

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

HÁ MAIS DE 50 ANOS **GERANDO** E **DISSEMINANDO** O CONHECIMENTO GEOCIENTÍFICO COM **EXCELÊNCIA**



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO
FEDERAL



TEMPO DE RETORNO DAS VAZÕES DE GRANDES CHEIAS E DE ATENÇÃO, ALERTA E INUNDAÇÃO DO SACE EM URUGUAIANA / RS

francisco.marcuzzo@sgb.gov.br
eber.andrade@sgb.gov.br



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO
FEDERAL

Introdução e Motivação

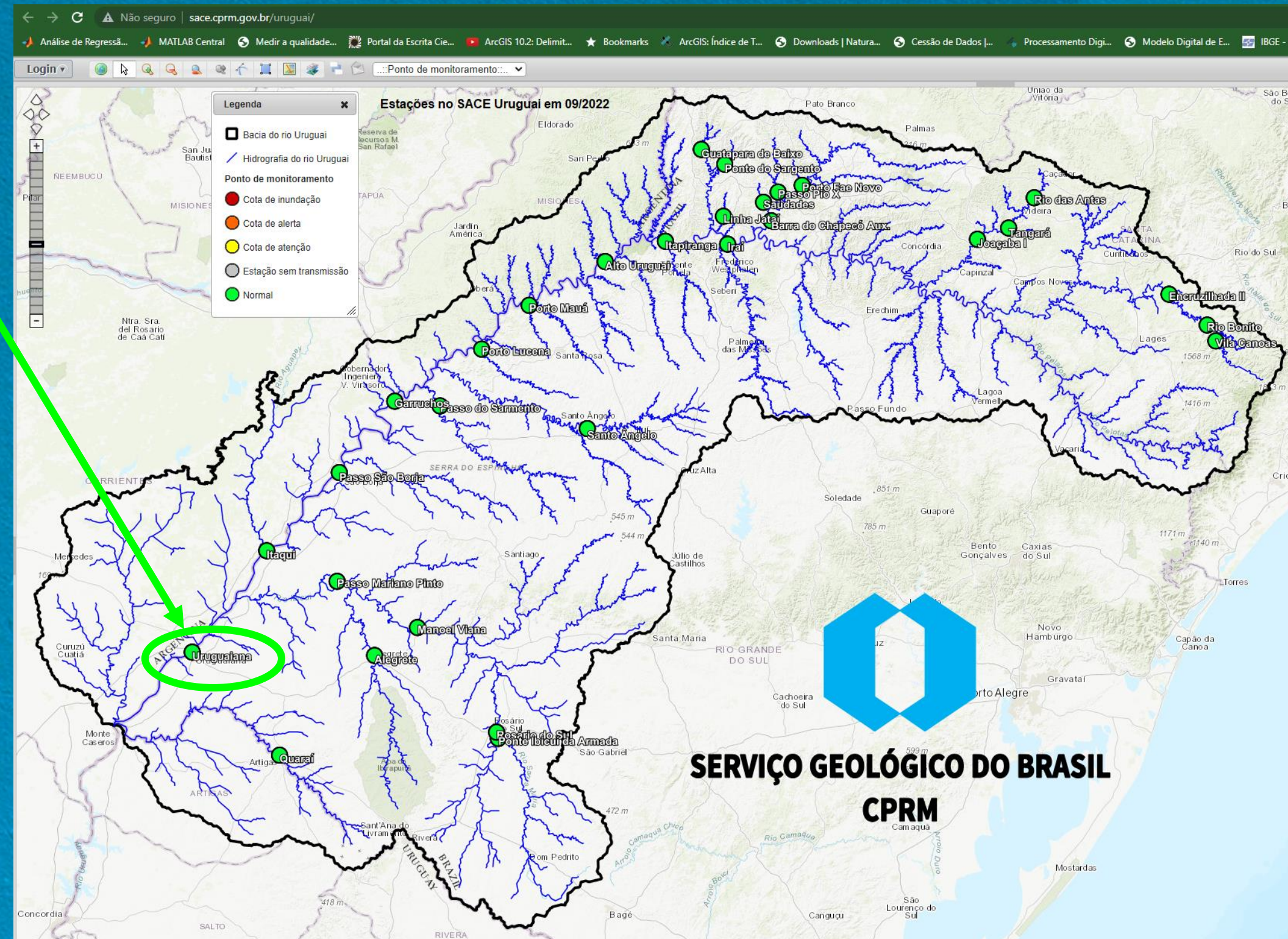
No constante monitoramento e operação de um Sistema de Alerta Hidrológico (SAH) de previsibilidade de enchentes e inundações é necessário definir cotas, nos locais de interesse, em que começam a ocorrer a inundação e, por meio desta e outros estudos, as cotas de atenção e alerta, correspondentes aos níveis do rio em que a defesa civil da localidade começa a tomar as devidas providências, aplicando os planos de contingência.

Na previsibilidade de ocorrência de eventos futuros críticos futuros de inundação, é importante que cotas de importância em rios com SAH estejam associados a Tempos de Retorno (TR) estudados com estatística consolidada na literatura, e utilizando-se de dados consistidos com apoios a montante e jusante.

A motivação foi apresentar e discutir os períodos de retorno estimados para as vazões associadas as maiores cotas de cheias registradas, e, também, as vazões associadas às cotas de atenção, alerta e de inundação do rio Uruguai, na localidade da estação fluviométrica Uruguaiana (77150000), além de verificar se o tempo de retorno da maior vazão medida em campo é compatível com o tempo de retorno da maior vazão estimada pela curva-chave.

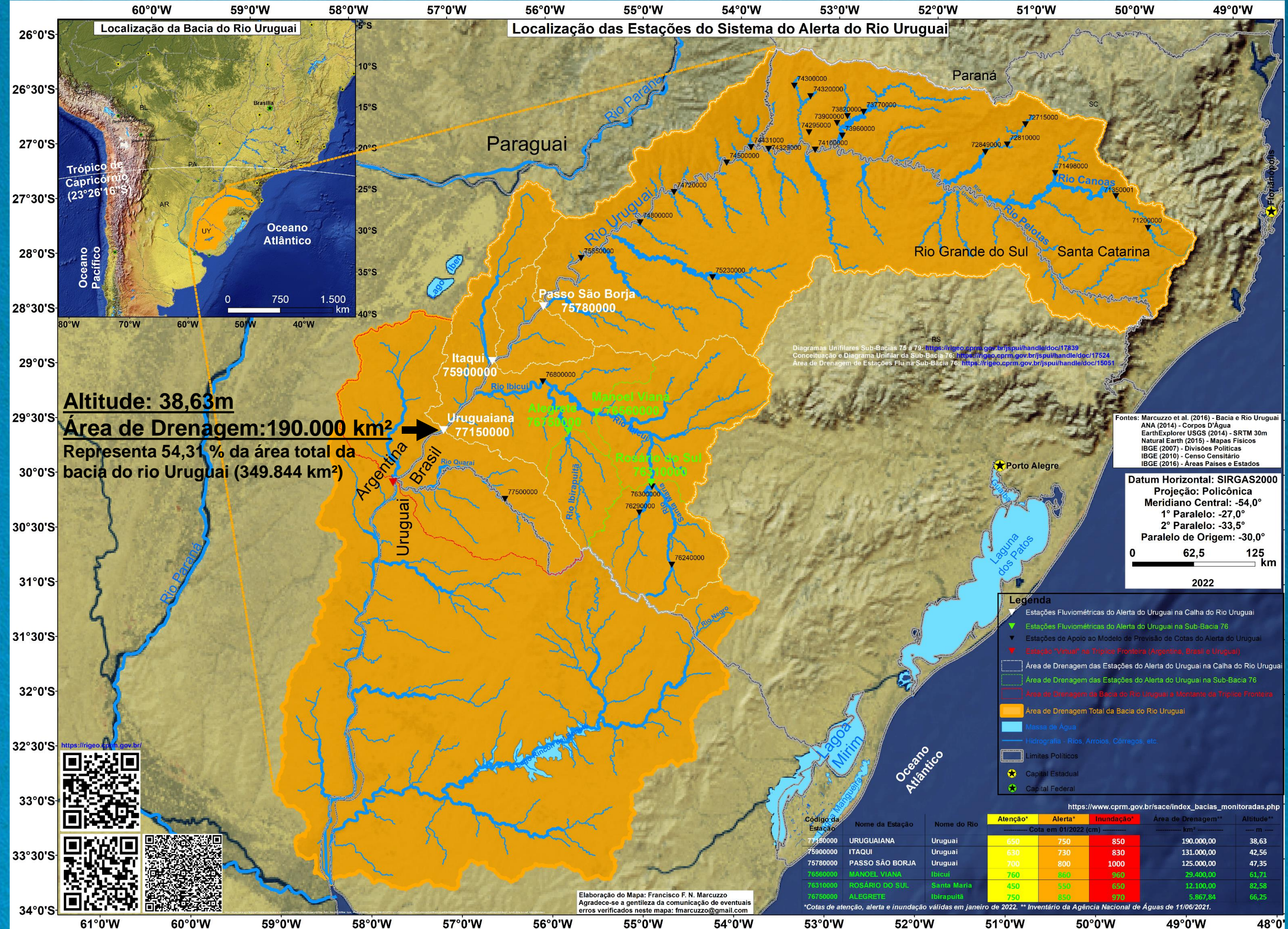
Localização - Bacia do Rio Uruguai e Estações com Emissão de Boletim de Previsão de Cotas Pelo SACE-SGB

