991	1358	dez 2015	1257	abr 2002	858
nov 2009	1354	out 2015	1256	abr 1991	852
abr 1998	1352	dez 2009	1216	dez 2015	841
abr 1987	1328	jan 1998	1212	jun 2001	835
fev 1973	1326	set 2023	1183	jan 2019	813
abr 1941	1320	jan 2019	1179	nov 1988	810

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

4 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO URUGUAI – ANO DE 2023

4.1 MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO

Nas Figuras 9 a 19 estão apresentadas as precipitações acumuladas de janeiro a novembro de 2023 na Bacia do Rio Uruguai, e a razão da precipitação acumulada com relação à média histórica mensal (2000 a 2022).

A precipitação média mensal foi calculada para o período de junho de 2000 a dezembro de 2022, conforme disponibilidade de dados do produto GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM_3IMERGM); as precipitações acumuladas mensais de janeiro a novembro de 2023 foram calculadas com GPM IMERG Late Precipitation L3 1 day 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM_3IMERGDL).

Os produtos IMERG fornecem a precipitação obtida a partir de vários satélites com sensores de microondas passivos da constelação GPM (Global Precipitation Measurement), os quais após processamento e calibração têm resolução espacial de 0.1° (Huffman *et al.*, 2019a,b). Os dados de precipitação foram obtidos através do portal Giovanni da NASA, que é uma aplicação que permite visualizar e baixar diversos produtos de satélite (Acker; Leptoukh, 2007).

Em 2023 foram observadas precipitações acima da média em alguma parte da bacia do Rio Uruguai em todos os meses analisados. Em fevereiro e março as precipitações foram mais elevadas na região da fronteira oeste. Nos demais meses as maiores precipitações foram observadas no médio e alto uruguai, mas ainda com registros acima da média na região oeste.

As maiores razões entre a precipitação acumulada e a média mensal ocorreram nos meses de novembro, setembro, e outubro.

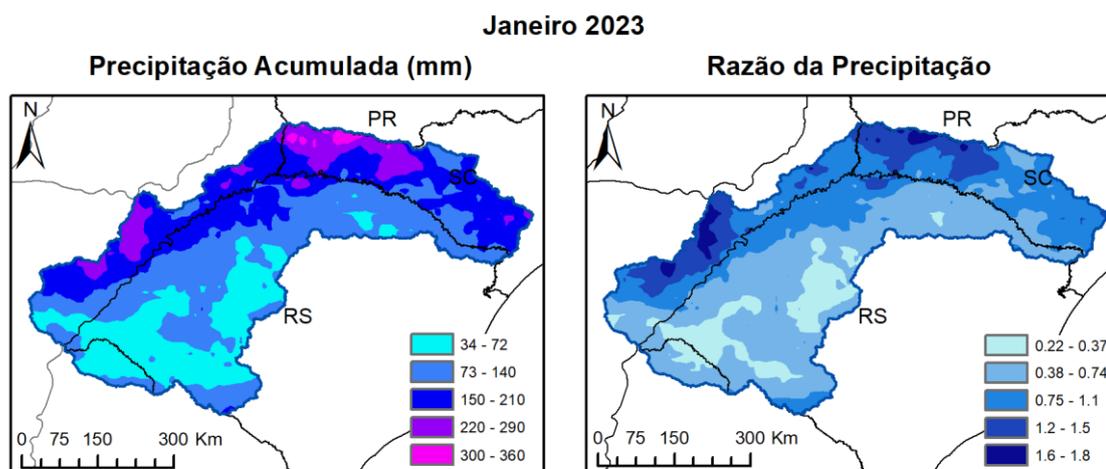


Figura 9. Precipitação acumulada em janeiro de 2023 e razão da precipitação.

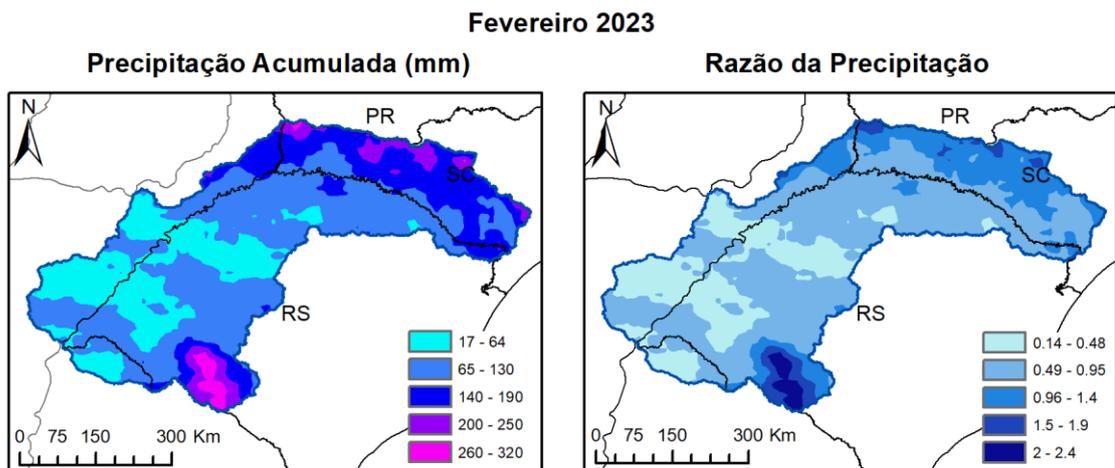


Figura 10. Precipitação acumulada em fevereiro de 2023 e razão da precipitação.

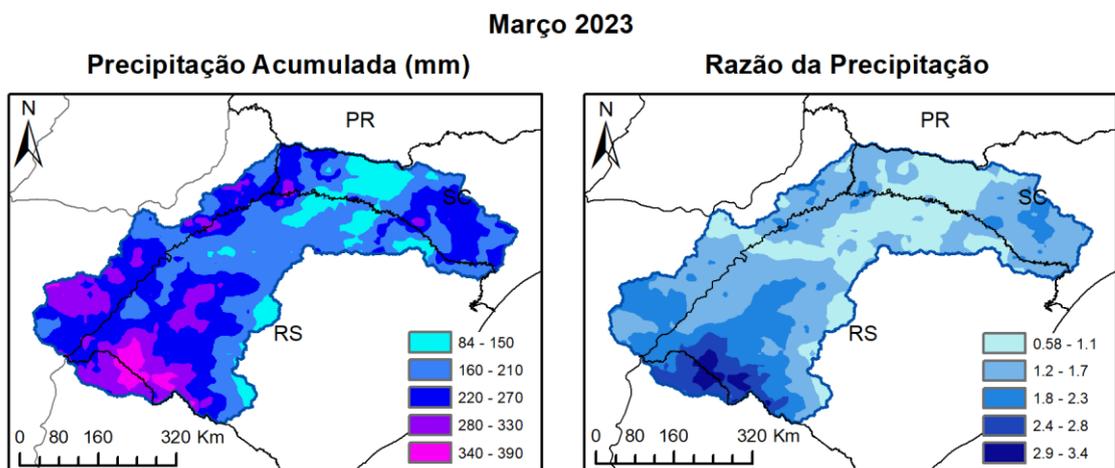


Figura 11. Precipitação acumulada em março de 2023 e razão da precipitação.

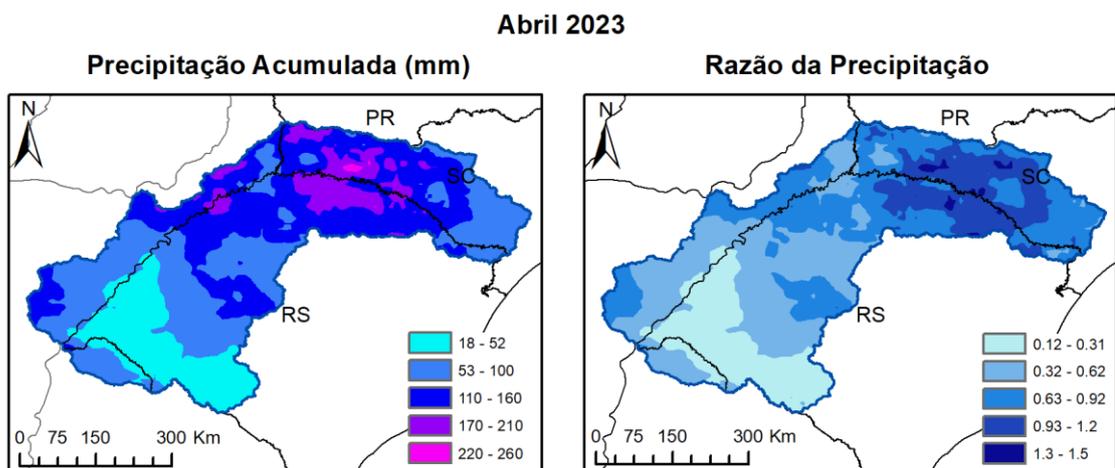


Figura 5. Precipitação acumulada em abril de 2023 e razão da precipitação.

