

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



Francisco F. N. Marcuzzo<sup>1</sup>, Eber J. de Andrade Pinto<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Porto Alegre/RS; <sup>2</sup>UFMG e SGB/CPRM – Serviço Geológico do Brasil – Belo Horizonte/MG

## Introdução e Objetivo

O Sistema de Alerta de Eventos Críticos (SACE) da bacia do rio Uruguai entrou em operação em dezembro de 2018 e realiza previsão de níveis para: Uruguaiana, Itaqui e São Borja (localizados na calha principal do rio Uruguai), Alegrete (rio Ibirapuitã), Manoel Viana (rio Ibicuí), e Rosário do Sul (rio Santa Maria), estes últimos três na sub-bacia 76 (rio Ibicuí).

Este estudo tem o objetivo de apresentar e discutir os tempos de retorno estimados para as vazões associadas as cotas das maiores cheias registradas e das cotas de atenção, alerta e de inundação do rio Uruguai, na localidade de Uruguaiana (77150000).

## Material e Métodos

A confluência dos rios Pelotas (70) e Canoas (71) forma o rio Uruguai.

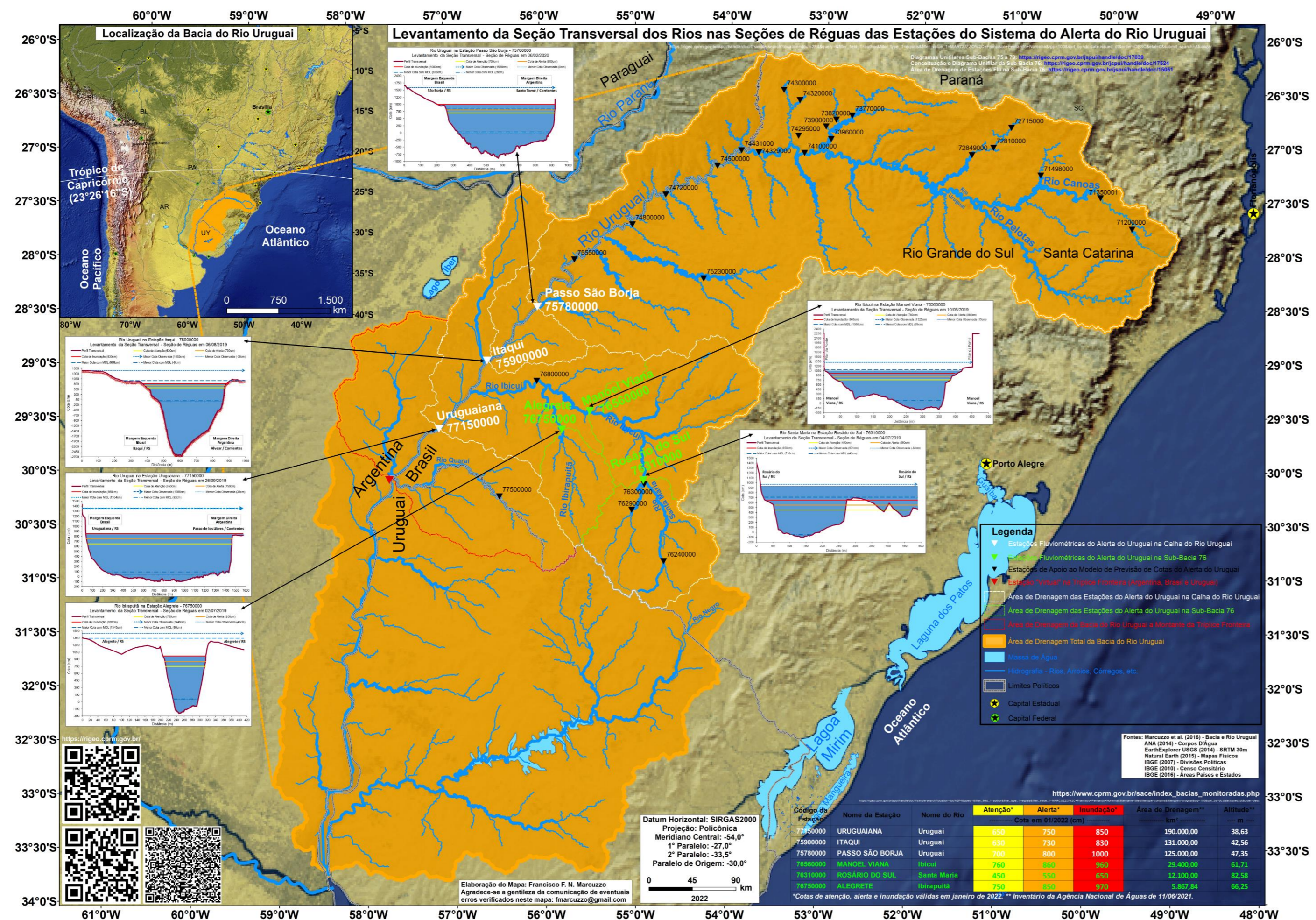


Figura 1. Bacia do rio Uruguai (7) e LSTs das estações com boletim do SACE Uruguai.

