

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM
DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL – DHT
DEPARTAMENTO DE HIDROLOGIA - DEHID**

**SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO
DA BACIA DO RIO URUGUAI**

Relatório Anual - 2020

Elaboração:

*Camila Dalla Porta Mattiuzi
Franco Turco Buffon*

Execução:

Superintendência Regional de Porto Alegre – SUREG/PA

Novembro/2020

Este relatório apresenta os resultados da operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Uruguai, no período de janeiro a novembro de 2020.

DESCRIÇÃO DO SAH URUGUAI

Características da Bacia:

A bacia do rio Uruguai localiza-se nos territórios do Brasil, do Uruguai e da Argentina, com área de drenagem de aproximadamente 385 mil km². Da sua área total, 45%, ou seja, aproximadamente 174 mil km², estão situados em território brasileiro e correspondem à Região Hidrográfica do Uruguai, sendo 73% no Estado do Rio Grande do Sul e 27% em de Santa Catarina (MMA, 2006). A Figura 1 apresenta o mapa de localização da bacia em território brasileiro.

O Rio Uruguai possui 2.200 km de extensão, é formado pela confluência dos rios Pelotas e Canoas, e tem sua foz no estuário do rio da Prata. 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, 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, Icamaguã, Piratini, Butuí e Ibicuí, todos pela margem esquerda. Após a afluição do rio Quaraí, deixa o território nacional, e passa a definir a fronteira entre o Uruguai e a Argentina, até a sua foz. (MMA, 2006)

Na região do Alto Uruguai o relevo possui declividade alta, 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, os rios são extensos e menos declivosos, e os eventos de cheia ocorrem devido a precipitações de longa duração e grande abrangência espacial (MMA, 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.

As chuvas têm uma distribuição uniforme durante o ano, sem um período de seca definido. Os totais pluviométricos médios mensais referentes aos dados de 94 estações desta bacia no período de 1977 a 2006 variaram entre 113 e 200mm. Observa-se um total pluviométrico maior no mês de outubro, sendo março e agosto os meses menos chuvosos. As precipitações médias anuais variam de 2.100mm nas cabeceiras, que estão localizadas no Planalto Riograndense, até 1.400mm na região da fronteira com o Uruguai (Pedrollo et al, 2014). As precipitações médias anuais na bacia são apresentadas na Figura 2.