Maio 2023

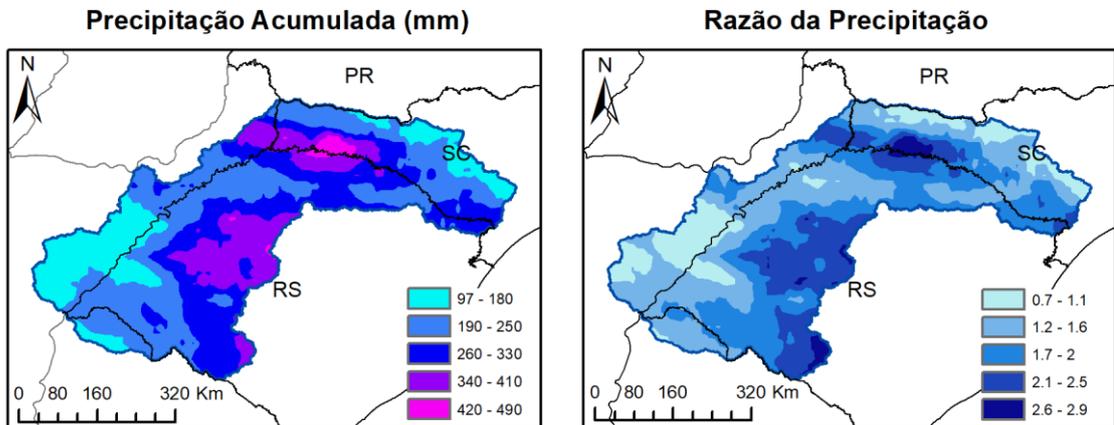


Figura 13. Precipitação acumulada em maio de 2023 e razão da precipitação.

Junho 2023

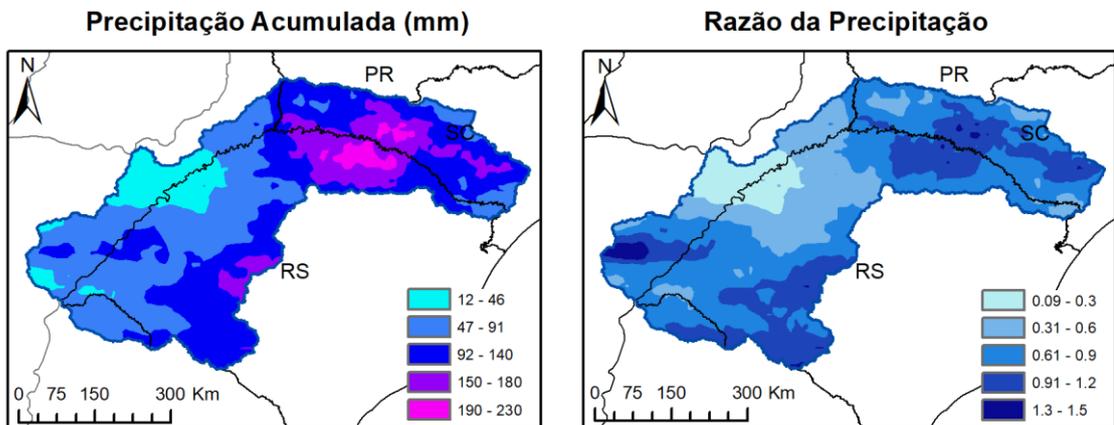


Figura 14. Precipitação acumulada em junho de 2023 e razão da precipitação.

Julho 2023

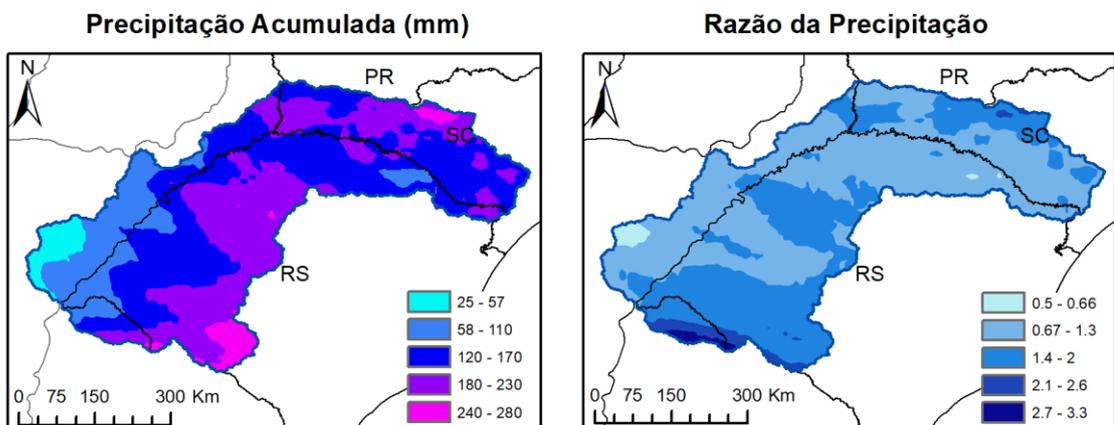


Figura 15. Precipitação acumulada em julho de 2023 e razão da precipitação.

Agosto 2023

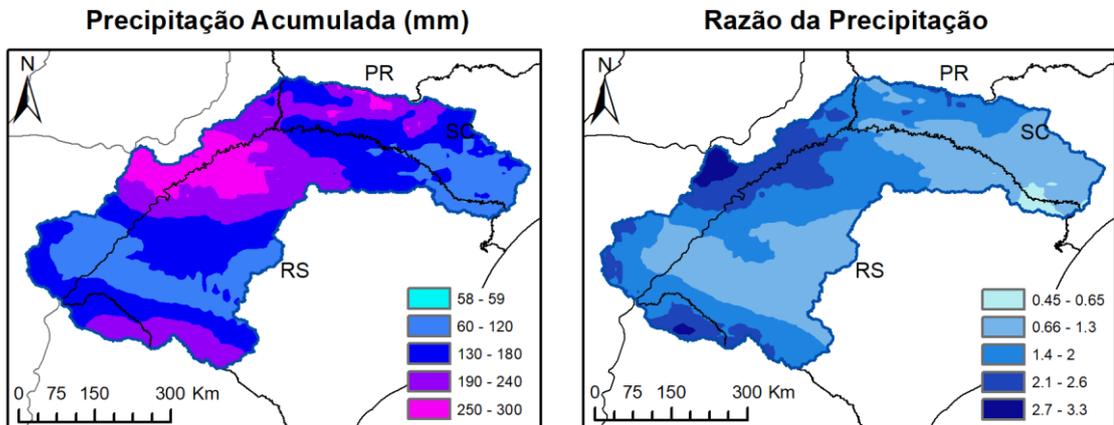


Figura 16. Precipitação acumulada em agosto de 2023 e razão da precipitação.

Setembro 2023

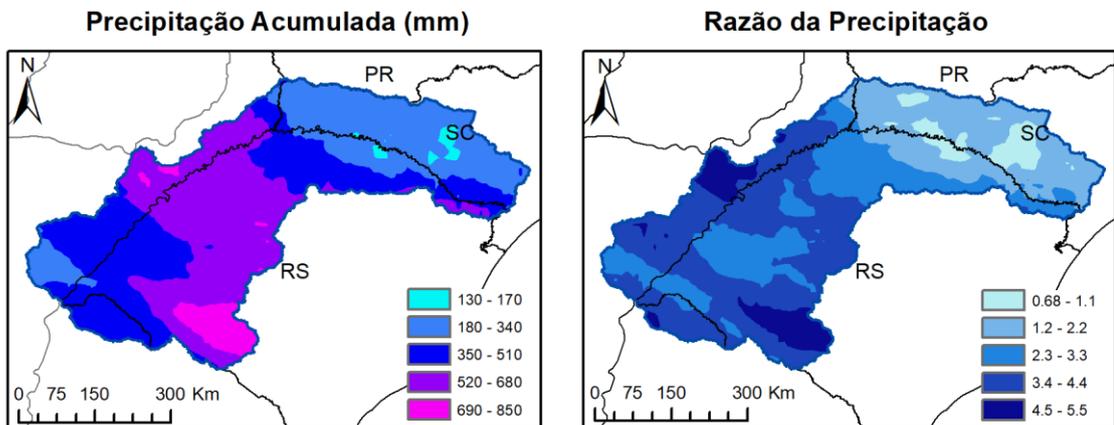


Figura 17. Precipitação acumulada em setembro de 2023 e razão da precipitação.