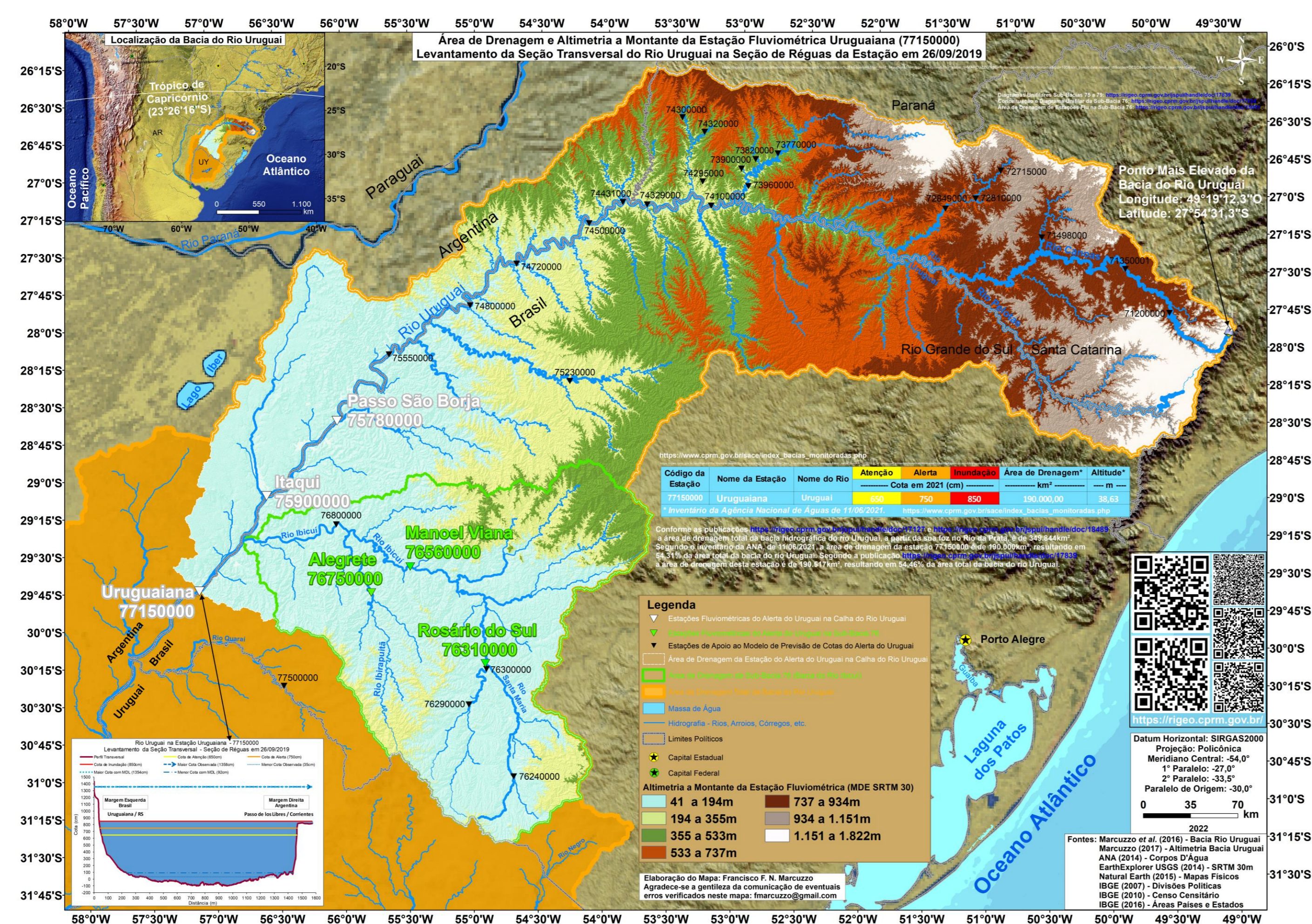


Figura 2. Área de drenagem e altimetria a montante da estação Uruguaiana (76560000).