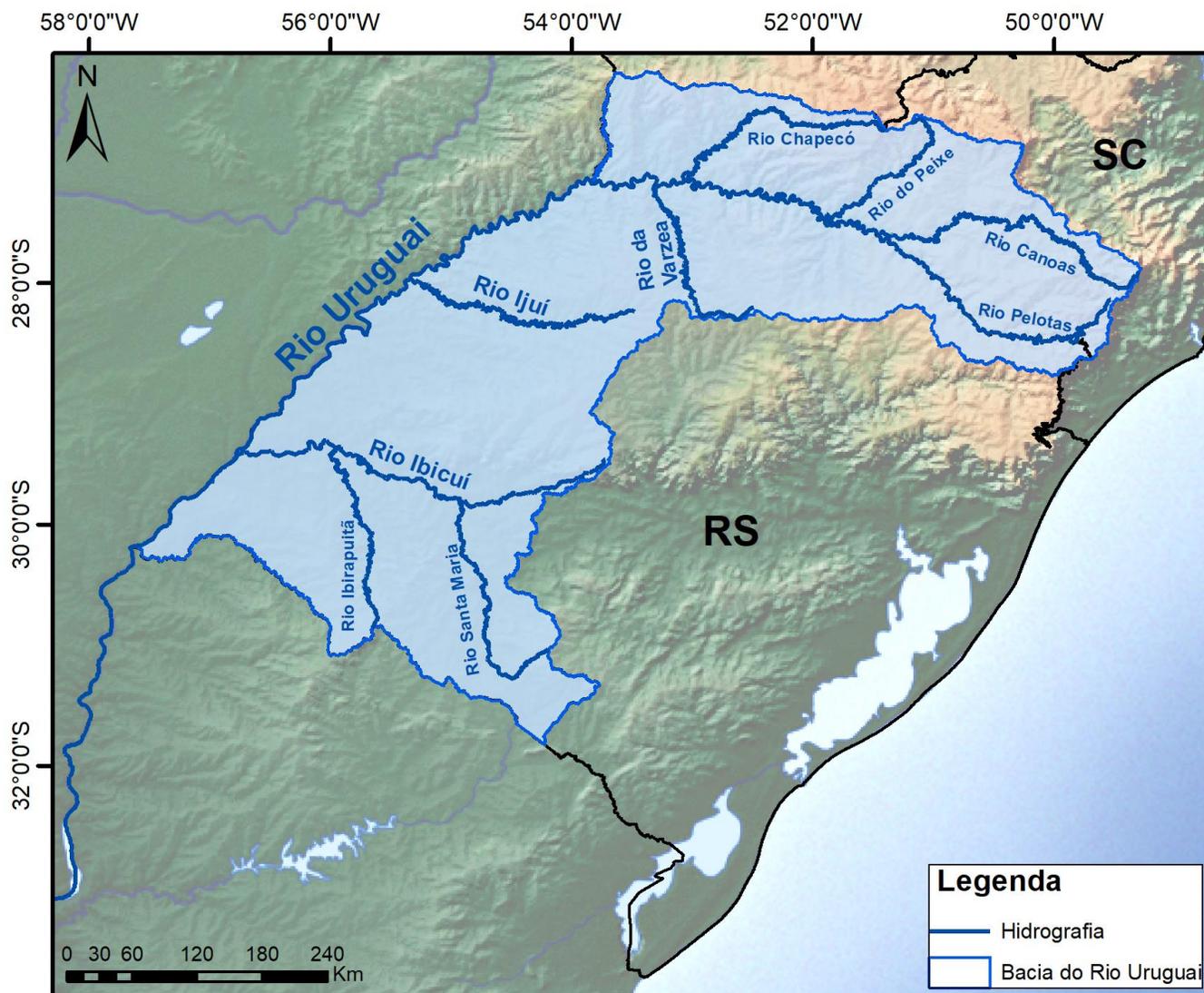


Figura 1. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai

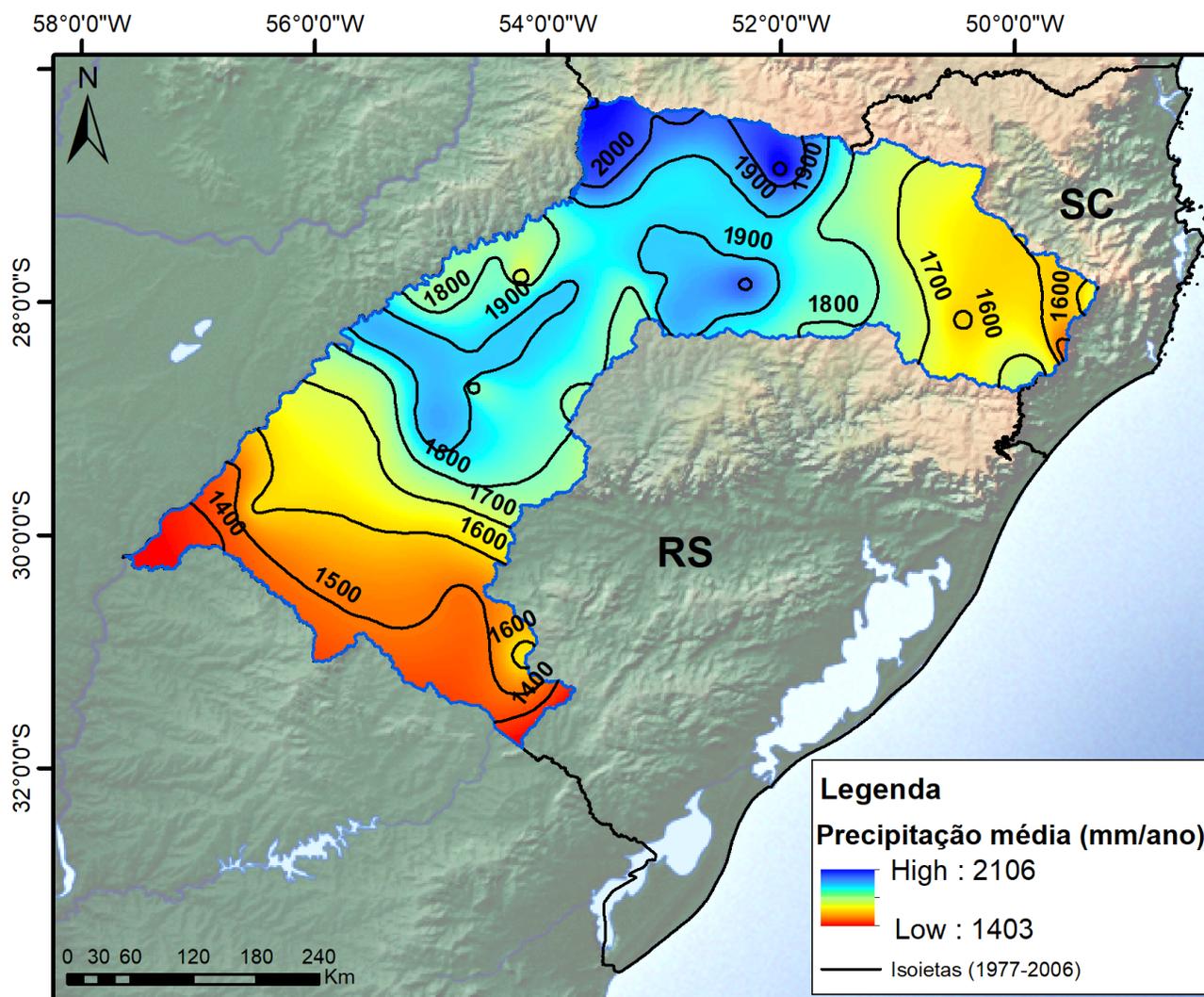


Figura 2. Precipitação média anual na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai

Histórico:

O SAH Uruguai entrou em operação em dezembro de 2018 e realiza previsão de níveis para 6 municípios: Uruguaiana, Itaqui e São Borja (localizados na calha do Rio Uruguai), Alegrete (rio Ibirapuitã), Manoel Viana (rio Ibicuí), e Rosário do Sul (rio Santa Maria), conforme Figura 3.

Desde o início da operação foram emitidos 111 boletins de alerta de cheia; a distribuição na emissão dos boletins é apresentada na Figura 4.