Outubro 2023

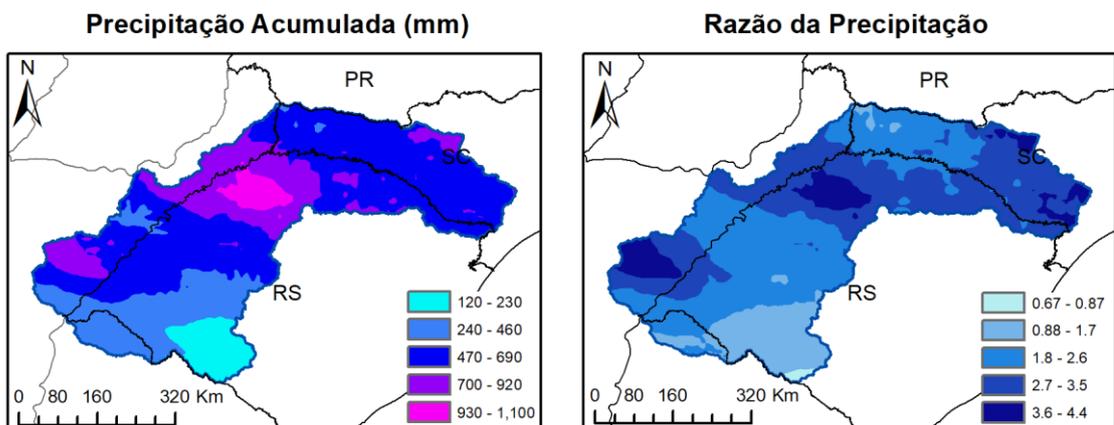


Figura 18. Precipitação acumulada em outubro de 2023 e razão da precipitação.

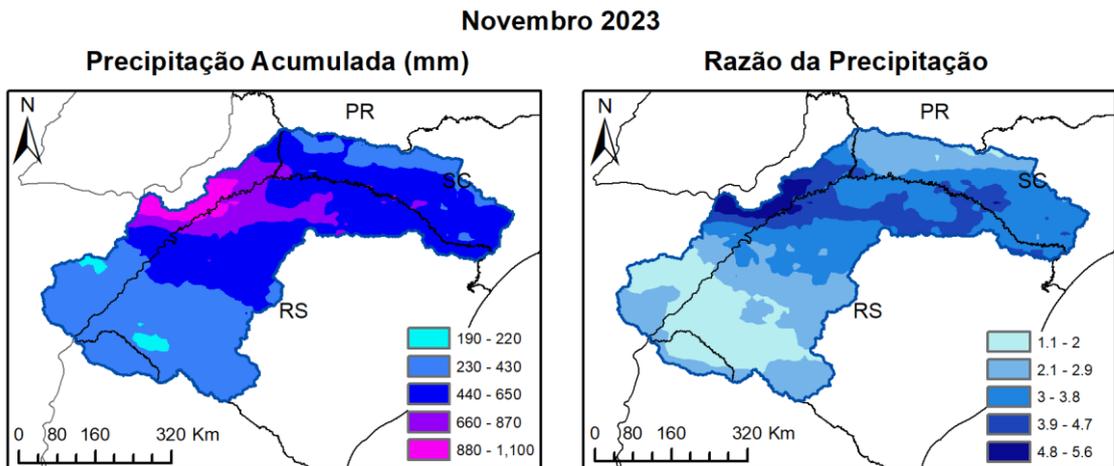


Figura 19. Precipitação acumulada em novembro de 2023 e razão da precipitação.

4.2 MONITORAMENTO FLUVIOMÉTRICO

Nas Figuras 19 a 24 apresentado o monitoramento dos níveis dos rios ao longo do ano de 2023 nas seis estações fluviométricas nas quais se realiza previsão de inundação.

Nas estações monitoradas observou-se níveis baixos até o final de maio, e após este período houve elevações dos níveis com eventos de inundação em julho, setembro, outubro, novembro e dezembro.

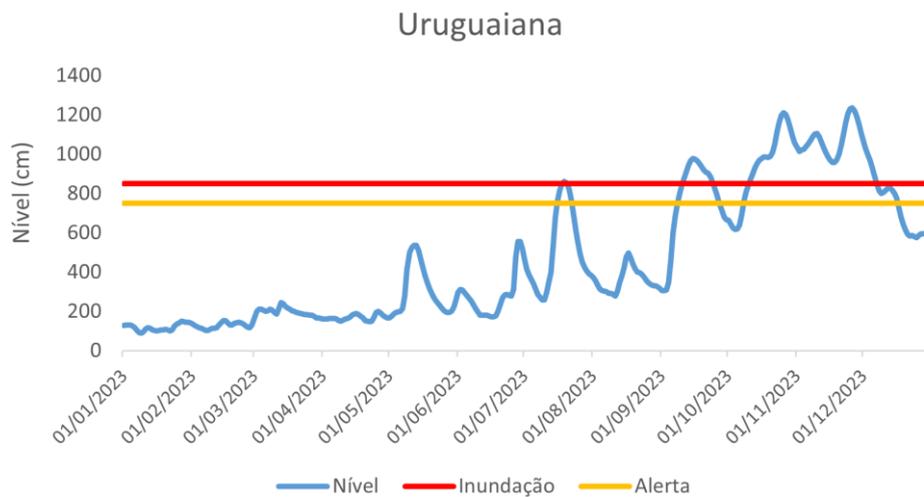


Figura 19. Monitoramento fluviométrico em Uruguaiana em 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

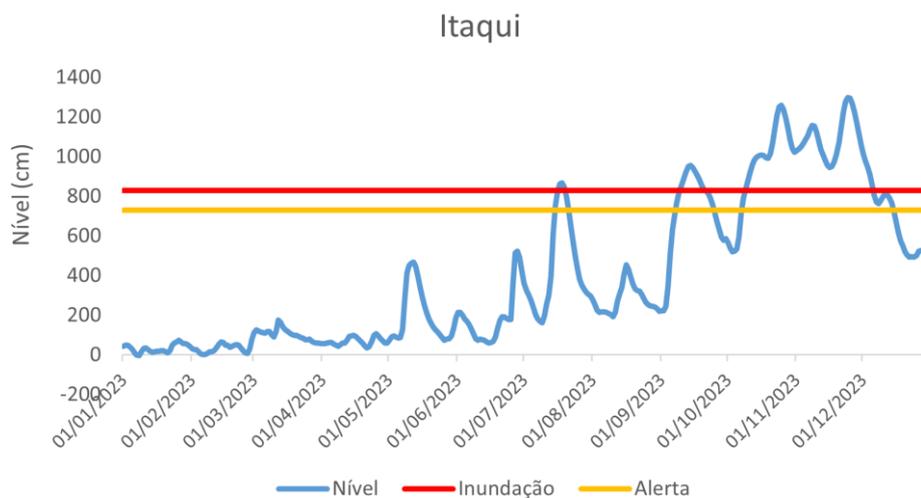


Figura 20. Monitoramento fluviométrico em Itaqui em 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

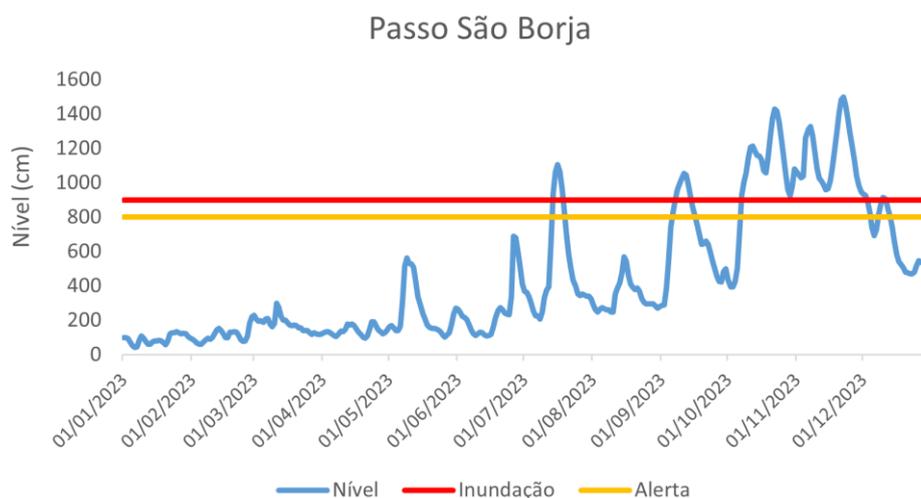


Figura 21. Monitoramento fluviométrico em Passo São Borja em 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

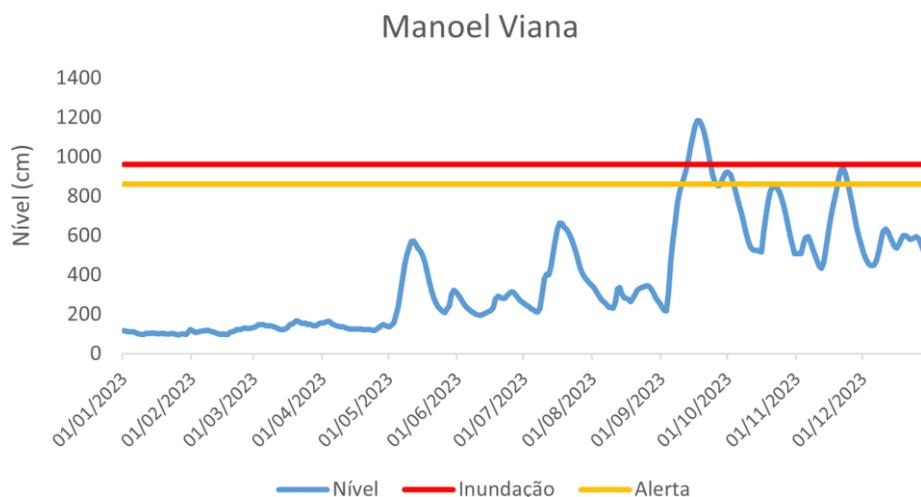


Figura 22. Monitoramento fluviométrico em Manoel Viana em 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