SGB-CPRM



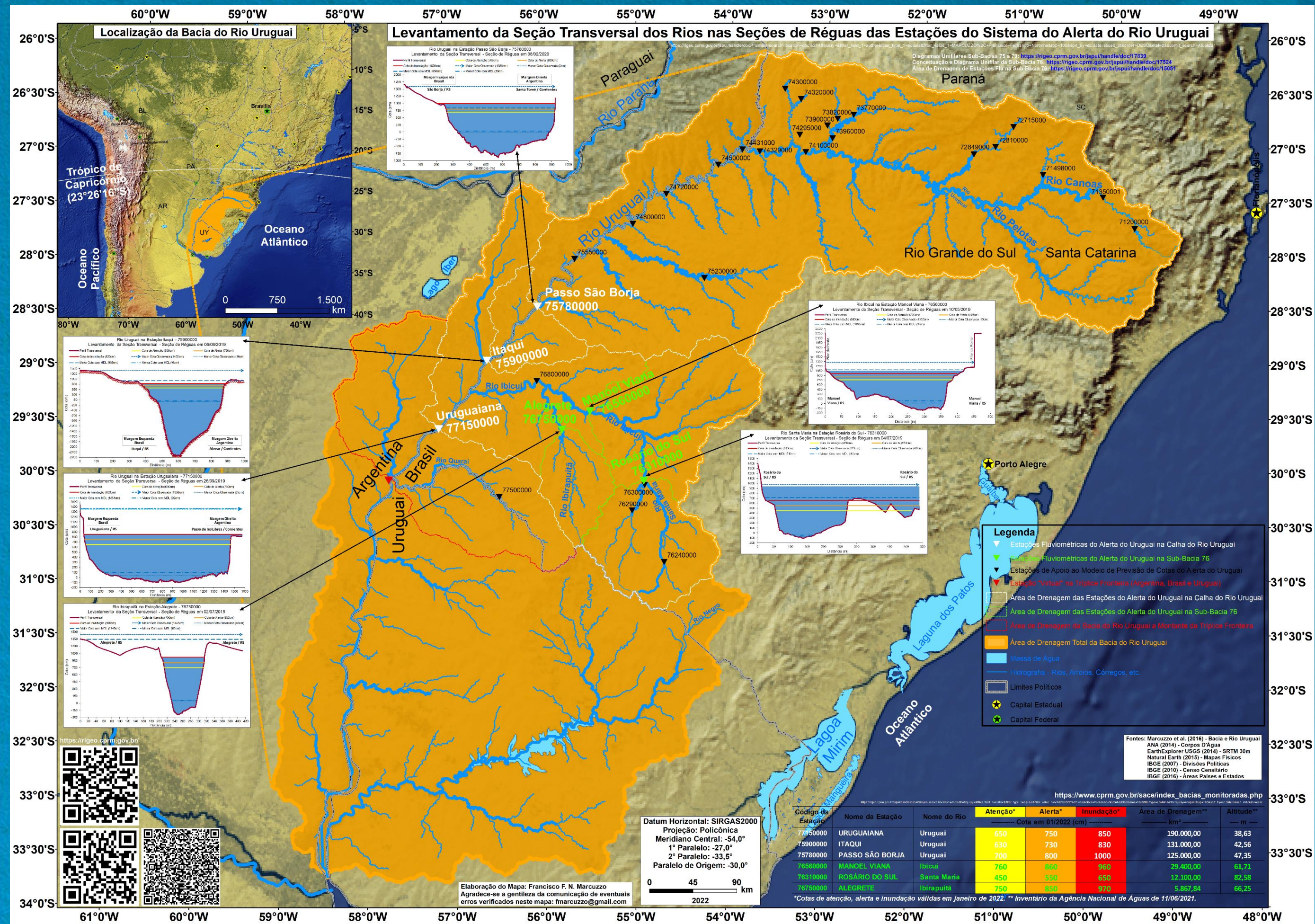
Localização - Bacia do Rio Uruguai e Estações com Emissão de Boletim de Previsão de Cotas Pelo SACE-SGB

SGB-CPRM



Localização - Bacia do Rio Uruguai e os LSTs das Estações com Emissão de Boletim de Previsão de Cotas (SACE-SGB)

SGB-CPRM



Localização - Dados Básicos das Estações com Emissão de Boletim de Previsão de Cotas (SACE-SGB)

Código da Estação	Nome da Estação	Nome do Rio	Atenção*	Alerta*	Inundação*	Área de Drenagem**	Altitude**
			----- Cota em 06/2022 (cm) -----			----- km ² -----	----- m -----
75760000	Passo São Borja	Uruguai	700	800	1.000	125.000	47,35
75900000	Itaqui	Uruguai	630	730	830	131.000	42,56
77150000	Uruguaiana	Uruguai	650	750	850	190.000	38,63

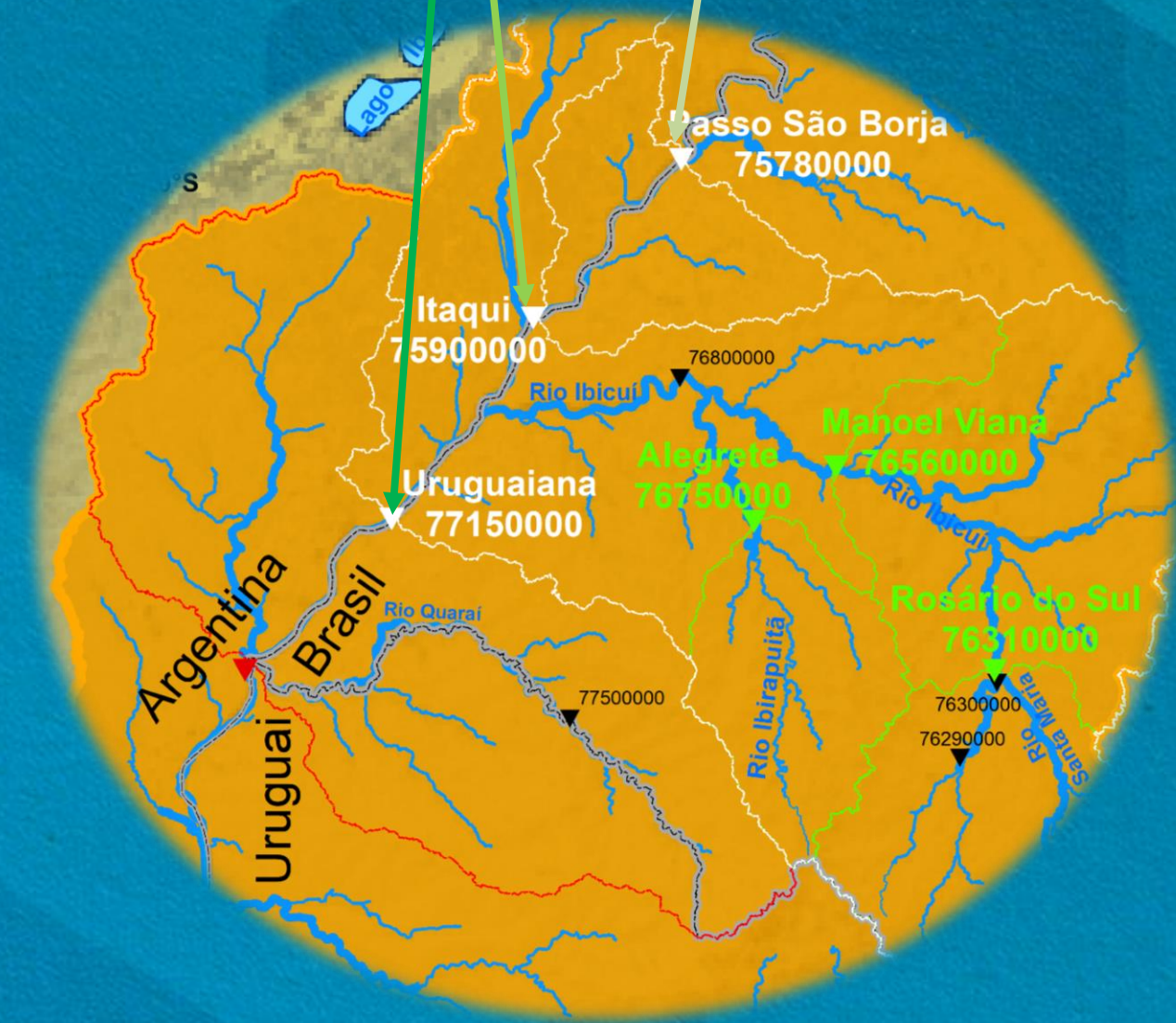
*Cotas de atenção, alerta e inundação válidas em agosto de 2022, no SACE do SGB. ** Inventário da Agência Nacional de Águas de 11/06/2021.