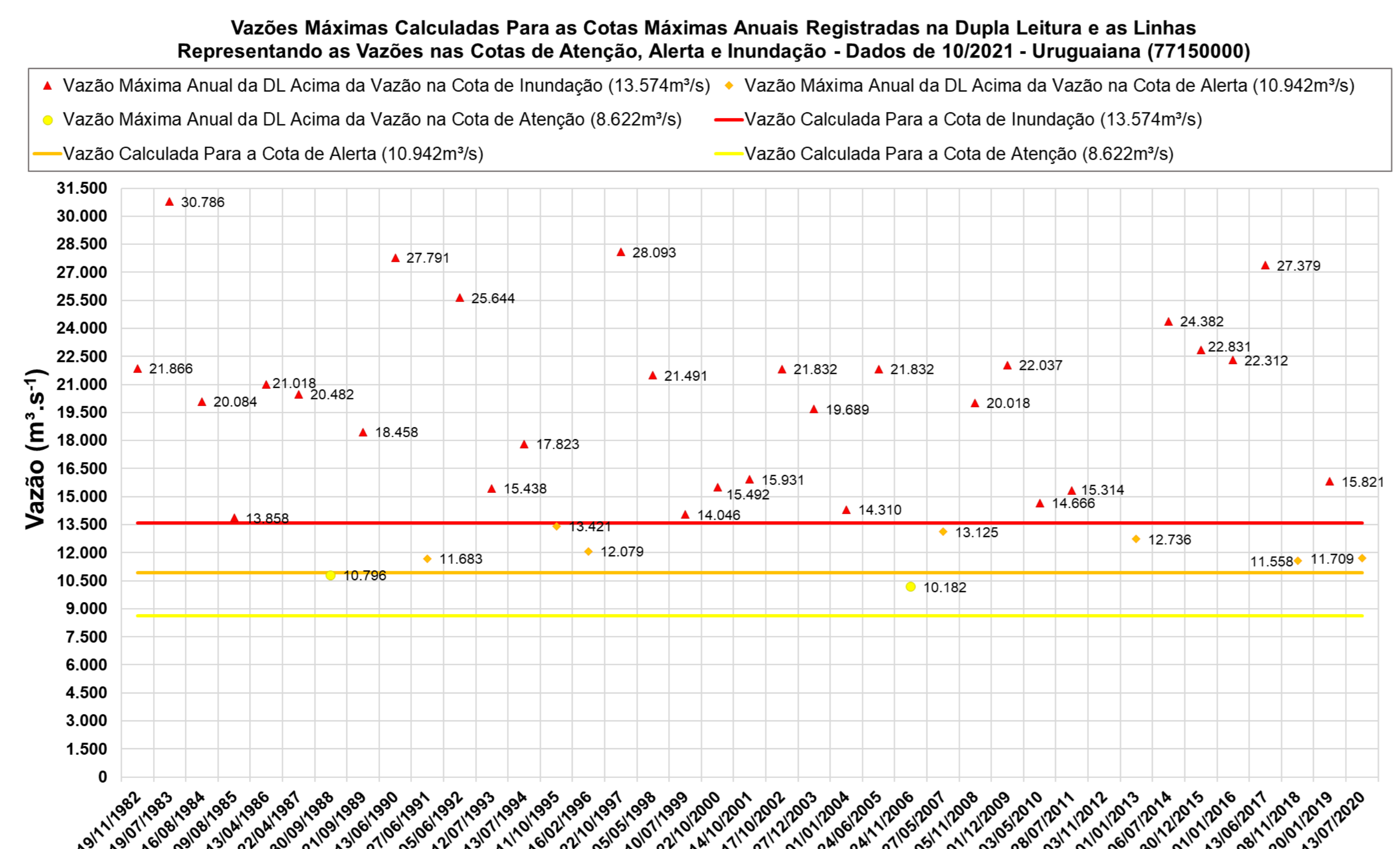


Figura 3. Vazões máximas anuais calculadas com as cotas máximas anuais dupla leitura, e as linhas representando as vazões nas cotas de atenção, alerta e inundação.

Conforme se observa na Figura 3, destes 39 valores de vazões calculados pela curva-chave com as cotas máximas DL anuais, em nenhum ano houve vazões calculadas máximas anuais menores que a vazão calculada na cota

de atenção (8.622 m³.s<sup>-1</sup> para 650 cm), e, 39 vazões máximas anuais, ou seja, 100 %, são superiores a vazão calculada para essa mesma cota de atenção. Também se observa que 37 registros, ou seja, 95 % do total de 39, são superiores a vazão calculada para a cota de alerta (10.942 m³.s<sup>-1</sup> para 750 cm) e 29 registros, ou seja, 74%, são superiores a vazão na cota de inundação (13.574 m³.s<sup>-1</sup> para 850 cm).

Tabela 1. Número e percentual de anos com as vazões calculadas com as cotas menores e maiores que a vazão calculada na cota de atenção, e maiores que as vazões calculadas nas cotas de alerta e inundação.

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%

Foram definidas as seguintes etapas para análise de frequência local de máximos por ano hidrológico (melhor detalhado no artigo):

- I. Avaliar os 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, e com o teste de Grubbs e Beck.
- III. Avaliar a independência dos eventos da séries com o teste não paramétrico, a homogeneidade por meio do teste não-paramétrico e a estacionariedade das séries pelo teste não-paramétrico de Spearman.
- 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.
- V. Definir as distribuições teóricas de probabilidades candidatas a modelagem das vazões máximas por ano hidrológico. As distribuições candidatas são a de Gumbel e Log-Normal.
- VI. Calcular os parâmetros das distribuições teóricas de probabilidades candidatas pelo método dos momentos-L.
- 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 testada por Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância.
- VIII. Estimar os quantis associados a diferentes tempos de retorno.