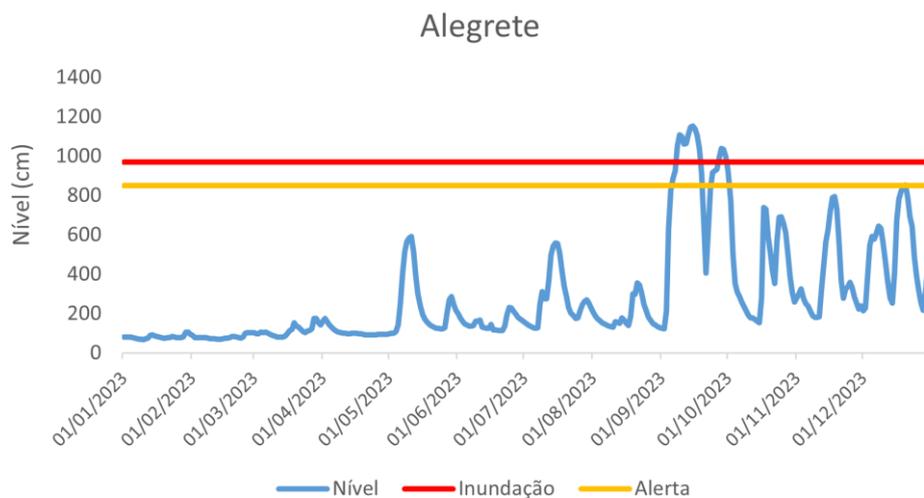


Figura 23. Monitoramento fluviométrico em Alegrete em 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

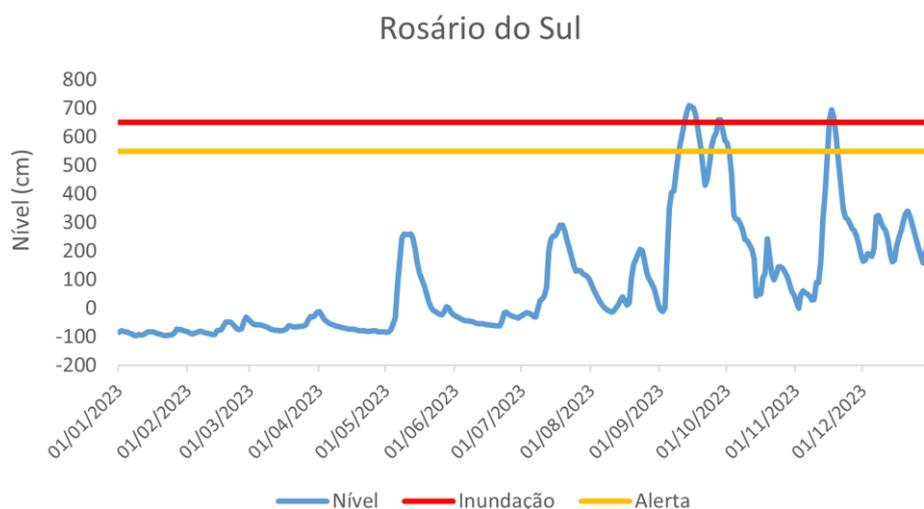


Figura 24. Monitoramento fluviométrico em Rosário do Sul em 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.3 EVENTOS OCORRIDOS EM 2023

Em 2023 foram enviados 276 boletins com previsão de níveis, distribuídos nos meses de julho, setembro, outubro novembro e dezembro, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Boletins de previsão emitidos em 2023

Mês	Boletins	Evento
Julho	23	Inundação em Uruguaiana, Itaqui e São Borja
Setembro	76	Inundação em Uruguaiana, Itaqui, São Borja, Alegrete, Manoel Viana, Rosário do Sul
Outubro	79	Inundação em Uruguaiana, Itaqui e São Borja
Novembro	88	Inundação em Uruguaiana, Itaqui, São Borja e Rosário do Sul
Dezembro	10	Inundação em Uruguaiana, Itaqui e São Borja

Fonte: elaborado pelo autor (2023)

4.3.1 Julho de 2023

Conforme Figura 25, em julho de 2023 houve elevação dos níveis do rio Uruguai, que resultou em inundações em São Borja, Itaqui e Uruguaiana.

Em São Borja o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 14/julho e 18/julho. A maior cota observada foi 1106cm no dia 16/julho; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022c) obtém-se o valor de tempo de retorno de 2,20 anos, que equivale a probabilidade de 45,50% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Itaqui o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 17/julho e 19/julho. A maior cota observada foi 868cm no dia 18 de julho; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2021) obtém-se o valor de tempo de retorno de 1,49 anos, que equivale a probabilidade de 66,98% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Uruguaiana o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 19/julho e 20/julho. A maior cota observada foi 861cm no dia 19 de julho; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022a) obtém-se o valor de tempo de retorno de 1,38 anos, que equivale a probabilidade de 72,74% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

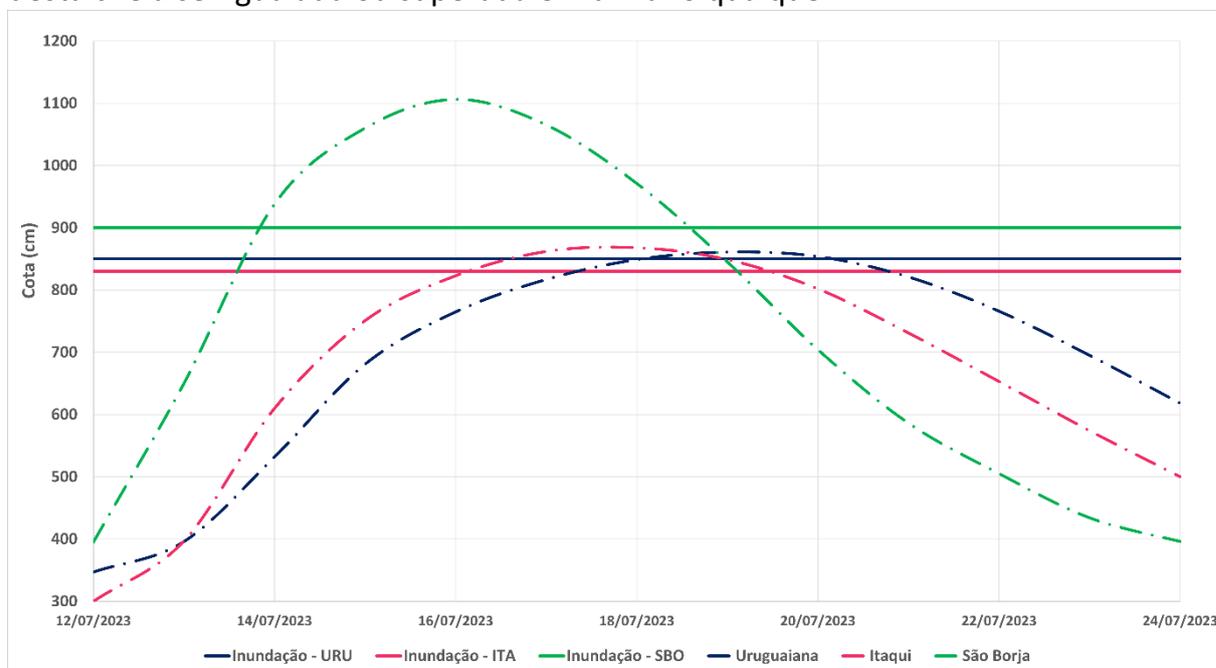


Figura 25. Inundação em Uruguaiana, Itaqui e São Borja em julho 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.3.2 Setembro 2023

Conforme Figura 26, em setembro de 2023 houve elevação dos níveis do rio Uruguai, que resultou em inundação em São Borja, Itaqui e Uruguaiana.