Estação Passo São Borja: 35,73% da área total da bacia do rio Uruguai

Estação Itaqui: 37,45% da área total de drenagem da bacia do rio Uruguai

Estação Uruguaiana: 54,31% da área total de drenagem da bacia do rio Uruguai

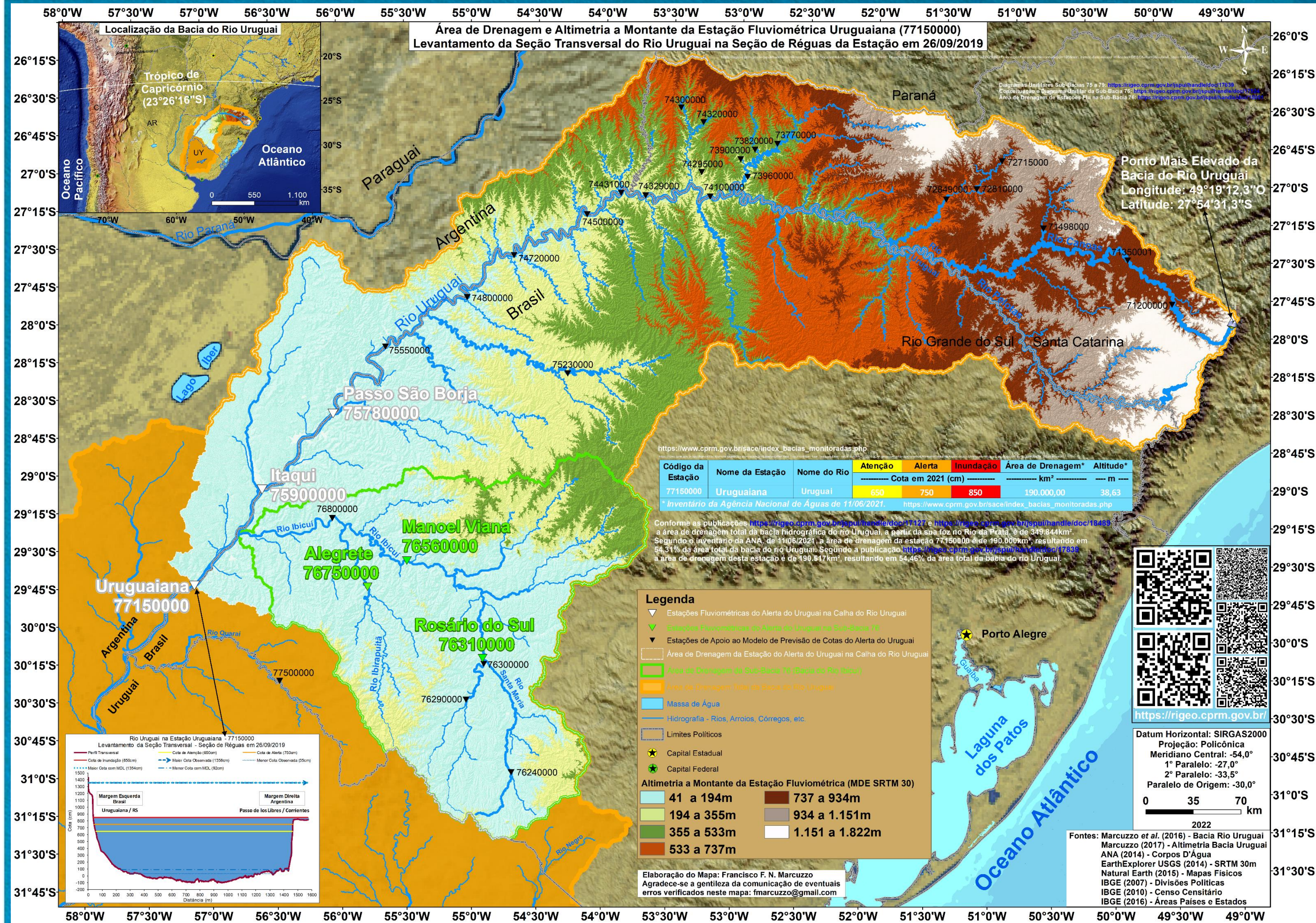
A bacia hidrográfica do rio Uruguai é transfronteiriça e interestadual, possuindo uma área de drenagem total de **349.843km²** considerando o seu exutório no rio da Prata (rio de la Plata). Sendo que, deste total, a área territorial da bacia do rio Uruguai no Brasil é de 174.078km² (49,76%), dividindo-se no estado do Rio Grande do Sul com 126.372km² (36,11%) e no estado de Santa Catarina com 95.733km² (13,65%). Já área territorial da bacia do rio Uruguai na Argentina é de 62.005km² (17,72%), no Uruguai de 113.179km² (32,35%) e 583km² (0,17%) de massa d'água. O ponto mais alto da bacia, com 1.822m, está entre Urubici e Bom Retiro, em Santa Catarina.