## Resultados e Discussão

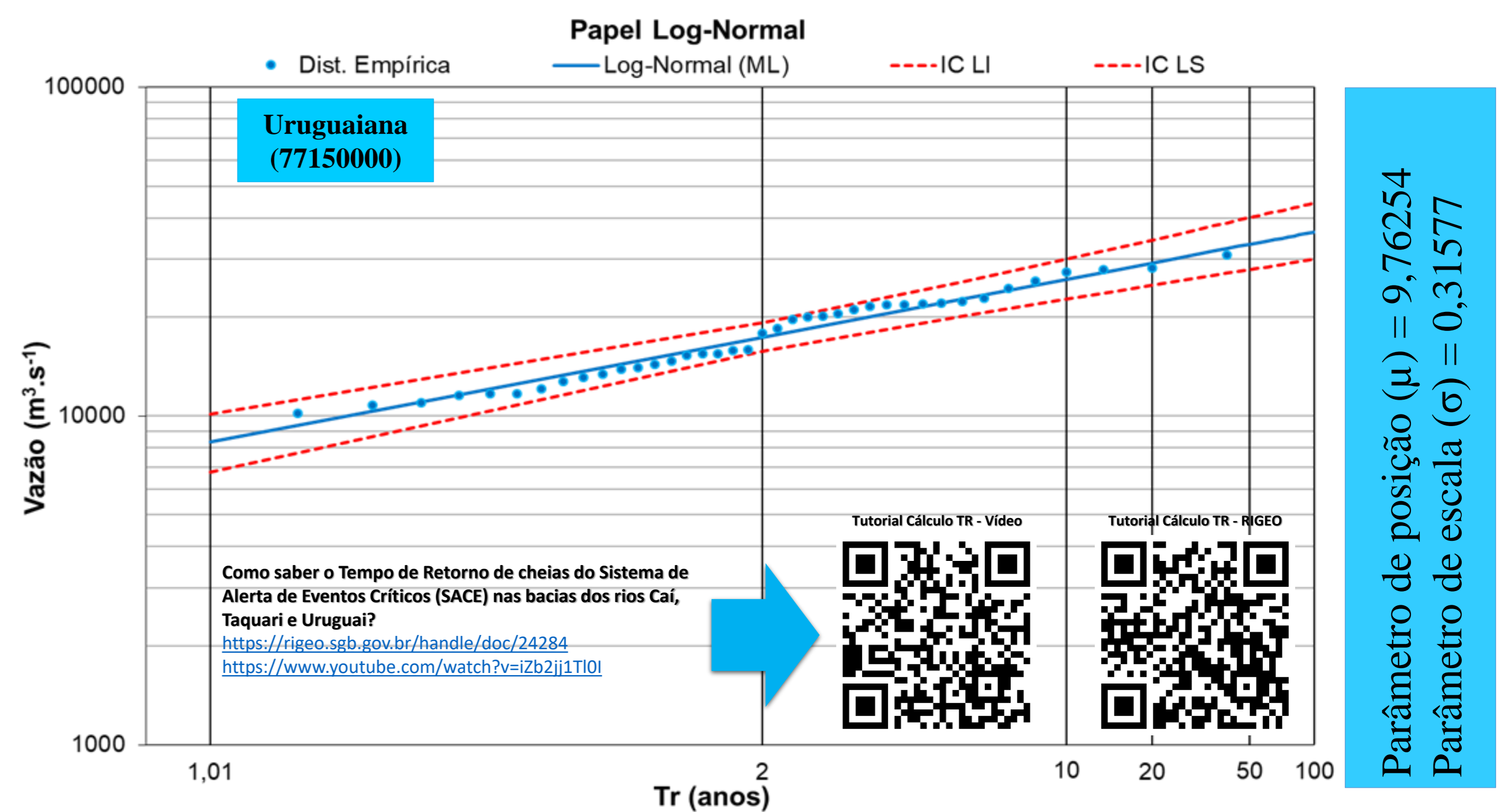


Figura 4. Ajuste das distribuições empírica e teórica Log-Normal.

Tabela 2. vazões a serem alcançadas, em centímetros, para diferentes tempos de retorno.

Estações	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

Tabela 3. Cotas de atenção, alerta e inundação no SACE Uruguai, além das respectivas maiores cheias registradas e os respectivos tempos de retorno e as probabilidades das vazões destas cotas serem igualadas ou superadas.

Nome e Código da Estação	Número de Anos de Dados de Cota Dupla Leitura Disponíveis <sup>1</sup>	Denominação da Cota de Interesse	Cota Disponível em 04/2023 (cm)	Vazão Associada a Cota Pela Curva-Chave <sup>2</sup> (m³.s <sup>-1</sup> )	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%
Uruguaiana (77150000)	39	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%
Uruguaiana (77150000)	Uma Medição de Descarga Líquida	Maior Vazão Histórica, Medida em 20/07/1983	1.354	31.025	30,19	3,31%

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

<sup>2</sup> Os parâmetros da equação potencial da curva-chave utilizada são: a = 434,6145, ho = 0,54m e n = 1,659.

## Endereços Eletrônicos Para Baixar Material