Em São Borja o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 08/setembro e 14/setembro. A maior cota observada foi 1054cm no dia 11/setembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022c) obtém-se o valor de tempo de retorno de 1,82 anos, que equivale a probabilidade de 55,03% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Itaqui o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 10/setembro e 20/setembro. A maior cota observada foi 956cm no dia 14 de setembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2021) obtém-se o valor de tempo de retorno de 2,07 anos, que equivale a probabilidade de 48,33% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Uruguaiana o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 11/setembro e 24/setembro. A maior cota observada foi 977cm no dia 15 de setembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022a) obtém-se o valor de tempo de retorno de 2,16 anos, que equivale a probabilidade de 46,30% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

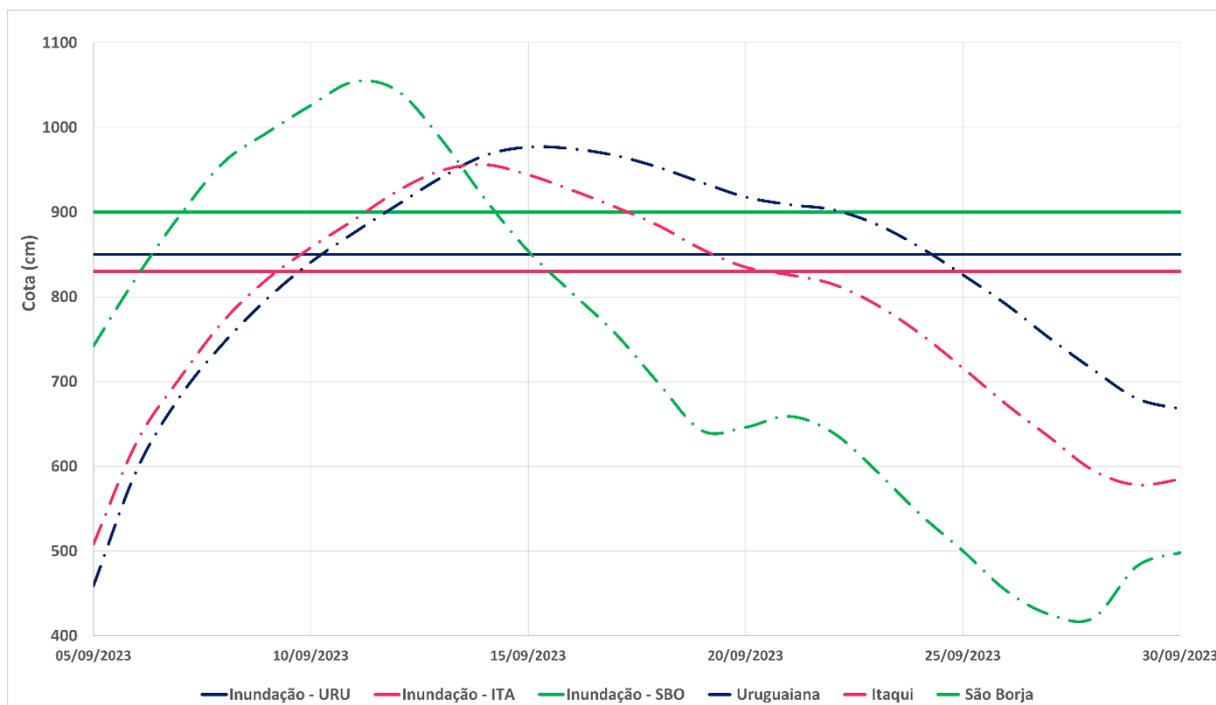


Figura 26. Inundação em Uruguaiana, Itaqui e São Borja em setembro 2023.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Conforme Figura 27, em setembro de 2023 também houve elevação nos rios da fronteira oeste com registro de inundação em Alegrete (rio Ibirapuitã), Manoel Viana (rio Ibicuí) e Rosário do Sul (rio Santa Maria).

Em Alegrete o rio Ibirapuitã permaneceu acima da cota de inundação entre 08/setembro e 18/setembro, e entre 27/setembro e 30/setembro. A maior cota observada foi 1152m no dia 15/setembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022e) obtém-se o valor de tempo de retorno de 2,68 anos, que equivale a probabilidade de 37,38% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Manoel Viana o rio Ibicuí permaneceu acima da cota de inundação entre 13/setembro e 23/setembro. A maior cota observada foi 1183cm no dia 18 de setembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022d) obtém-se o valor de tempo de retorno de 7,78 anos, que equivale a probabilidade de 12,86 % desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Rosário do Sul o rio Santa Maria permaneceu acima da cota de inundação entre 12/setembro e 17/setembro. A maior cota observada foi 710cm no dia 14 de setembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022f) obtém-se o valor de tempo de retorno de 2,97 anos, que equivale a probabilidade de 33,71% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

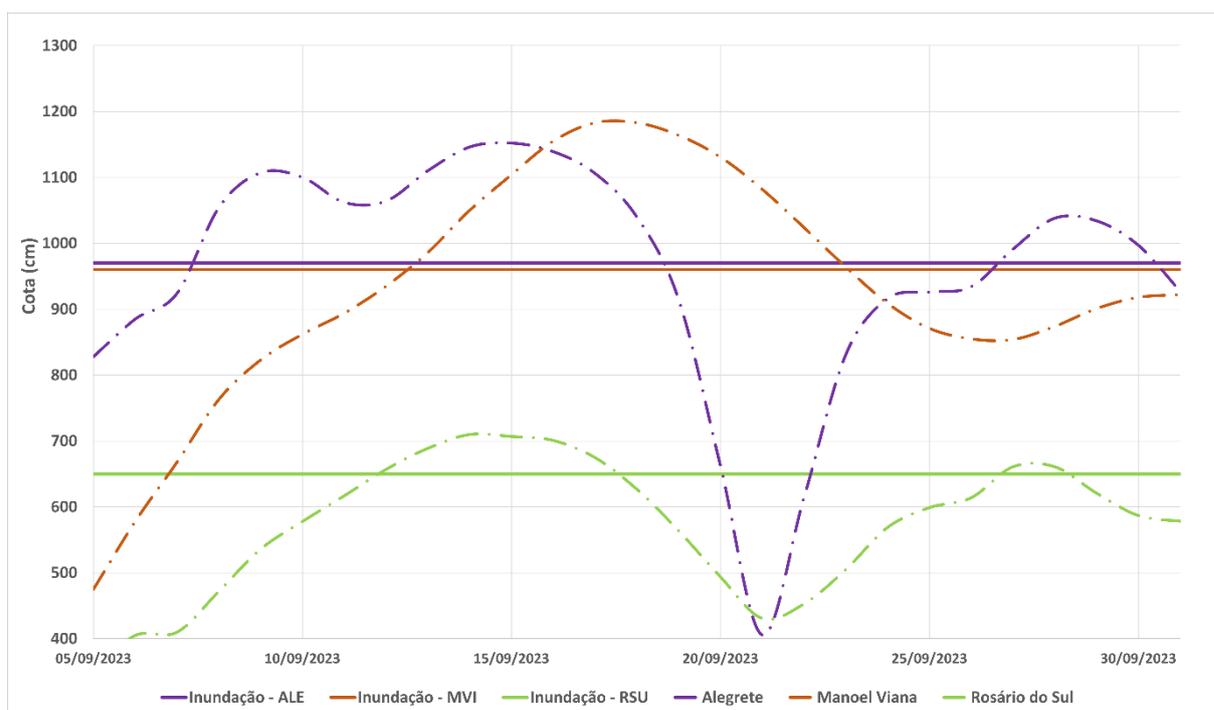


Figura 27. Inundação em Alegrete, Manoel Viana e Rosário do Sul em setembro 2023.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

4.3.3 Outubro a Dezembro 2023

Conforme Figura 28, entre outubro e dezembro de 2023 os níveis do rio Uruguai, estiveram acima da cota de inundação em São Borja, Itaqui e Uruguaiana.

Em São Borja o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 07/outubro e 2/dezembro. A maior cota observada foi 1497cm no dia 22/novembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022c) obtém-se o valor de tempo de retorno de 18,94 anos, que equivale a probabilidade de 5,28% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Itaqui o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 12/outubro e 5/dezembro. A maior cota observada foi 1298cm no dia 24 de novembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2021) obtém-se o valor de tempo de retorno de 17,04 anos, que equivale a probabilidade de 5,87% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

Em Uruguaiana o rio Uruguai permaneceu acima da cota de inundação entre 11/outubro e 06/dezembro. A maior cota observada foi 1235cm no dia 26 de novembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022a) obtém-se o valor de tempo de retorno de 11,70 anos, que equivale a probabilidade de 8,55% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