SGB-CPRM

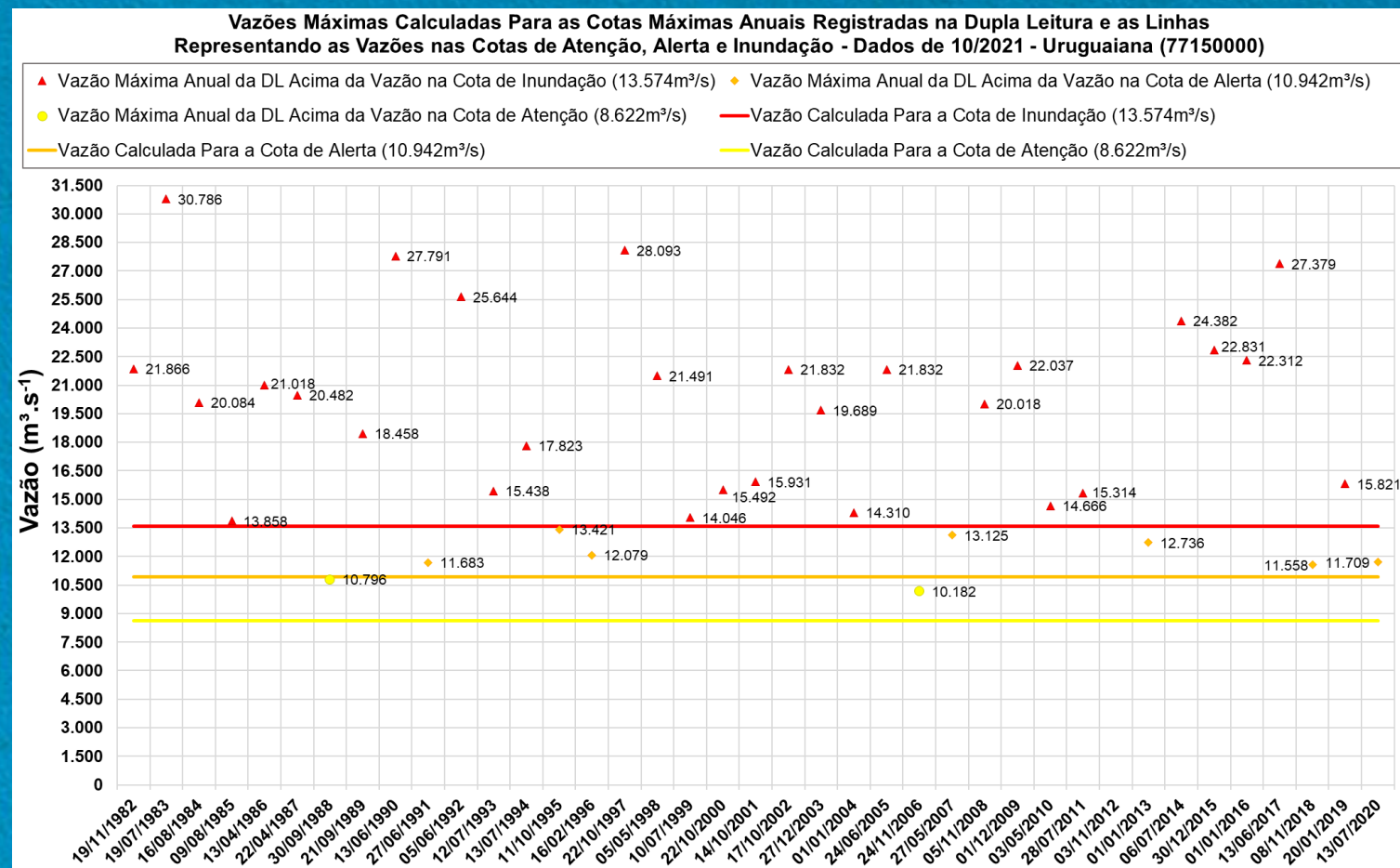
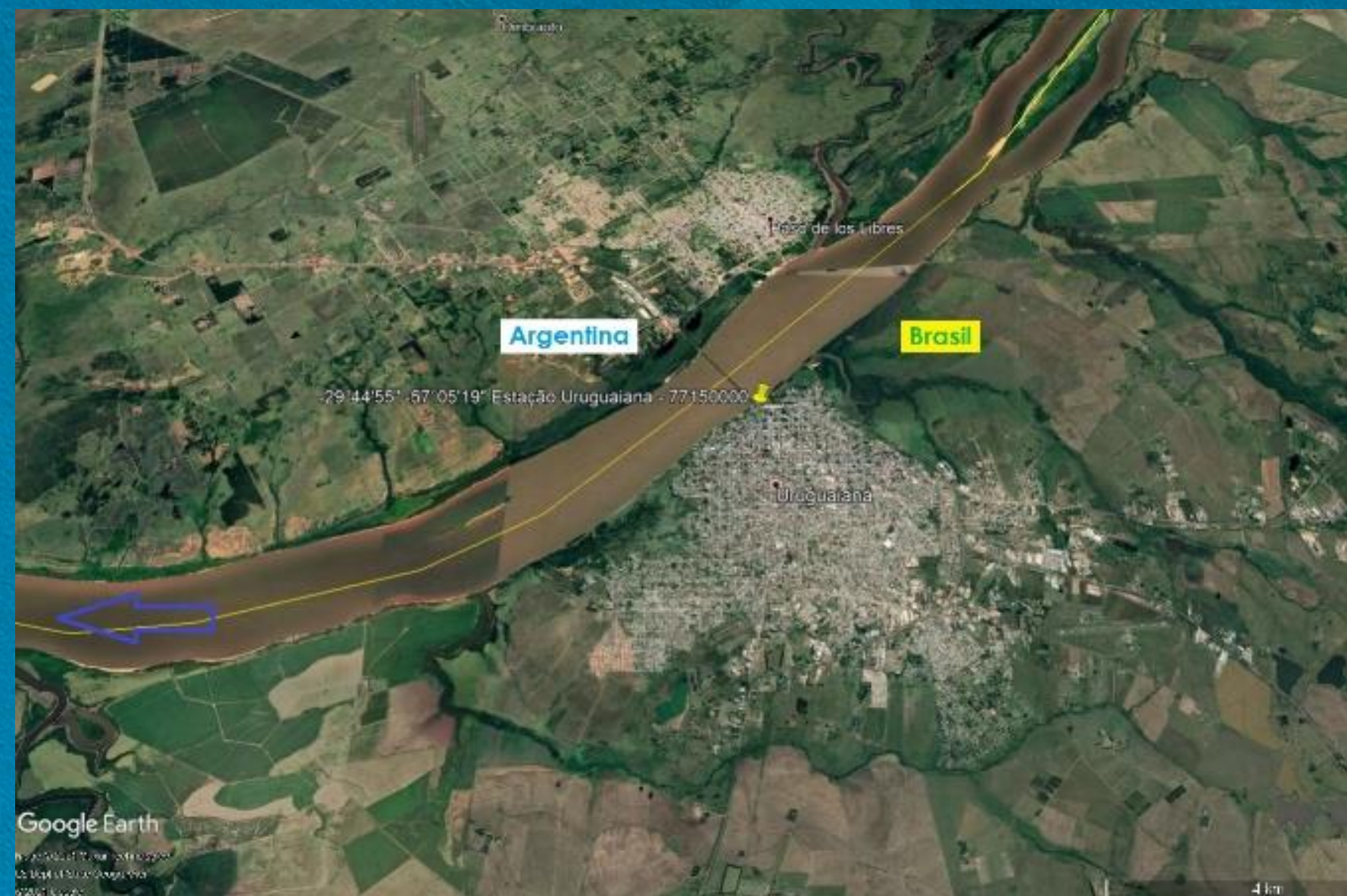
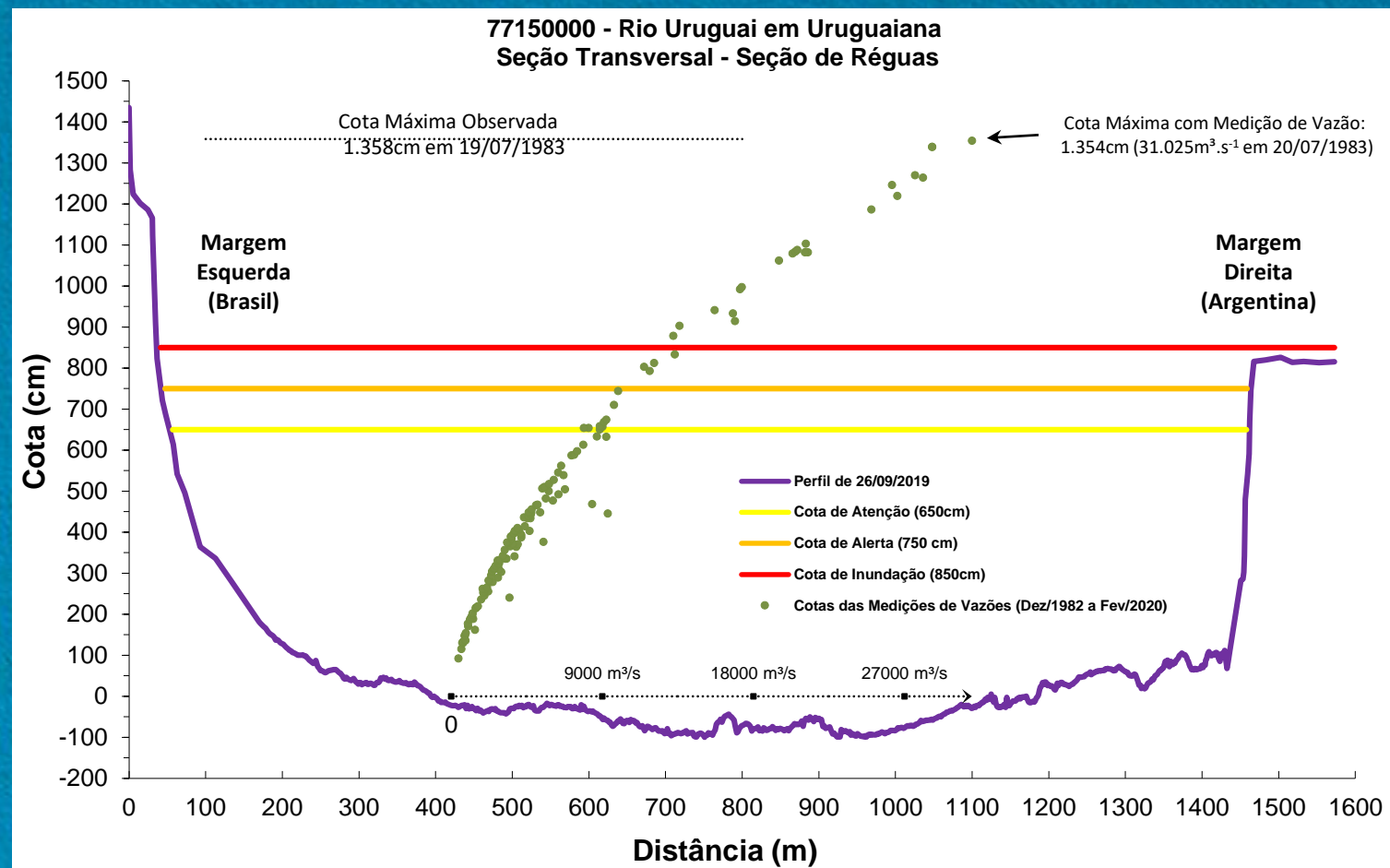
Estação Uruguiana (77150000) - Altimetria da Área de Drenagem e Levantamento de Seção Transversal