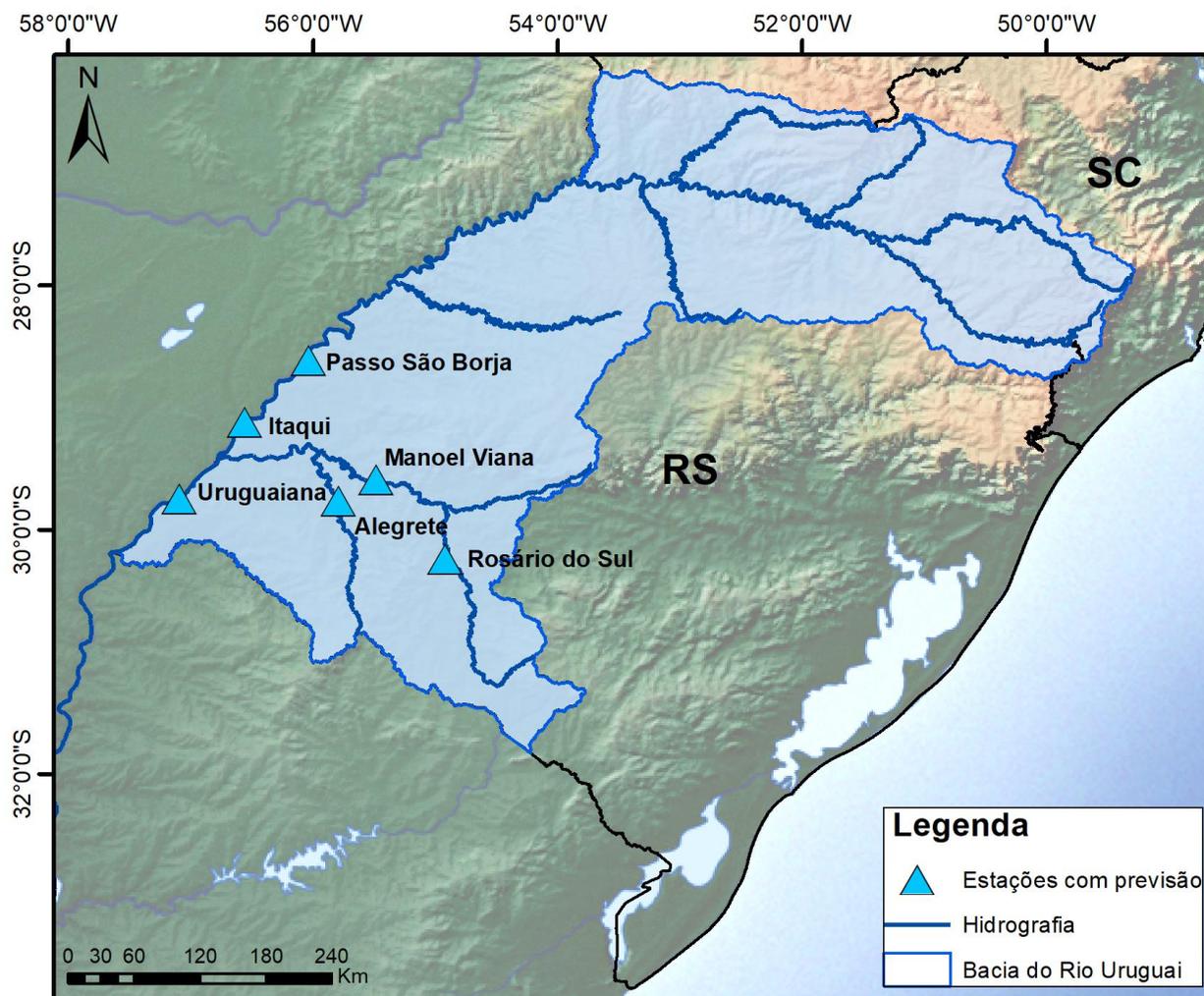


Figura 3. Localização das estações com previsão de níveis no SAH Uruguai

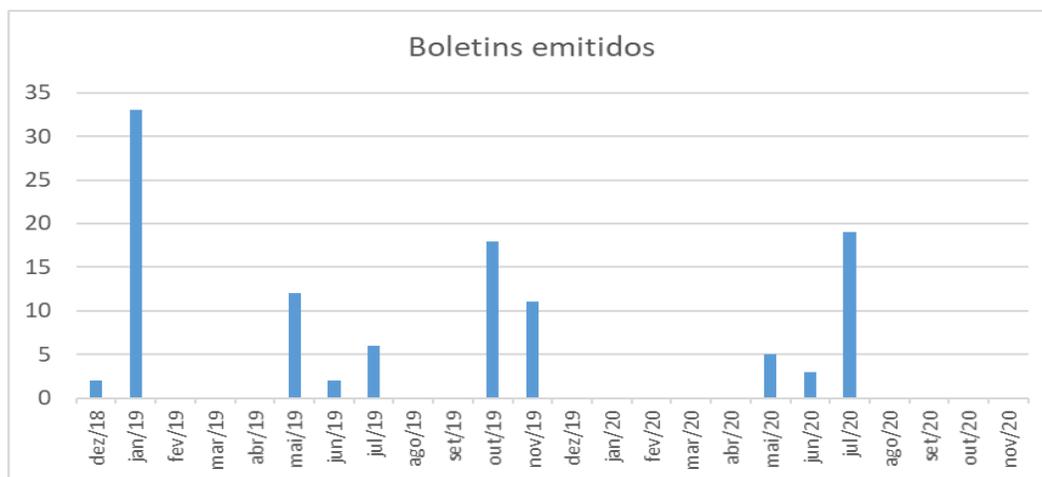


Figura 4. Boletins emitidos desde o início da operação (dez/2018)

Municípios atendidos:

A Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai se estende pelos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, abrangendo ao todo 395 municípios, sendo 228 no RS e 167 em SC. A população total residente nessa região, conforme o Censo do IBGE (2010) é de 4.753.431 habitantes; sendo 63% no RS e 27% em SC. A distribuição da população na Bacia do Rio Uruguai é apresentada na Figura 5.

Atualmente são realizadas previsões para 6 estações, atingindo uma população total de mais de 349 mil pessoas, conforme a Tabela 1. Os municípios atendidos são apresentados na Figura 6.