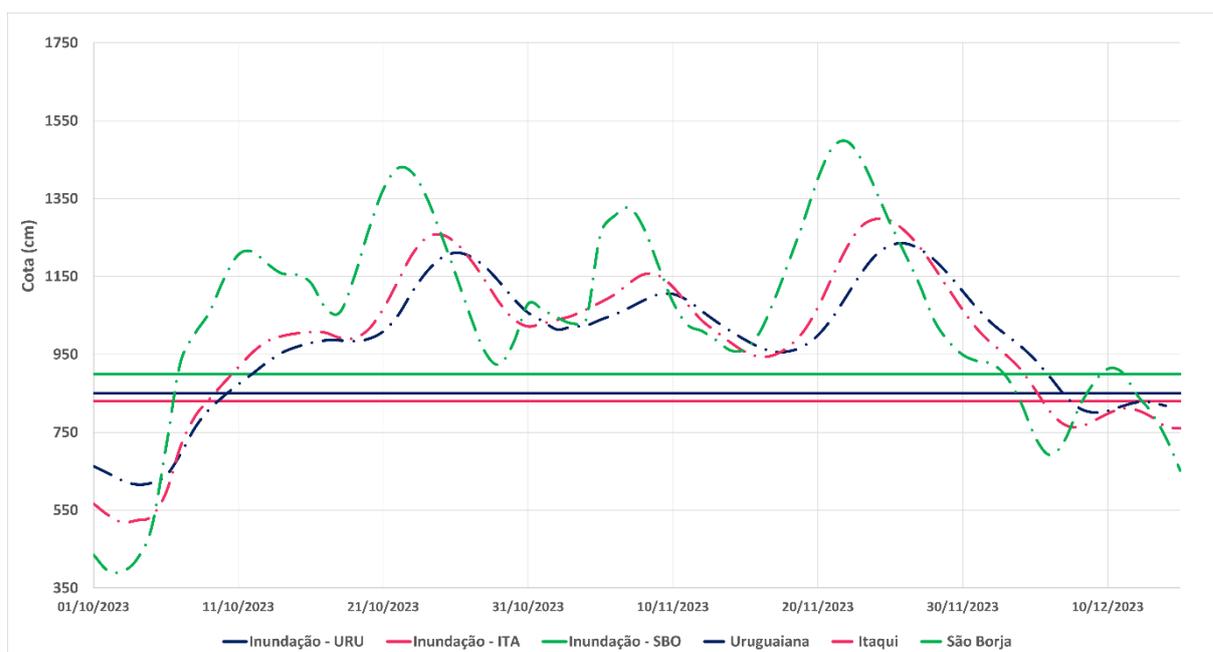


Figura 28. Inundação em Uruguaiana, Itaqui e São Borja entre outubro e dezembro de 2023.

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

Ainda em novembro, o rio Santa Maria em Rosário do Sul permaneceu acima da cota de inundação entre 16/novembro a 18/novembro, conforme Figura 29. A maior cota observada foi 695cm no dia 17 de novembro; utilizando metodologia de análise de frequência proposta em Marcuzzo e Pinto (2022f) obtém-se o valor de tempo de retorno de 2,73 anos, que equivale a probabilidade de 36,66% desta cheia ser igualada ou superada em um ano qualquer.

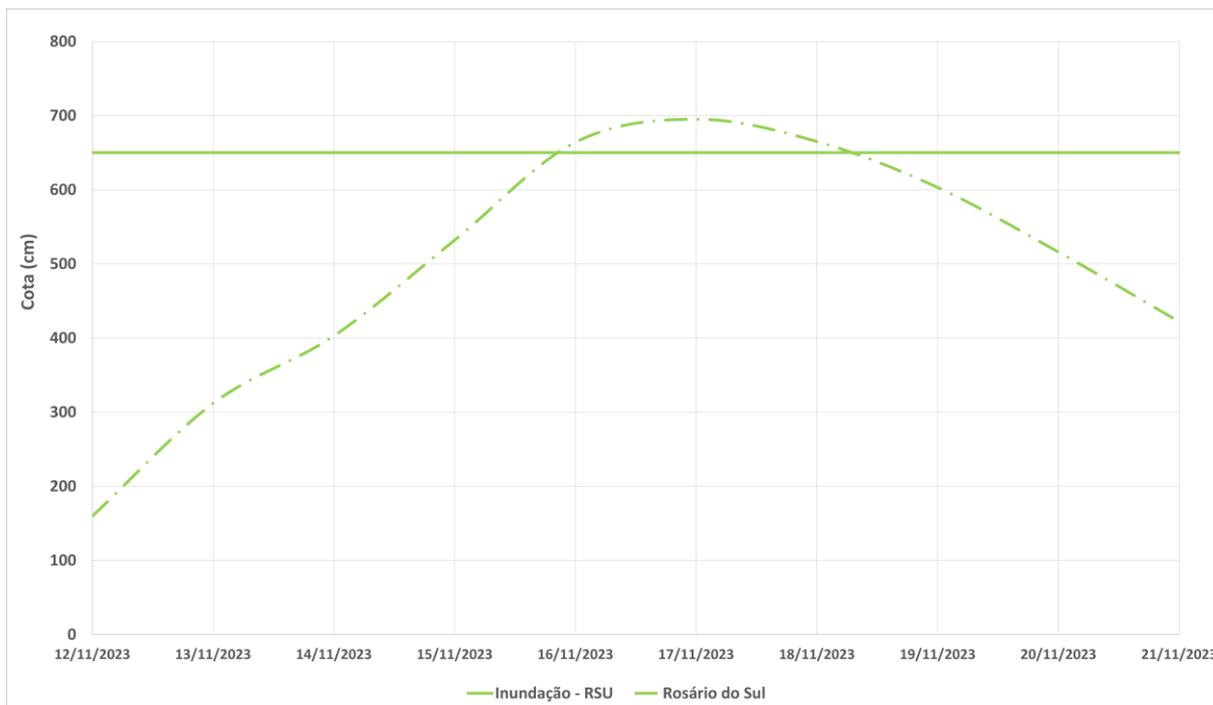


Figura 29. Inundação em Rosário do Sul em novembro de 2023. Fonte: elaborado pelo autor (2023).

5 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA DO RIO URUGUAI – ANO DE 2023 – OUTRAS ATIVIDADES

5.1 FISCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DA RHN NA BACIA DO RIO URUGUAI

Em agosto de 2023 foi realizada viagem de inspeção em parte das estações da Rede Hidrometeorológica Nacional que fazem parte da Bacia do rio Uruguai, mas especificamente do médio e alto Uruguai. Alguns registros fotográficos são apresentados nas Figuras 30 a 36.



Figura 30. Rio Uruguai em Porto Mauá. Registro fotográfico do autor (2023).



Figura 31. Rio Uruguai em Alto Uruguai. Registro fotográfico do autor (2023).



Figura 32. Rio Uruguai em Itapiranga. Registro fotográfico do autor (2023).



Figura 33. Rio das Antas em Guataporá de Baixo. Registro fotográfico do autor (2023).



Figura 34. Rio Uruguai em Iraí. Registro fotográfico do autor (2023).



Figura 35. Rio do Peixe em Joaçaba. Registro fotográfico do autor (2023).



Figura 36. Rio do Peixe em Rio das Antas. Registro fotográfico do autor (2023).

5.2 PARTICIPAÇÃO NO SSTD-CIC PLATA

O SGB/CPRM participa do grupo de trabalho do Projeto SSTD-CdP (Sistema de Suporte à Tomada de Decisão da Bacia do Rio da Prata) o qual é mantido pelo CIC-Plata (Comitê Intergovernamental Coordenador dos Países da Bacia do Prata). Já que a Bacia do Rio Uruguai está inserida na Bacia do rio da Prata, durante o ano de 2023 o SGB de reuniões do projeto SSTD-CdP, e capacitações para uso do software DELFT-FEWS no qual está inserido o Sistema de Suporte da Bacia do Rio da Prata. Em uma das reuniões foi apresentado o Sistema de Alerta do rio Uruguai aos demais participantes do Grupo de Trabalho e membros do Comitê (Figura 37).

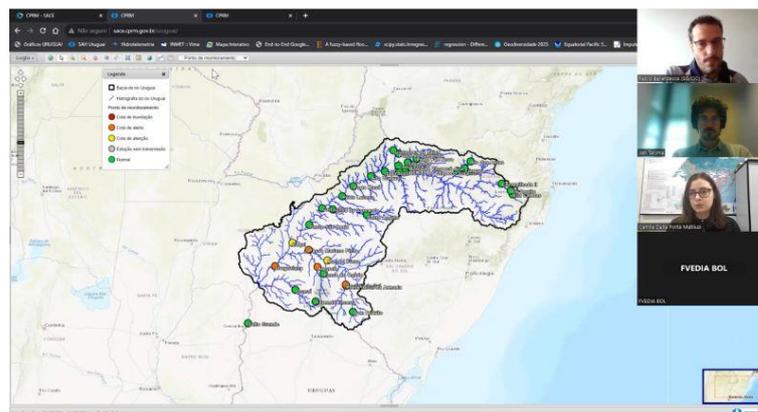


Figura 37. Apresentado do SAH Uruguai na reunião do SSTD-CdP.

5.3 ESTUDOS E PUBLICAÇÕES

Durante o ano de 2023 foram realizadas duas publicações sobre a Bacia do rio Uruguai, descritas a seguir. A primeira é um capítulo do livro *Desastres e Água: Eventos Históricos no Brasil*, no qual é estudado o evento histórico de inundação em Uruguaiana de 1983; a segunda é um artigo publicado no Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos que estuda a relação entre a ocorrência de inundações na bacia do rio Uruguai e a situação e intensidade do fenômeno ENOS.

- **Inundação da bacia do rio Uruguai em 1983: estudo de caso de Uruguaiana:** publicado no livro [Desastres e Água: Eventos históricos no Brasil](#) da editora ABRHidro.