SGB-CPRM



Estação Uruguiana (77150000) - Levantamento de Seção Transversal, Cotograma das Máximas e Imagens

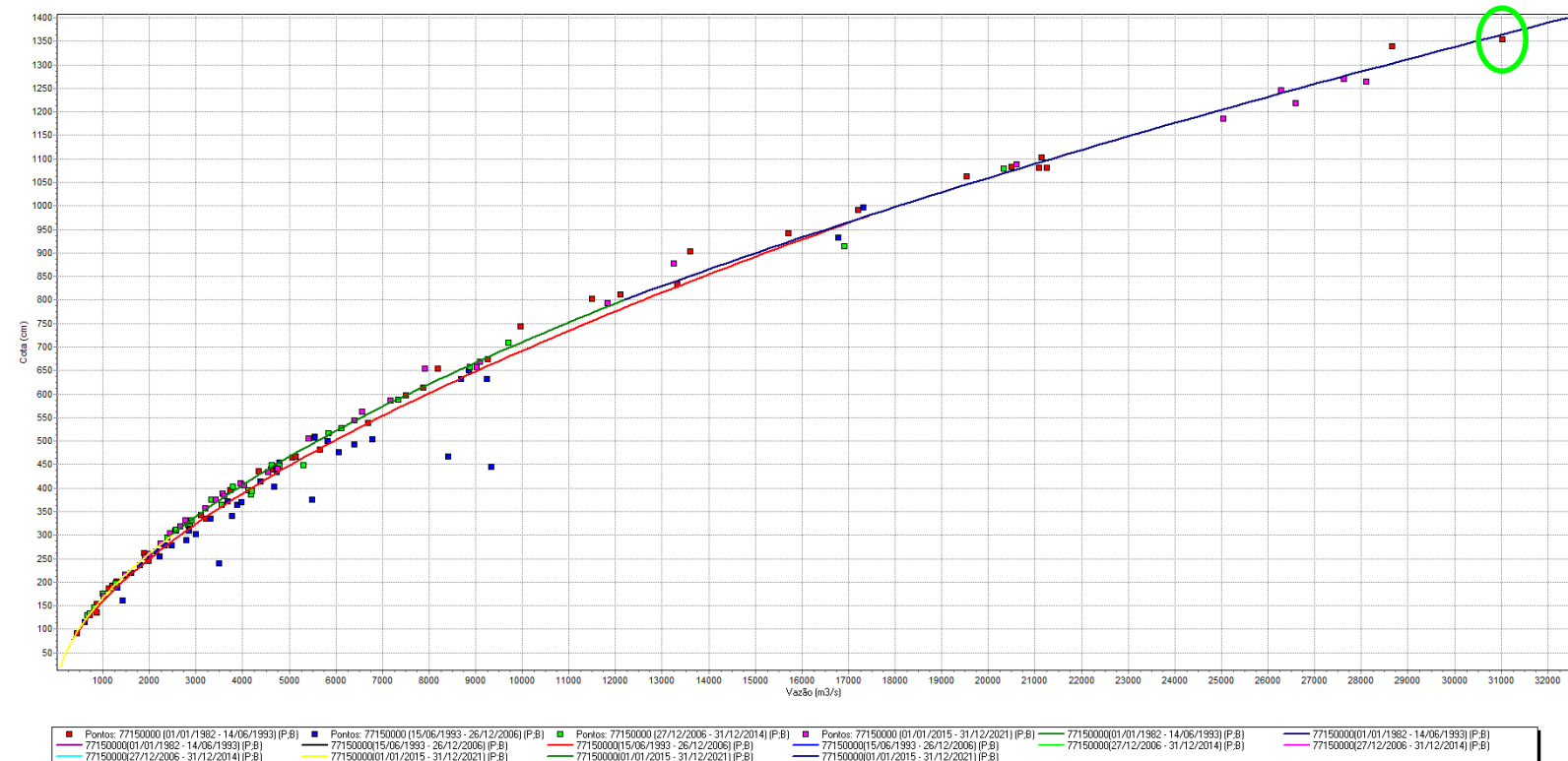
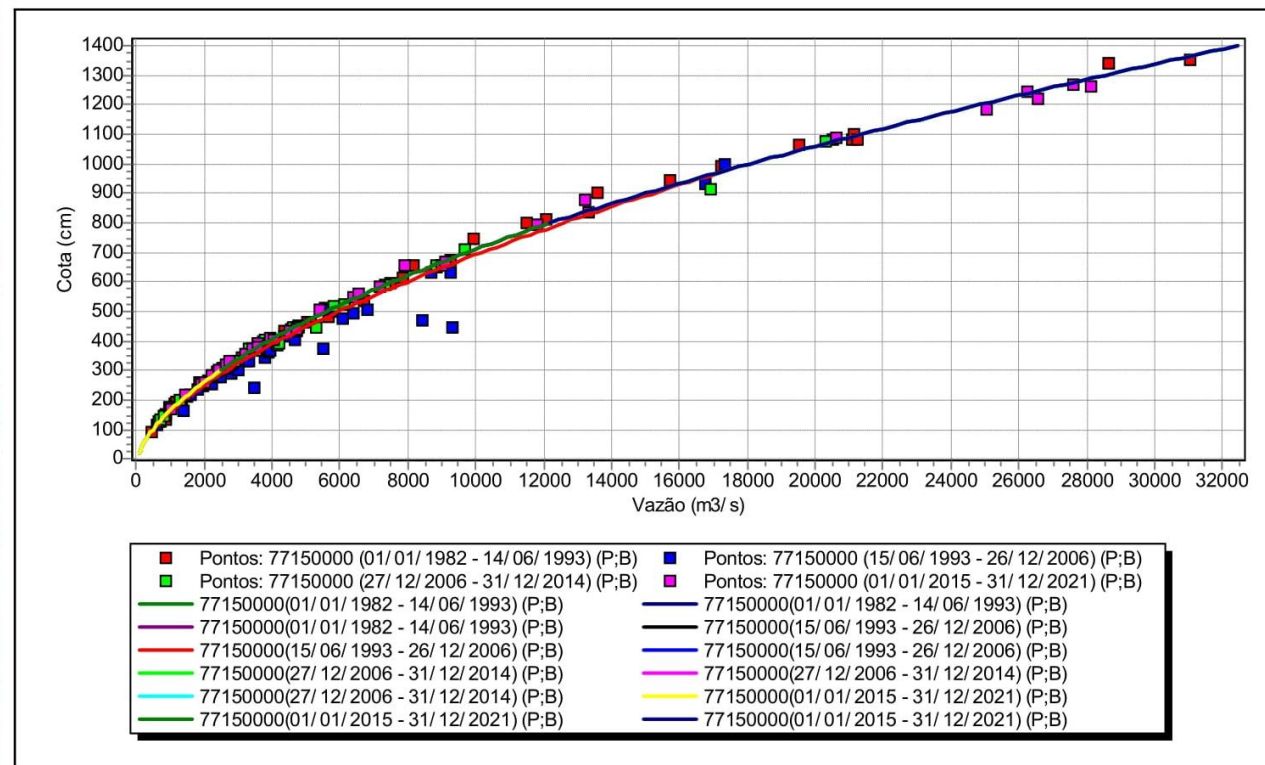
SGB-CPRM