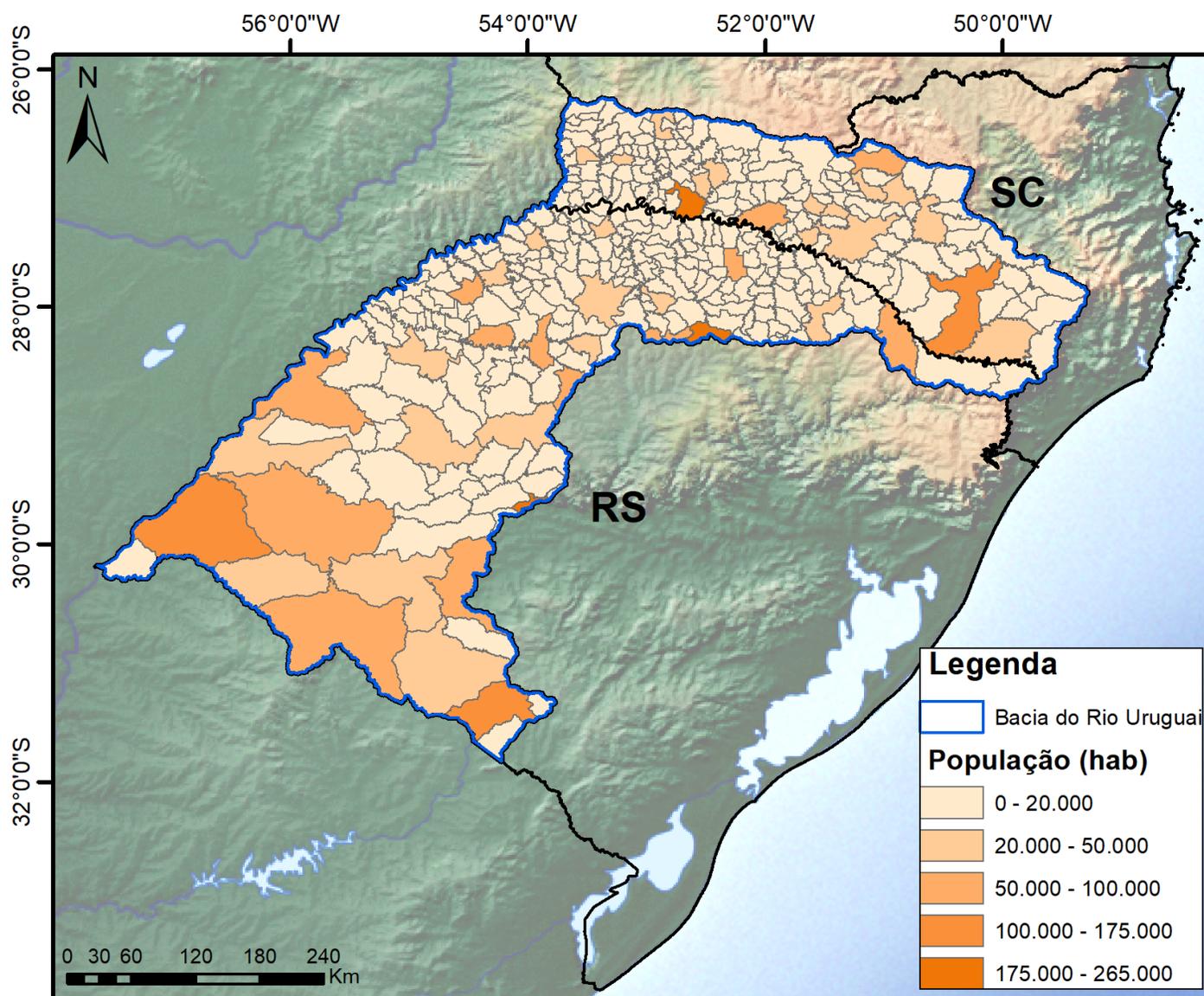


Figura 5. Distribuição da população nos municípios da Bacia do Rio Uruguai

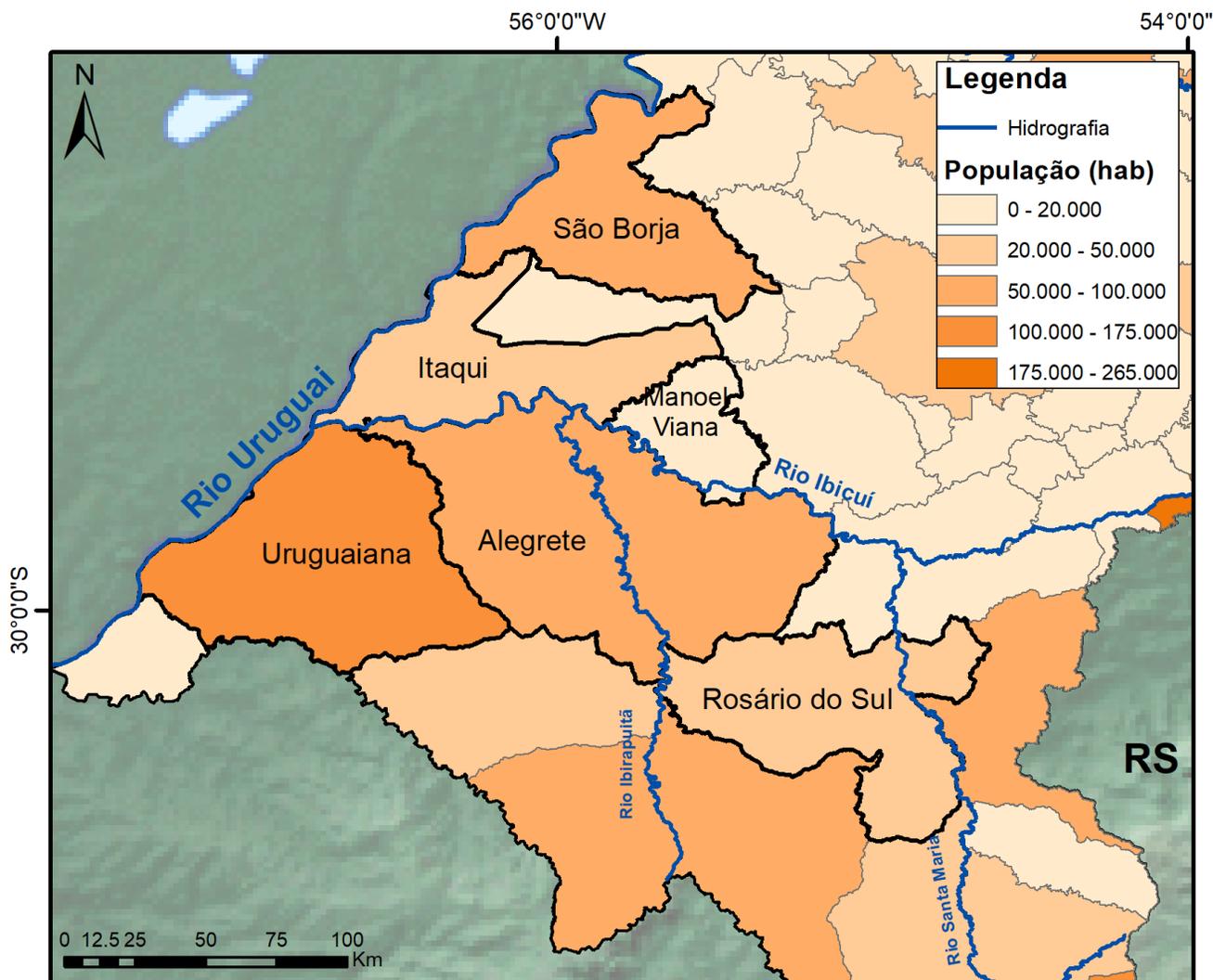


Figura 6. Localização dos municípios atendidos pelas previsões de níveis

Tabela 1. Municípios atendidos e população (IBGE, 2010)