“No ano de 1983 foram registradas precipitações acima da média na região sul do Brasil, causando a elevação dos níveis dos rios em toda a bacia hidrográfica. No município de Uruguaiana, que está situado às margens do rio Uruguai, na fronteira com a Argentina, os registros dos níveis máximos do rio Uruguai foram observados durante o evento de 1983. Portanto, o objetivo deste estudo foi realizar a caracterização hidrológica do evento de inundação ocorrido em 1983 no Rio Uruguai, no município de Uruguaiana, a partir do uso de séries de monitoramento hidrológico de níveis, precipitações e registros da área atingida pela inundação.” (Mattiuzzi; Matos; Buffon, 2023, p. 103).

- **Ocorrências de inundação e relação com fenômeno ENOS na bacia do rio Uruguai.** Artigo publicado no [XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos](#).

“Inundações são eventos hidrológicos extremos que causam perdas sociais e econômicas, existindo diversos fatores que influenciam na sua ocorrência. No sul do Brasil, estudos indicam que o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) causa modificações no regime de precipitações, podendo influenciar a ocorrência de eventos de inundação. O objetivo deste trabalho foi analisar a distribuição anual e mensal dos eventos de inundação na Bacia do Rio Uruguai e relacionar a ocorrência

das inundações com a fase e intensidade do fenômeno ENOS. Os resultados apontaram que a os eventos de inundação podem ocorrer em qualquer mês do ano, porém estão mais concentrados, em geral, entre abril a dezembro; quase a metade dos eventos de inundação ocorreu durante a fase de El Niño (fase quente do fenômeno ENOS), e os eventos extremos de inundação ocorreram predominantemente nas fases El Niño e Neutralidade". (Mattiuzi et al., 2023).

6 OUTRAS PUBLICAÇÕES

A seguir são listados outros estudos já publicados na área de abrangência do Sistema de Alerta Hidrológico do Rio Uruguai.

6.1. DIAGRAMAS UNIFILARES

Os diagramas unifilares e mapeamento das estações nas sub-bacias que estão contidas na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai estão disponíveis para consulta e download nos seguintes repositórios:

- [Bacia 70 a 74](#) (Almeida *et al.*, 2016)
- [Bacia 75 a 79](#) (Souza *et al.*, 2017)

6.2. EQUAÇÕES IDF

As equações Intensidade-Duração-Frequência de municípios atendidos pelo SAH Uruguai, desenvolvidas no âmbito do Projeto Atlas Pluviométrico, estão disponíveis para consulta e download nos seguintes repositórios:

- [Uruguaiana](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2020a)
- [São Borja](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2020b)
- [Porto Lucena](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2020c)
- [Irani \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018a)
- [Joaçaba \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018b)
- [Calmon \(SC\)](#) (Santos; Farias; Pinto, 2018)
- [Curitibanos \(SC\)](#) (Cardoso; Pickbrenner; Pinto, 2018)
- [São Cristóvão do Sul \(SC\)](#) (Fortunato; Pickbrenner; Pinto, 2018a)
- [São José do Cerrito \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018c)
- [Concórdia \(SC\)](#) (Fortunato; Pickbrenner; Pinto, 2018b)
- [Seara \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018d)
- [Abelardo Luz \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018e)
- [Ipuacu \(SC\)](#) (Pickbrenner; Pinto; Weschenfelder, 2018)
- [São Lourenço do Oeste \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018f)

- [Romelândia \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2019)
- [São José do Cedro \(SC\)](#) (Weschenfelder; Pickbrenner; Pinto, 2018g)

6.3. GESTÃO TERRITORIAL

Os relatórios de ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes estão disponíveis para consulta e download nos seguintes repositórios:

- [Alegrete](#) (Silva; Silva, 2013b)
- [Barra do Guarita](#) (Peixoto; Silva, 2015)
- [Dom Pedrito](#) (Peixoto; Silva, 2012)
- [Itaqui](#) (Silva; Silva, 2013a)
- [Iraí](#) (Peixoto; Silva, 2015)
- [Horizontina](#) (Silva; Silva, 2013)
- [Porto Mauá](#) (Silva; Peixoto, 2015)
- [Porto Xavier](#) (Hoelzel; Lamberty, 2016)
- [Quaraí](#) (Silva; Silva, 2013)
- [Rosário do Sul](#) (Silva; Silva, 2012)
- [São Borja](#) (Peixoto; Hoelzel, 2015)
- [Uruguaiana](#) (Hoelzel; Lamberty, 2014)

Os relatórios de carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação estão disponíveis para consulta e download nos seguintes repositórios:

- [Alegrete](#) (Peixoto, Mendonça, Binotto, 2021)
- [Dom Pedrito](#) (CPRM, 2014)
- [Uruguaiana](#) (Lamberty, Peixoto, 2021)

6.4. MANCHA DE INUNDAÇÃO

Estudo de delimitação de manchas de inundação através de modelagem hidrodinâmica para o município de [Alegrete](#) (Germano *et al.*, 2022).

6.5. ANÁLISE DE FREQUÊNCIA

A análise de frequência possibilita a determinação das vazões máximas ou cotas máximas associadas a uma probabilidade de ser igualada ou superada; esta análise estatística também pode ser utilizada para estimar a frequência de um evento de cheia ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário. Os relatórios de análise de frequência estão disponíveis nos seguintes repositórios:

- [Uruguaiana \(cotas\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2022a)
- [Uruguaiana \(vazões\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2022b)
- [São Borja \(cotas\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2022c)
- [Manoel Viana \(cotas\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2022d)
- [Alegrete \(cotas\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2022e)
- [Rosário do Sul \(vazões\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2022f)
- [Itaqui \(cotas\)](#) (Marcuzzo; Pinto, 2021)

7 AGRADecIMENTOS

A operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Uruguai é possível com a utilização dos dados provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), operada pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/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.

8 CONCLUSÕES

No ano de 2023, conforme os dados fluviométricos e pluviométricos observados, foram registrados meses com precipitações acima da média histórica na região da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, sendo que nos meses de julho, setembro, outubro, novembro e dezembro foram observados eventos de inundação, totalizando a emissão de 295 boletins de previsão e monitoramento.

Informações sobre o SAH-Uruguai podem ser acessadas em <https://www.sgb.gov.br/sace/uruguai>.

ACKER, J. G.; LEPTOUKH, G. "Online analysis enhances use of NASA earth science data". **EOS Transactions American Geophysical Union**, v. 88, n. 2. v. 88, n. 2, p.14-17, 2007. DOI 10.1029/2007EO020003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/240492075_Online_analysis_enhances_use_of_NASA_Earth_Science_Data. Acesso em: 07 dez. 2022.

ALMEIDA, D. B.; KOEFENDER, A.; SOUZA, C. J. R.; MARCUZZO, F. F. N. Diagramas unifilares e mapeamento das estações F, FD, P, Pr e barramentos das sub-bacias 70 a 74 no Rio Uruguai. *In*: SIMPÓSIO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13., 2016, Aracaju. **Anais[...]** Aracaju: ABRH, 2016. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17189>. Acesso em: 05 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Integração: **MI. S2iD**: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Brasília: Ministério da Integração, [s.d.]. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/index.xhtml>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da região hidrográfica do Uruguai**. Brasília, DF: MMA, 2006

CARDOSO, A.T.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: relatório equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Curitibaanos, estação pluviométrica: Passo Marombas, código 02750009. Porto Alegre: CPRM, 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20859>. Acesso em: 15 dez. 2022.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**: município de Dom Pedrito - RS. Rio de Janeiro, 2014. 1 mapa, color. Escala 1:190.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/15101>. Acesso em: 19 dez. 2022.

FORTUNATO, O.M.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município São Cristóvão do Sul, estação pluviométrica: Ponte do Rio Antinhas, código 02750012. Porto Alegre: CPRM, 2018a. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20799>. Acesso em: 15 dez. 2022.

FORTUNATO, O.M.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Concórdia, estação pluviométrica: Concórdia, código 02752005. Porto Alegre: CPRM, 2018b. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20853>. Acesso em: 15 dez. 2022.

GERMANO, A.O.; MATTIUZI, C.D.P.; DUARTE, E.S.; BINOTTO, R.B.; MENDONÇA, R. **Mapeamento de manchas de inundação:** Alegrete, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/23398>. Acesso em: 15 dez. 2022.

HOELZEL, M.; LAMBERTY, D. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa:** Uruguaiana, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2014. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20144>. Acesso em: 05 nov. 2021.

HOELZEL, M.; LAMBERTY, D. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa:** Uruguaiana, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2014. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20144>. Acesso em: 05 nov. 2021.

HOELZEL, M.C.; LAMBERTY, D. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa:** Porto Xavier, Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20131>. Acesso em: 19 dez. 2022.