Número Total de Anos com Vazões Calculadas com Dados Dupla Leitura	39	% em Relação ao Total
Nº de Anos com Vazões Maiores que Inundação	29	74%
Nº de Anos com Vazões Maiores que Alerta	37	95%
Nº de Anos com Vazões Maiores que Atenção	39	100%
Nº de Anos com Vazões Menores que Atenção	0	0%

Primeiro passo: Calcular as vazões máximas anuais utilizando os dados das cotas máximas anuais provenientes da dupla leitura (7h e 17h)

Como? Utilizando a curva-chave da estação. $Q(h) = a (h - h_0)^n$



Período de Validade		Cota		Número do Tramo	Parâmetros da Equação		
Início	Fim	Máxima	Mínima		a	h0 (m)	n
01/01/1982	14/06/1993	300	20	1	304,4847	-0,31	1,756
01/01/1982	14/06/1993	800	300	2	300,3461	-0,34	1,746
01/01/1982	14/06/1993	1.400	800	3	434,6145	0,54	1,659
15/06/1993	26/12/2006	79	20	1	304,4847	-0,31	1,756
15/06/1993	26/12/2006	980	79	2	422,7469	-0,11	1,622
15/06/1993	26/12/2006	1.400	980	3	434,6145	0,54	1,659
27/12/2006	31/12/2014	300	20	1	304,4847	-0,31	1,756
27/12/2006	31/12/2014	800	300	2	300,3461	-0,34	1,746
27/12/2006	31/12/2014	1.400	800	3	434,6145	0,54	1,659
01/01/2015	31/12/2021	300	20	1	304,1712	-0,31	1,756
01/01/2015	31/12/2021	800	300	2	300,3461	-0,34	1,746
01/01/2015	31/12/2021	1.400	800	3	434,6145	0,54	1,659

Antes deve-se analisar a curva-chave que gerará as vazões! A curva-chave utilizada possui quatro períodos de tempo, com cada um dividido em três tramos.

O tramo alto, que vai gerar a vazão máxima para toda a série histórica de cotas dupla leitura, é igual para os quatro períodos de validade da curva-chave.

Análise de Frequência de Vazões Máximas

Metodologia

- I. Avaliar a consistência dos dados e organizar a série de vazões máximas por ano hidrológico.
- II. Verificar a presença de valores atípicos (*outliers*) com o critério baseado na amplitude interquartil, AIQ (NAGHETTINI; PINTO, 2007, p. 39), e com o teste de Grubbs e Beck (NAGHETTINI; PINTO, 2007, p. 287).
- III. Avaliar a independência dos eventos da séries com o teste não paramétrico proposto por Wald e Wolfowitz (1943), a homogeneidade por meio do teste não-paramétrico proposto por Mann e Whitney (1947) e a estacionariedade das séries pelo teste não-paramétrico de Spearman, o qual encontra-se descrito em Naghettinie Pinto (2007, p. 267).
- IV. Estimar a distribuição empírica calculando a posição de plotagem pela fórmula de Weibull, ou seja, no caso de séries de máximos por ano hidrológico temos $P(P>p) = m / ((N+1))$, onde m é número de ordem e N o tamanho de amostra.

Análise de Frequência de Vazões Máximas

Metodologia

- V. Definir as distribuições teóricas de probabilidades candidatas a modelagem das vazões máximas por ano hidrológico. As distribuições candidatas são a distribuições de Gumbel e Log-Normal.
- VI. Calcular os parâmetros das distribuições teóricas de probabilidades candidatas pelo método dos momentos-L (HOSKING; WALLIS, 1997).
- VII. Definir a distribuição teórica que será adotada na modelagem das séries a partir da verificação da aderência à distribuição empírica. A aderência da distribuição teórica candidata à curva da distribuição empírica é verificada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov a 5 % de significância.
- VIII. Estimar os quantis associados a diferentes tempos de retorno.

Os critérios, além de um melhor detalhamento dos modelos Log-Normal e Gumbel, e da metodologia de cálculo adotada na análise de frequência de máximas utilizada neste estudo, podem ser analisados em Naghettini e Pinto (2007), Pinto (2013) e Marcuzzo e Pinto (2022a,b,c).

Análise de Frequência de Vazões Máximas

Metodologia: Inversa das distribuições testadas - Log-Normal e Gumbel

A inversa da distribuição Log-Normal é calculada da seguinte forma:

$$x_T = \text{EXP}\left(\mu + \sigma \cdot Z_{(1-1/T)}\right)$$

Em que: T é o tempo de retorno (anos); x_T é o quantil associado a tempo de retorno, T ; $Z_{(1-1/T)}$ é o valor da variável normal padrão associada a probabilidade $(1 - 1/T)$. Pode ser obtida em tabelas ou empregando métodos numéricos para inverter $\Phi(x)$ apresentada no Anexo II de Marcuzzo e Pinto (2022a,b,c); μ é o parâmetro de posição; σ é o parâmetro de escala.

A inversa da distribuição de Gumbel é calculada por:

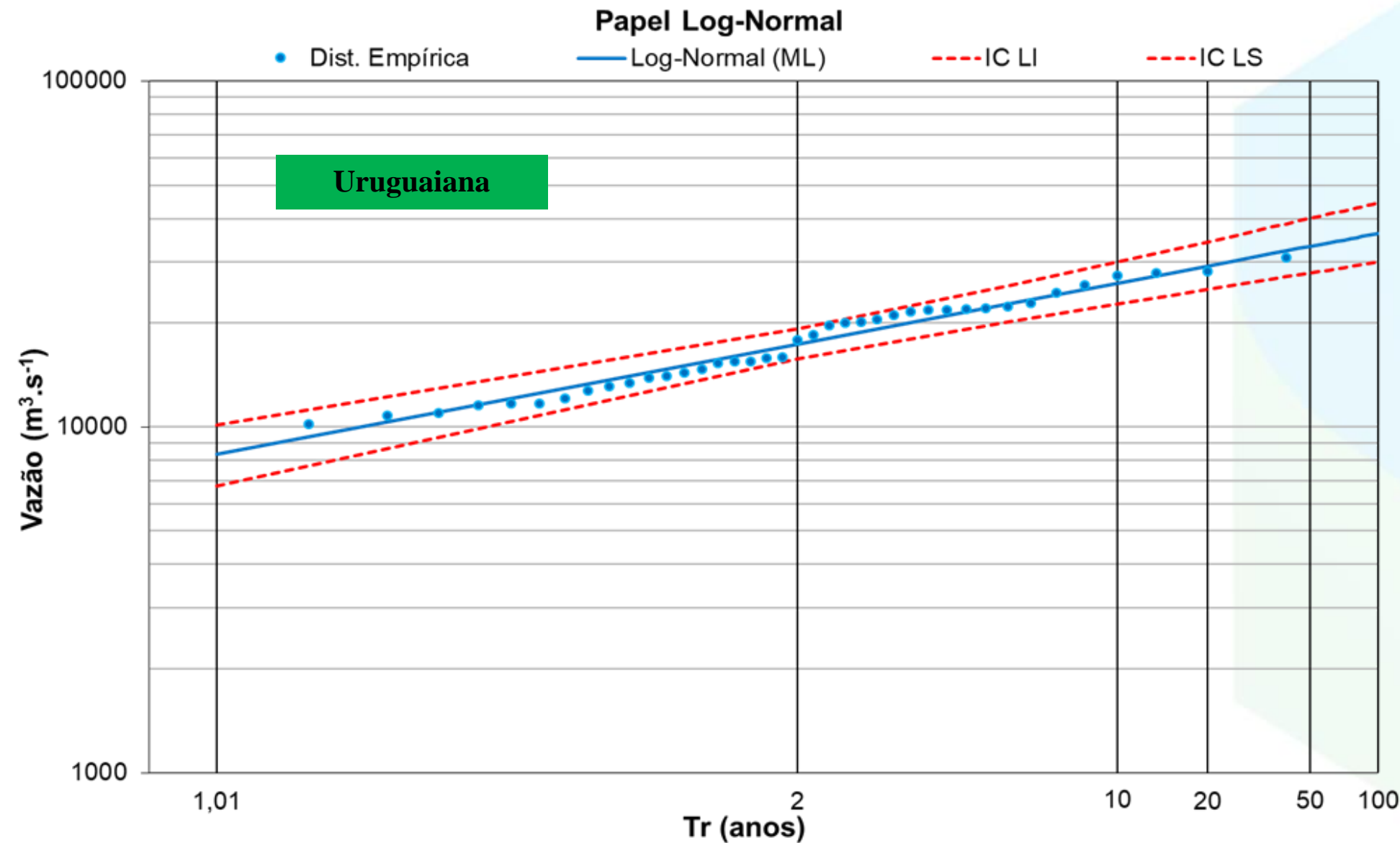
$$x_T = \beta - \alpha \ln\left[-\ln\left(1 - \frac{1}{T}\right)\right]$$