Município	População	Rio
Alegrete	77.653	Rio Ibirapuitã
Itaqui	38.159	Rio Uruguaí
Manoel Viana	7.072	Rio Ibicuí
São Borja	61.671	Rio Uruguaí
Rosário do Sul	39.707	Rio Santa Maria
Uruguai	125.435	Rio Uruguaí

COTAS DE REFERÊNCIA

A seguir são apresentadas as definições das cotas de referência e o levantamento existente nas estações do SAH Uruguai. Atualmente existem 34 estações que fazem parte do SAH Uruguai, das quais 22 possuem o levantamento de cotas de referência, conforme apresentado na Tabela 2. Na Tabela 2 também está apresentada a forma de determinação das cotas, se por meio de levantamento com GPS diferencial (DGPS) ou se por meio estatístico, conforme Germano e Matos (2017).

- **Cota de atenção:** é o primeiro nível para as equipes dos SAH ficarem a postos para realização de manutenção, realização de medições e previsões
- **Cota de alerta:** quando atingida, é acionada a Defesa Civil dos municípios em que há previsão, é iniciada a emissão de boletins e a divulgação da previsão hidrológica
- **Cota de inundação:** indica a situação de inundação em algum ponto do município e/ou no entorno.

Tabela 2. Estações e Cota de Referência

Código	Estação	Cota de Referência	Forma de Determinação
76750000 / 02955013	ALEGRETE	Sim	DGPS
74500000 / 02754001	ALTO URUGUAI	Sim	DGPS
73960000 / 02752059	BARRA DO CHAPECÓ Aux.	Sim	Estatística
73690001	CORONEL PASSOS MAIA		
76240000/02956006	DOM PEDRITO/CORSAN		
71350001 / 02750003	ENCRUZILHADA II	Sim	Estatística
75550000 / 02855001	GARRUCHOS	Sim	DGPS
74300000	GUATAPARÁ DE BAIXO		
74100000 / 02753019	IRAÍ	Sim	Estatística
74329000 / 02753050	ITAPIRANGA	Sim	DGPS
75900000 / 02956005	ITAQUI	Sim	DGPS
72849000 / 02751004	JOAÇABA I	Sim	Estatística
74295000	LINHA JATAÍ	Sim	Estatística
76560000 / 02955008	MANOEL VIANA	Sim	DGPS
74431000	MOCONÁ-MISIONES		
76290000 / 03055013	PASSO DOS FARRAPOS	Sim	Estatística
76800000	PASSO MARIANO PINTO		

Código	Estação	Cota de Referência	Forma de Determinação
71498000 / 02750009	PASSO MAROMBAS		
73820000	PASSO PIO X	Sim	Estatística
75780000 / 02856006	PASSO SÃO BORJA	Sim	DGPS
74320000 / 02653004	PONTE DO SARGENTO		
76300000	PONTE IBICUI DA ARMADA		
73770000 / 02652034	PORTO FAE NOVO		
74800000 / 02755002	PORTO LUCENA	Sim	DGPS
74720000 / 02754023	PORTO MAUÁ	Sim	DGPS
77500000 / 03056003	QUARAÍ	Sim	DGPS
71300000 / 02749009	RIO BONITO		
72715000	RIO DAS ANTAS	Sim	Estatística
76310000 / 03054007	ROSÁRIO DO SUL	Sim	DGPS (refazer)
75230000 / 02854033	SANTO ÂNGELO		
73900000 / 02653007	SAUDADES		
72810000	TANGARÁ	Sim	Estatística
77150000 / 02957004	URUGUAIANA	Sim	DGPS
71200000 / 02749031	VILA CANOAS	Sim	Estatística

MODELOS E TEMPO DE ANTECEDÊNCIA

Os modelos utilizados para fazer previsão são do tipo empíricos, ou seja, baseados em regressão linear em função das diferenças de cotas na própria estação e nas estações a montante; as previsões são função dos dados observados nas estações no momento da previsão.

Rio Uruguai

- Uruguaiana: Tempo de antecedência é 17h; utiliza as cotas das estações de Uruguaiana e Itaqui
- Itaqui: Tempo de antecedência é 15h, utiliza as cotas das estações de Itaqui e Passo São Borja
- São Borja: Tempo de antecedência é 10h, utiliza as cotas das estações de Passo São Borja e Porto Lucena.

Rio Ibicuí

- Manoel Viana: Tempo de antecedência é 6h, utiliza a estação Manoel Viana

Rio Santa Maria

- Rosário Do Sul: Tempo de antecedência 4h, utiliza a estação Rosário do Sul

Rio Ibirapuitã

- Alegrete: Tempo de antecedência é 4h, utiliza a estação de Alegrete

HISTÓRICO DE CHEIAS

As cheias na Bacia do Rio Uruguai podem ocorrer em qualquer mês do ano e atingem principalmente as populações ribeirinhas. As cheias são condicionadas por dois fatores (i) intensidade de chuva e (ii) topografia: na parte superior de bacia, onde a declividade é alta, as cheias decorrem de precipitações intensas e localizadas; nos trechos médio e inferior da bacia as cheias são devido às precipitações de longa duração e grande abrangência espacial. (MMA, 2006)

Existem registros de ocorrência de cheias em 1965, 1972, 1983, 1990, 1992, 1997, 2014, 2015 e 2017. Mais recentemente foram registrados também eventos em 2018 e 2019, as quais foram monitoradas pelo SAH.

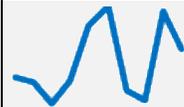
AVALIAÇÃO DOS EVENTOS OCORRIDOS EM 2020

O ano de 2020 foi marcado por baixas precipitações em decorrência do fenômeno La Niña.