HUFFMAN, G. J.; STOCKER, E. F.; BOLVIN, D.T.; NELKIN, E. J.; JACKSON, T. **GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06.** Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center, 2019a. Disponível em: [10.5067/GPM/IMERG/3B-MONTH/06](https://doi.org/10.5067/GPM/IMERG/3B-MONTH/06). Acesso em: 10 dez. 2022.

HUFFMAN, G. J.; STOCKER, E. F.; BOLVIN, D.T.; NELKIN, E. J.; JACKSON, T. **GPM IMERG Late Precipitation L3 1 day 0.1 degree x 0.1 degree V06.** Edited by Andrey Savtchenko, Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC). 2019b. Disponível em: [10.5067/GPM/IMERGDF/DAY/06](https://doi.org/10.5067/GPM/IMERGDF/DAY/06). Acesso em: 10 dez. 2022.

LAMBERTY, D.; PEIXOTO, C. A. B. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação:** município de Uruguaiana, RS. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22452>. Acesso em: 19 dez. 2022.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de cotas dos Sistemas de Alerta:** Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Uruguai, estação fluviométrica Uruguaiana, código 77150000, município atendido Uruguaiana, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022a. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22872>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de cotas dos Sistemas de Alerta:** Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Uruguai, estação fluviométrica Passo São Borja, código 75780000, município atendido São Borja, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022c. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22858>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de cotas dos Sistemas de Alerta:** Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Ibicuí, estação fluviométrica Manoel Viana, código 76560000, município atendido Manoel Viana, RS. Porto Alegre: CPRM,

2022d. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22860>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de cotas dos Sistemas de Alerta**: Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Ibirapuitã, estação fluviométrica Alegrete, código 76560000, município atendido Alegrete, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022e. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22873>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de cotas dos sistemas de alerta**: Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai, rio Uruguai, estação fluviométrica Itaqui, código 75900000, município atendido Itaqui. Porto Alegre, CPRM, 2021. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22611>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de vazões dos Sistemas de Alerta**: Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Uruguai, estação fluviométrica Uruguaiana, código 77150000, município atendido Uruguaiana, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022b. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22856>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARCUZZO, F. F. N.; PINTO, E. J. A. **Análise de frequência de vazões dos Sistemas de Alerta**: Sistema de Alerta Bacia do Rio Uruguai; rio Santa Maria, estação fluviométrica Rosário do Sul, código 76310000, município atendido Rosário do Sul, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022f. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22857>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MATTIUZI, C. D. P. Avaliação das anomalias de precipitação na Bacia do Rio Uruguai entre 2019 e 2021. *In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 24., 2021, Belo Horizonte. **Anais[...]**. Belo Horizonte: ABRH, 2021. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22443>. Acesso em: 15 fev. 2023.

MATTIUZI, C. D. P.; MATOS, A. J. S. **Operação do sistema de alerta hidrológico da bacia do rio Uruguai 2022**. Porto Alegre, RS. Porto Alegre: CPRM, 2022. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/23178>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MATTIUZI, C. D. P.; MATOS, A. J. S.; BUFFON, F. T. Inundação da bacia do rio Uruguai em 1983: estudo de caso de Uruguaiana. *In: ZANANDREA, F.; KOBIYAMA, M.; MICHEL, G. P.; FLEISCHMANN, A.; COLLISCHONN, W. (org.). Desastres e água: eventos históricos no Brasil*: ABRHidro. 2023. p. 103-115. Disponível em: <https://livros.abrhidro.org.br/da/?CHAVE=01C0BB0C0A#p=5>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MATTIUZI, C. D. P.; OLINTO, F. A. da S.; MORAIS, C. C. de C.; BUFFON, F. T.; MATOS, A. J. S. Ocorrências de inundação e relação com fenômeno ENOS na bacia do rio Uruguai. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 15., 2023, Aracaju. **Anais[...]**. Aracaju: ABRH, 2023.

PEDROLLO, M. C. R. ; SOTERIO, P. W. ; BELING, F. **Proposta Técnica: Projeto “Sistema de Alerta Hidrológico na Bacia do Rio Uruguai”**. Porto Alegre: CPRM, 2014.

PEIXOTO, C. A. B.; HOEZEL, M. **Setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações**: São Borja, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21389>. Acesso em: 08 set. 2021.

PEIXOTO, C. A. B.; HOEZEL, M. **Setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações**: São Borja, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/21389>. Acesso em: 19 dez. 2022.

PEIXOTO, C. A. B.; MENDONÇA, R. R.; BINOTTO, R. B. **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação**: município de Alegrete, RS. Porto Alegre: CPRM, 2021. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22407>. Acesso em: 19 dez. 2022.

PEIXOTO, C. A. B.; SILVA, D. R. A. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa**: Barra do Guarita, RS. Porto Alegre: CPRM, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20086>. Acesso em: 19 dez. 2022.

PEIXOTO, C. A. B.; SILVA, D. R. A. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**: Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2012. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20096>. Acesso em: 19 dez. 2022.

PEIXOTO, C. A. B.; SILVA, D. R. A. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa**: Iraí, RS. Porto Alegre: CPRM, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20110>. Acesso em: 19 dez. 2022.

PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A; WESCHENFELDER, A.B. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: relatório equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Ipuçu, SC, estação pluviométrica: Maratá, código 02652002. Porto Alegre: CPRM, 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20846>. Acesso em: dez. 2022.

SANTOS, A. S.; FARIAS, J. A. M.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Calmon/SC, estação pluviométrica: Calmon, código 02651044. Porto Alegre: CPRM, 2018. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20891>. Acesso em: dez. 2022.

SILVA, D. R. A.; PEIXOTO, C. A. B. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa**: Porto Mauá, RS. Porto Alegre: CPRM, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20130>. Acesso em: 19 dez. 2022.

SILVA, D. R. A.; SILVA, P. R. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**: Rosário do Sul, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2012. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20134>. Acesso em: 08 set. 2021.

SILVA, D. R. A.; SILVA, P. R. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes**: Itaqui, RS. Porto Alegre: CPRM, 2013a. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20111>. Acesso em: 08 set. 2021.

SILVA, D. R. A.; SILVA, P. R. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes**: Alegrete, RS. Porto Alegre: CPRM, 2013b. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20084>. Acesso em: 08 set. 2021.

SILVA, D. R. A.; SILVA, P. R. **Ação emergencial para reconhecimento de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes**: Quaraí, RS. Porto Alegre: CPRM, 2013. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20132>. Acesso em: 19 dez. 2022.

SILVA, D. R. A.; SILVA, P. R. R. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa**: Horizontina, Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CPRM, 2013. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/20108>. Acesso em: 19 dez. 2022.

SOUZA, C. J. R.; ALMEIDA, D. B.; KOEFENDER, A.; MARCUZZO, F. F. N. Diagramas unifilares e mapeamento das estações F, FD, P, PR e barramentos das Sub-bacias 75 a 79 no rio Uruguai. **Revista Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 2, p. 65-74, jul./dez. 2017. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/17839>. Acesso em: 04 nov. 2021.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município São Lourenço do Oeste, SC, estação pluviográfica: São Lourenço do Oeste, código 02652031. Porto Alegre: CPRM, 2018f. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20797>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: Equações Intensidade-Duração-Frequência: município Uruguaiana/RS, estação pluviométrica: Uruguaiana, códigos 02957001 (ANA) e 83927 (INMET). Porto Alegre: CPRM, 2020b. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21944>. Acesso em: 04 nov. 2021.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: Equações Intensidade-Duração-Frequência: município Porto Lucena/RS, estação pluviométrica: Porto Lucena, código 02755001 (ANA). Porto Alegre: CPRM, 2020c. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21944>. Acesso em: 19 dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: relatório equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Irani, SC, estação pluviográfica: Irani, código 02751011.** Porto Alegre: CPRM, 2018a. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20848>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Joaçaba, estação pluviométrica: Joaçaba, código 02751004.** Porto Alegre: CPRM, 2018b. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21148>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município São José do Cerrito, estação pluviométrica: São José do Cerrito, código 02750020.** Porto Alegre: CPRM, 2018c. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20798>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Seara, SC, estação pluviométrica: Itatiba do Sul, código 02752017.** Porto Alegre: CPRM, 2018d. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20791>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Abelardo Luz, SC, estação pluviométrica: Abelardo Luz, código 02652000.** Porto Alegre: CPRM, 2018e. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20854>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A. B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município São José do Cedro, SC, estação pluviográfica: São José do Cedro, código 02653005.** Porto Alegre: CPRM, 2018g. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20792>. Acesso em: dez. 2022.

WESCHENFELDER, A.B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações Intensidade-Duração-Frequência: município São Borja/RS, estação pluviométrica: Passo São Borja, código 02856006 (ANA).** Porto Alegre: CPRM, 2020a. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21943> Acesso em: 04 nov. 2021.

WESCHENFELDER, A.B.; PICKBRENNER, K.; PINTO, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência: desagregação de precipitações diárias: município Romelândia/SC, estação pluviométrica: Ponte do Sargento, código 02653004.** Porto Alegre: CPRM, 2019. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/21012>. Acesso em: dez. 2022.