Em que: T é o tempo de retorno (anos); x_T é o quantil associado a tempo de retorno, T ; β é o parâmetro de posição; α é o parâmetro de escala.

Análise de Frequência de Vazões Máximas

Resultados

Ajuste das distribuições empírica e teórica Log-Normal da estação estudada:



Resumo da estatística das séries:

Uruguaiana									
Média (m³.s⁻¹)	Desvio Padrão (m³.s⁻¹)	Máximo (m³.s⁻¹)	Mínimo (m³.s⁻¹)	Amplitude (m³.s⁻¹)	Assimetria	Mediana (m³.s⁻¹)	1º Quartil (m³.s⁻¹)	3º Quartil (m³.s⁻¹)	AIQ (m³.s⁻¹)
18.178	5.541	30.786	1.0182	20.604	0,4	17.823	13.640	21.849	8.209

Distribuição	Posição (μ)	Escala (σ)
Log-Normal (μ, σ)	9,76254	0,31577

Vazões a serem alcançadas, em m³.s⁻¹, para diferentes tempos de retorno (de 2 a 100 anos):

Estação	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
Uruguaiana	17.371	22.659	26.036	27.905	29.201	30.193	30.997	32.256	33.225	34.014	34.976	35.759	36.212

Análise de Frequência de Vazões Máximas

Resultados

Vazões associadas as cotas de atenção, alerta e inundação no SACE Uruguai, além das respectivas maiores cheias registradas com suas vazões calculadas e os respectivos tempos de retorno e as probabilidades destas vazões serem igualadas ou superadas:

Nome e Código da Estação	Número de Anos de Dados de Cota Dupla Leitura Disponíveis ¹	Denominação da Cota de Interesse	Cota Disponível em 04/2023 (cm)	Vazão Associada a Cota Pela Curva-Chave ^{1,2} (m ³ .s ⁻¹)	Tempo de Retorno da Vazão (anos)	Probabilidade de a Vazão Ser Igualada ou Superada em um Ano Qualquer
Uruguaiana (77150000)	39	Atenção	650	8.622	1,01	99,0%
		Alerta	750	10.942	1,08	92,6%
		Inundação	850	13.574	1,28	78,1%
	Maior Cheia Histórica Registrada em 19/07/1983	1.358	30.786	28,6	3,50%	
	Cheia Registrada em 13/06/2017	1.269	27.379	13,37	7,48%	
Uma Medição de Descarga Líquida	Maior Vazão Histórica, Medida em 20/07/1983	1.354	31.025	30,19	3,31%	

¹ Os dados de entrada do modelo estão disponíveis no Anexo III de: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22857>.

² Os parâmetros da equação potencial da curva-chave utilizada são: $a = 434,6145$, $h_0 = 0,54\text{m}$ e $n = 1,659$.

Análise de Frequência de Vazões Máximas

Conclusão

- I. Analisou-se o ajuste das distribuições teóricas de probabilidade Log-Normal e Gumbel à série histórica das vazões máximas, empregando o teste de aderência não paramétrico Kolmogorov-Smirnov, ao nível de 5 % de significância.
- II. A distribuição Log-Normal com momentos L foi a escolhida por apresentar os menores resíduos entre a distribuição teoria e empírica na estação Uruguaiana (77150000), localizada no talvegue do rio Uruguai.
- III. Os tempos de retorno, e as probabilidades destas vazões serem igualadas ou superadas, em um ano qualquer, encontrados para as vazões estimadas pela curva-chave nas cotas de atenção, alerta e de inundação Uruguaiana, foram: 1,01 (99,0 %); 1,08 (92,6 %); 1,28 (78,1 %).
- IV. Observa-se que a maior vazão medida foi a quatro centímetros abaixo da maior cota observada, entretanto o tempo de retorno desta vazão medida foi maior e a probabilidade desta ser igualada ou superada, em um ano qualquer, menor. Isto se deve ao ajuste fino da parte alta da curva-chave, que, neste caso em específico, subestimou a vazão de pico calculada em relação a maior vazão medida em campo.

Todo material produzido ou utilizado direta e/ou indiretamente como apoio, neste estudo, está no artigo, para baixar da internet:

Material	Endereços (“links”) para Baixar Utilizando o Navegador de Internet
Figuras – Mapas da bacia do rio Uruguai e das áreas de drenagem das estações do SACE	PNG: https://drive.google.com/drive/folders/1uVMn0POkcGUfzo-2c71NH-NhsUNIBqpw?usp=sharing
	PDF: https://drive.google.com/drive/folders/1czW3_IUQV8JABmiINXoTIT55vc3dcABl?usp=sharing
Planilha de aplicação do Tempo de Retorno da Vazão em Uruguai	https://drive.google.com/drive/folders/1kiHWsycgc71o_UlkaD8t4jTYc-vE3Ylr?usp=share_link
Apresentação Deste Trabalho em PDF	https://drive.google.com/drive/folders/1OdIpzdNp56A1hsprJKserAC2B1vnZr?usp=share_link
LSTs – Levantamentos de Seção Transversal	https://docs.google.com/spreadsheets/d/1YgatOXZuksgapC8llMqTfRvHCV9SY57f/edit?usp=share_link&ouid=100577311085498659823&rtfpof=true&sd=true
Localização das estações KMZ Google Earth	https://drive.google.com/drive/folders/1KBDgNIY9PArQFkBYdGgTrJyH7u2oRXho?usp=share_link
Delimitação, altimetria detalhada e demais informações da bacia do rio Uruguai	https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18489 e https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17127

Mapas Bacia do Uruguai PNG



Mapas Bacia Uruguai PDF



Mapas Estado RS PDF



Sub-Bacias do Brasil



Regionalização de Vazões



Repositório do SGB / CPRM



Hidrologia da CPRM / SGB



Tutorial Cálculo TR SACE-RS



Como saber o Tempo de Retorno de cheias do Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE) nas bacias dos rios Caí, Taquari e Uruguai?
<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/24284>
<https://www.youtube.com/watch?v=iZb2jj1TI0I>



Tutorial Cálculo TR - Vídeo



Tutorial Cálculo TR - RIGEO



Trabalhos de Tempo de Retorno Publicados Pelo SGB nas Bacias dos Rios Caí, Taquari e Uruguai:

- Muçum, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22943>
- Montenegro, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22931>
- São Sebastião do Caí, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22930>
- Rosário do Sul, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22857>
- Manoel Viana, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22860>
- Alegrete, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22873>
- São Borja, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22858>
- Itaqui, RS: <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22611>
- Uruguaiana, RS (COTAS): <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22872>
- Uruguaiana, RS (VAZÃO): <https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/22856>

Conheçam o material de hidrologia disponível no site do SGB / CPRM:

SGB SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

GEOCIENTÍFICO ACESSO À INFORMAÇÃO

O que você procura?