Na Tabela 3 são apresentadas as precipitações acumuladas mensais para as 6 estações com previsão de níveis no SAH Uruguai; estes dados foram obtidos através do HidroTelemetria e dos observadores da RHN.

As Figuras 7 a 12 apresentam as variações dos níveis nas mesmas 6 estações; estes dados de nível foram obtidos através das leituras 7/17 dos observadores.

Tabela 3. Precipitação acumulada mensal (em mm/mês)

Mês	Uruguaiana	Itaqui	São Borja	Alegrete	Manoel Viana	Rosário do Sul
Jan	177.2	97.4	143.2	70.4	65.4	92.2
Fev	111.4	163.4	111.8	86	57.4	31
Mar	74.2	75	21.2	33.4	20	59.8
Abr	64.6	65.8	38	31.4	59.8	16.4
Mai	417.8	179.4	144.4	233.4	153.6	237.8
Jun	161.8	121.9	132.4	146	187.4	187.4
Jul	155.6	50.3	71.8	36.6	45	61.8
Ago	13.8	12.1	19.2	37.6	28	33.4
Set	112.4	142.6	206.2	122.8	178.8	111
Out	128.8	105.6	34.6	82.2	112.8	72.4
Total em 2020	1418	1014	923	880	908	903
(Jan a Out)						