Página Inicial > Hidrologia > Estudos Hidrológicos e Hidrogeológicos

Apresentação | Eventos Críticos | Monitoramento Hidrológico e Hidrogeológico | Gestão da Informação Hidrogeológica | Pesquisa e Inovação | Estudos Hidrológicos e Hidrogeológicos | Difusão do Conhecimento

Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras

O estudo de regionalização de vazões nas bacias hidrográficas assume um papel importante na disponibilidade de informações de vazão em bacias não monitoradas hidrologicamente, a partir do qual é possível realizar o levantamento da geodiversidade no Brasil. Isso porque, espacializa um dos elementos básicos para determinação da disponibilidade de recursos hídricos.

Além disso, os estudos de regionalização podem indicar a necessidade de melhoria da rede hidrometeorológica, seja pela necessidade de instalação de novas ou relocação de estações existentes, seja para fornecer um diagnóstico da qualidade dos dados, funcionando como ferramenta de auxílio à análise de consistência dos dados. Isso porque, em uma região de comportamento hidrológico considerado semelhante, cujas estações de monitoramento possuam séries de dados de diferentes tamanhos – séries longas e curtas, a existência de séries mais longas garantirá maior confiabilidade à variável regionalizada para as regiões com séries mais curtas, como uma forma de extensão baseada na informação espacial.

Desta forma, o Projeto Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras realiza estudos objetivando transferir informações hidrográficas de uma região monitorada para outra que não possua coleta sistemática de dados, mas considerada de comportamento hidrológico semelhante. Além disso, apresenta uma forma de distribuir espacialmente a informação pontual oferecida pelas estações de monitoramento, estendendo-a para qualquer ponto ao longo dos cursos d'água da bacia hidrográfica.

O Projeto Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras existe no SGB desde o ano 2000, quando foi firmado o convênio 015/2000 ANEEL - 013/CPRM/2000, a fim de desenvolver estudos de regionalização de vazões para sete bacias hidrográficas brasileiras. Em 2002, o convênio foi finalizado após a publicação dos relatórios-síntese, mas o SGB continuou desenvolvendo e atualizando os estudos de regionalização para subsidiar o planejamento e a gestão do território, auxiliando na mitigação dos efeitos dos eventos extremos, como as cheias e inundações.

Estudos Realizados pelo SGB

- ESTUDO DA VAZÃO DE 95% DE PERMANÊNCIA DA SUB-BACIA 58 (Bacia do rio Paraíba do Sul)

SACE SISTEMA DE ALERTA DE EVENTOS CRÍTICOS - SACE

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Página Inicial | Bacias Monitoradas | Manchas de Inundação | Secas e Estiagens | Monitoramento Especial

BACIAS MONITORADAS

Sistemas de Alertas Hidrológicos atualmente em operação:

1. Bacia do rio Amazonas: em operação desde 1989
2. Bacia do rio Paraguai (Pantanal): em operação desde 1994
3. Bacia do rio Doce: em operação desde 1996
4. Bacia do rio Cai: em operação desde 2010
5. Bacia do rio Muriaé: em operação desde 2014
6. Bacia do rio Acre: em operação desde 2014
7. Bacia do rio Madeira: em operação desde 2014
8. Bacia do rio Parnaíba: em operação desde 2015
9. Bacia do rio Taquari: em operação desde 2015
10. Bacia do rio Branco: em operação desde 2015
11. Bacia do rio Xingu: operação a partir de janeiro de 2017
12. Bacia do rio Mundaú: em operação desde dezembro de 2017
13. Bacia do rio Uruguai: em operação desde dezembro de 2018
14. Bacia do rio das Velhas: em operação desde dezembro de 2018
15. Bacia do rio Itaipucu: em operação desde dezembro de 2019
16. Bacia do rio Pomba: em operação desde dezembro de 2019
17. Bacia do rio São Francisco: em implantação (2021)

SAH SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO
Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM)

RIGeo
Repositório Institucional de Geociências - CPRM

Resultado da pesquisa

Buscar em: PRODUÇÃO CIENTÍFICA

por [] Ir

Filtros correntes: Autor [] Igual []

MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha [x]

Retornar valores

Adicionar filtros:
Utilizar filtros para refinar o resultado de busca.

Título [] Igual [] Adicionar

Resultados/Página 100 | Ordenar registros por [Data de Publicação] Ordenar [Descendente]

Registro(s) [Todos] Atualizar

Resultado 1-100 de 179.

Anterior 1 2 Próximo

Data	Título	Autor(es)
Set-2023	Tempo de retorno das cotas de grandes cheias e de atenção, alerta e inundação no talvegue do rio Uruguai	MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; PINTO, Eber José de Andrade
2022	Tempo de retorno das cotas de grandes cheias e de atenção, alerta e inundação do SAH na Bacia do Ibicuí	MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; PINTO, Eber José de Andrade
2022	Delimitação automática de bacias hidrográficas por SIG: procedimentos para tratamento de MDT	GOULARTE, Elvis Richard Pires; MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha
2022	Potenciometria, cobertura sedimentológica, capacidade de infiltração do solo e chuva anual na bacia do rio Tietê	MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; MANZIONE, Rodrigo Lilla;

Filtros

Autor

- CARDOSO, Murilo Raphael 37
- WENDLAND, Edson Cezar 21
- MELATI, Maurício Dambrós 18
- ROMERO, Vanessa 18
- MANZIONE, Rodrigo Lilla 13
- PINTO FILHO, Ricardo de Faria 13
- MELO, Denise Christina de Rezende 12
- OLIVEIRA, Nayhara de Lima 10
- FARIA, Thiago Guimarães 6
- GOULARTE, Elvis Richard Pires 6

Assunto

- HIDROLOGIA 56
- PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA 44
- PLUVIOMETRIA 43
- RAINFALL 40
- REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL 40

Hidrologia Estatística

MAURO NAGHETTINI
EBER JOSÉ DE ANDRADE PINTO

AGOSTO DE 2007

CPRM

HIDROLOGIA ESTATÍSTICA vem preencher significativa lacuna na literatura técnica especializada em língua portuguesa no campo dos recursos hídricos. O conhecimento das ferramentas de estatística é fundamental para a evolução e para a prática da hidrologia, onde encontra diversificada gama de aplicações nas atividades rotineiras ligadas aos estudos e projetos de engenharia hidrográfica, que necessitam das teorias probabilísticas para a sua solução.

Conhecer e investigar as variáveis do meio físico são atributos comuns entre os conceitos aqui registrados e o Serviço Geológico do Brasil - CPRM. O livro apresenta o material didático capaz de orientar a pesquisa, e, com essa iniciativa, a instituição amplia a viabilidade do seu papel de agente promotor dos levantamentos hidrográficos básicos no país.

HIDROLOGIA ESTATÍSTICA é publicação dirigida para os profissionais da área, bem como para a formação de alunos de graduação e pós-graduação. Mostra o saber com princípios introdutórios, análise de dados, teoria das probabilidades, variáveis aleatórias discretas e contínuas, análise de frequência, correlação e regressão. Destaca também técnicas mais sofisticadas de tratamento, manipulação e representação de dados estatísticos, com exemplos práticos reais e selecionados da rede hidrometeorológica operada pelo CPRM.

www.cprm.gov.br

CPRM
Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Ministério de Minas e Energia

Monitoramento Hidrológico e Hidrogeológico

Na linha de levantamentos hidrogeológicos, desde o início da década de 2010 o Serviço Geológico do Brasil - SGB/CPRM implementa e mantém a Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas - RIMAS. Com mais de 400 poços dedicados, a RIMAS realiza o monitoramento quali-quantitativo nos principais aquíferos livres do Brasil, como: Guarani, Alter do Chão e Uruçua. Onde a RHN não possui cobertura, a RIMAS também instala e opera estações automáticas de coleta de dados hidrometeorológicas, os quais são utilizados na estimativa de recarga dos aquíferos.

Na linha de levantamentos hidrometeorológicos, o SGB participa do planejamento e executa serviços de hidrologia para a União desde a década de 1970, bem como opera a Rede Hidrometeorológica Nacional - RHN, atualmente gerenciada pela Agência Nacional de Águas - ANA. Desde 2014, participa da implantação da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência - RHNr, através de uma parceria firmada entre o Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS, a ANA e o SGB, que prevê a otimização e a modernização da RHN.

Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN)

RIMAS

Operação Integrada de Águas Superficiais e Subterrâneas do SGB

RHNr

SGB
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

SGB-CPRM

Obrigado Pela Atenção!

francisco.marcuzzo@sgb.gov.br
eber.andrade@sgb.gov.br



SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO
FEDERAL