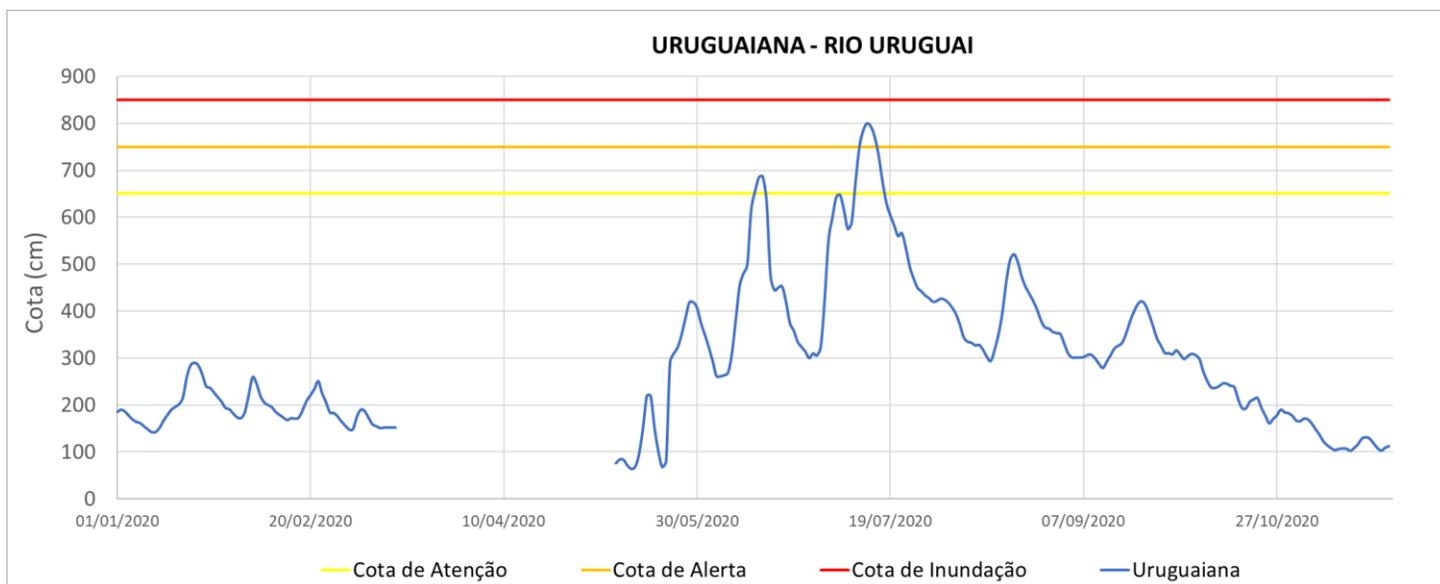


Figura 7. Variação dos níveis na estação Uruguaiana – Rio Uruguai

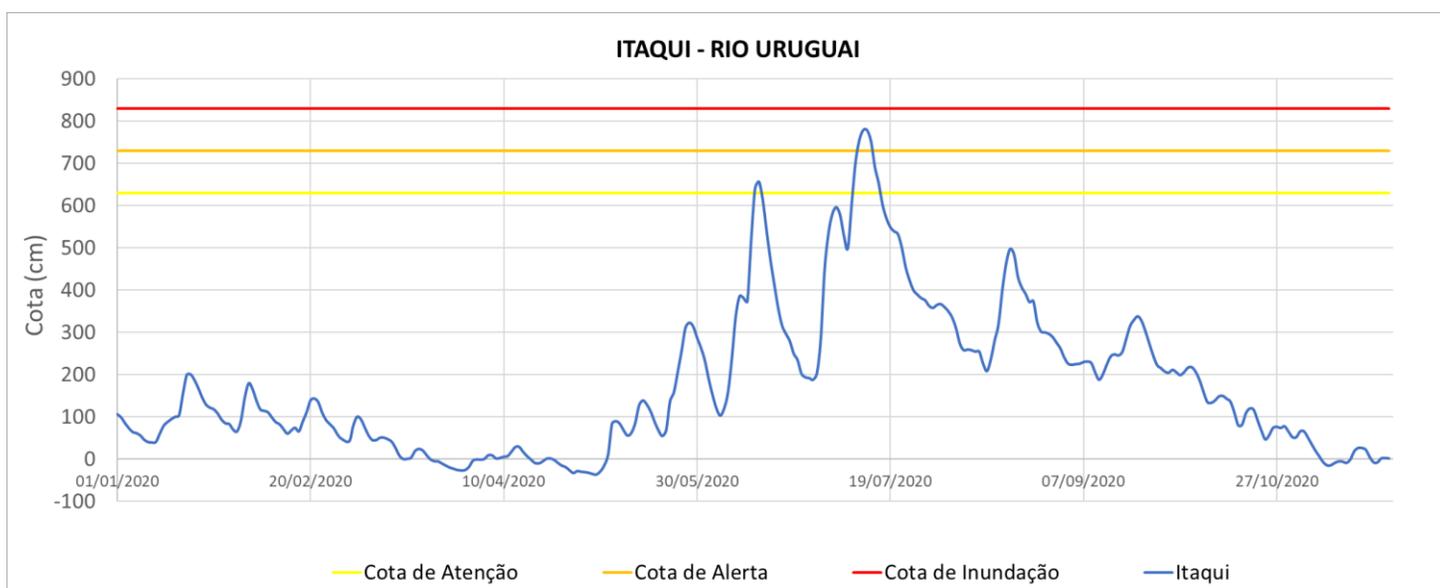


Figura 8. Variação dos níveis na estação Itaqui – Rio Uruguai

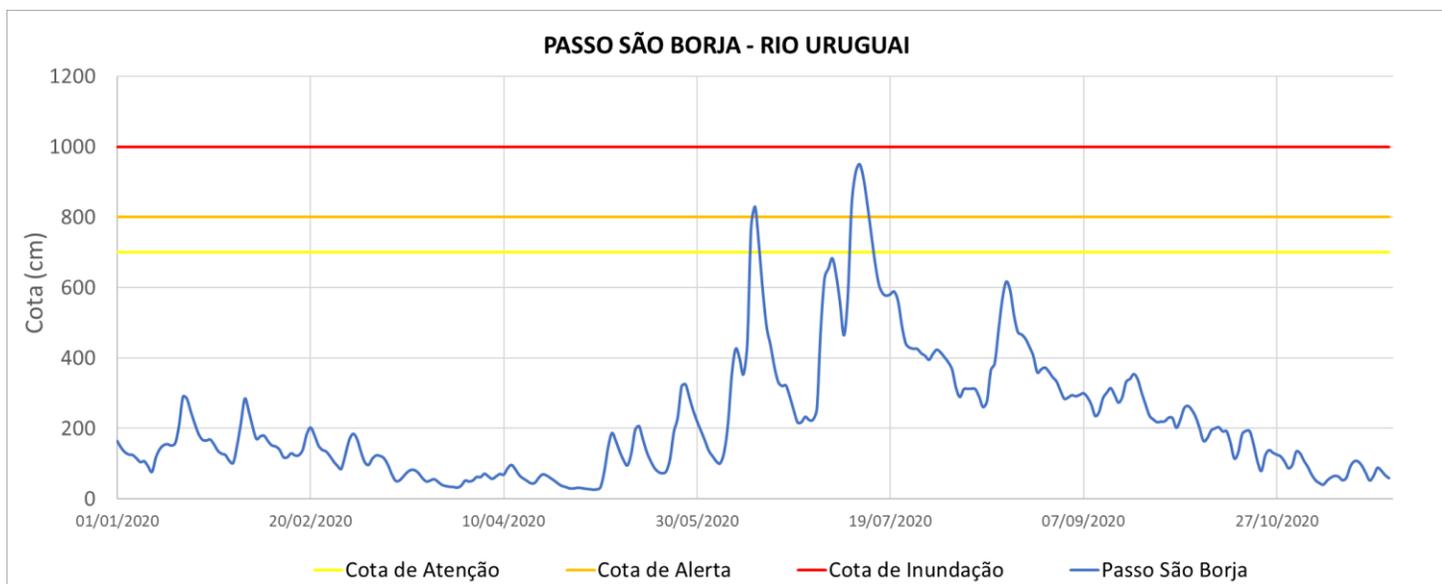


Figura 9. Variação dos níveis na estação Passo São Borja – Rio Uruguai

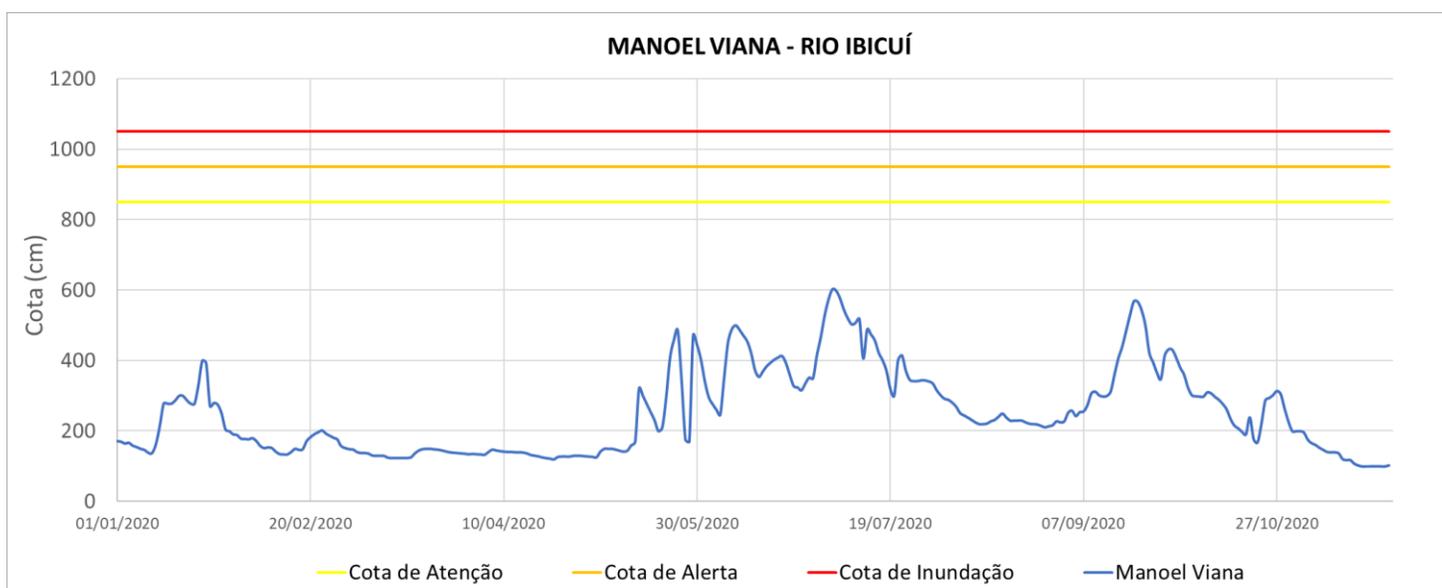


Figura 10. Variação dos níveis na estação Manoel Viana – Rio Ibicuí

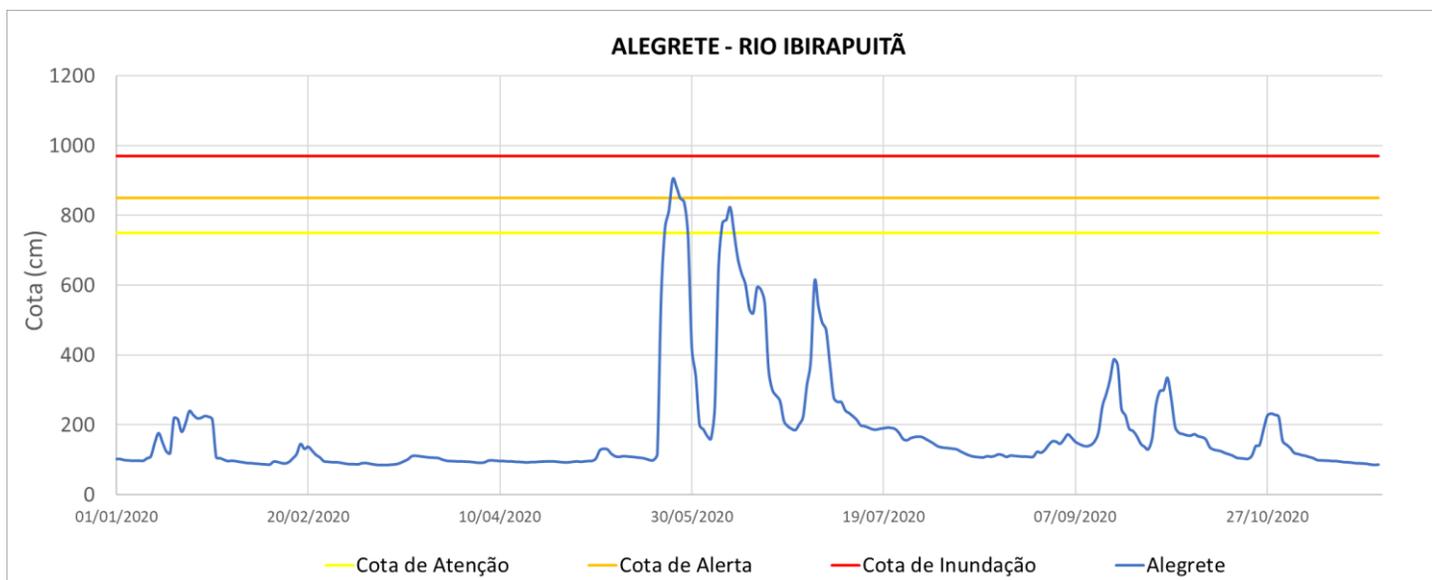


Figura 11. Variação dos níveis na estação Alegrete – Rio Ibirapuitã



Figura 12. Variação dos níveis na estação Rosário do Sul – Rio Santa Maria

RESULTADO DA OPERAÇÃO DO ALERTA

No ano de 2020 houve influência de La Niña, que produz chuvas abaixo da média no Rio Grande do Sul. Conforme dados da Defesa Civil (2020a) 392 dos 497 municípios do estado decretaram situação de emergência por causa da estiagem, a qual permaneceu até meados de maio (CPRM, 2020). Nos meses de inverno houve aumento da precipitação, sendo emitidos boletins de alerta de cheia em maio, junho e julho. Com o início da primavera as precipitações voltaram a ficar abaixo da média; conforme informações da Defesa Civil (2020b), deste outubro até o presente momento, 76 municípios já decretaram situação de emergência por causa da estiagem.

Boletins enviados em 2020

Em 2020 foram enviados ao todo 27 boletins distribuídos nos meses de maio, junho e julho, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4. Boletins emitidos em 2020 no SAH Uruguai

Mês	Boletins Emitidos	Situação
Maio	5 (25/05 a 26/05)	Nível do Rio Ibirapuitã em Alegrete atingiu a cota de alerta
Junho	3 (13/06 a 14/06)	Nível do Rio Uruguai em Passo São Borja atingiu a cota de alerta
Julho	19 (09/07 a 15/07)	Nível do Rio Uruguai em Uruguiaia, Itaqui e Passo São Borja atingiu a cota de alerta

AGRADECIMENTOS

A operação do Sistema de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Uruguai, no período de janeiro a dezembro de 2020, só foi possível com a utilização dos dados hidrológicos provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) de responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA), 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.

REFERÊNCIAS

CPRM. 2020. Recordes de estiagem são registrados pelo Serviço Geológico do Brasil nos rios do RS e SC. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Recordes-de-estiagem-sao-registrados-pelo-Servico-Geologico-do-Brasil-nos-rios-do-RS-e-SC-6233.html>

Defesa Civil. 2020a. Estiagem - Decretos Homologados e Reconhecidos 2019/2020. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/estiagem>

Defesa Civil. 2020b. Municípios em Situação de Emergência 2020/21. Disponível em: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/estiagem>

Germano, A. O.; Matos, A. 2017 Metodologia para definição de cotas de referência em sistemas de alerta e previsão hidrológica. Anais, XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, ABRH. Disponível em: <http://anais.abrh.org.br/works/2975>

IBGE. 2020. Cidades: censo 2010. www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads

MMA. 2006. Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai. 132p.

Natural Earth. 2020. Mapa base: Large scale data, 1:10m. www.natureearthdata.com/downloads

Pedrollo, M; Soterio, P; Beling, F. 2014. Proposta Técnica: Projeto “Sistema de Alerta Hidrológico na Bacia do Rio Uruguai”. 29p.

Pinto, E.J. et al. 2011. Atlas pluviométrico do Brasil. www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html