

# TEMPO DE RETORNO DE COTAS DE GRANDES CHEIAS E DO SISTEMA DE ALERTA HIDROLÓGICO EM SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ / 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, <https://www.sgb.gov.br/sace/>) da bacia do rio Caí, considerando as informações disponíveis até 04/2023, há previsão de níveis para dois municípios: São Sebastião do Caí e Montenegro, no Rio Grande do Sul.

Esta análise de frequência local tem por objetivo apresentar e discutir os períodos de retorno estimados para as cotas das maiores inundações registradas, e, também, as cotas de atenção, alerta e inundação do SAH do rio Caí, além da cota de inundação severa, na localidade da estação Barca do Caí (87170000), no município de São Sebastião do Caí/RS.

## Material e Métodos

A área de drenagem da bacia do Caí possui 4.976 km<sup>2</sup>, perímetro de 528 km. O comprimento do rio Caí é de 262 km.

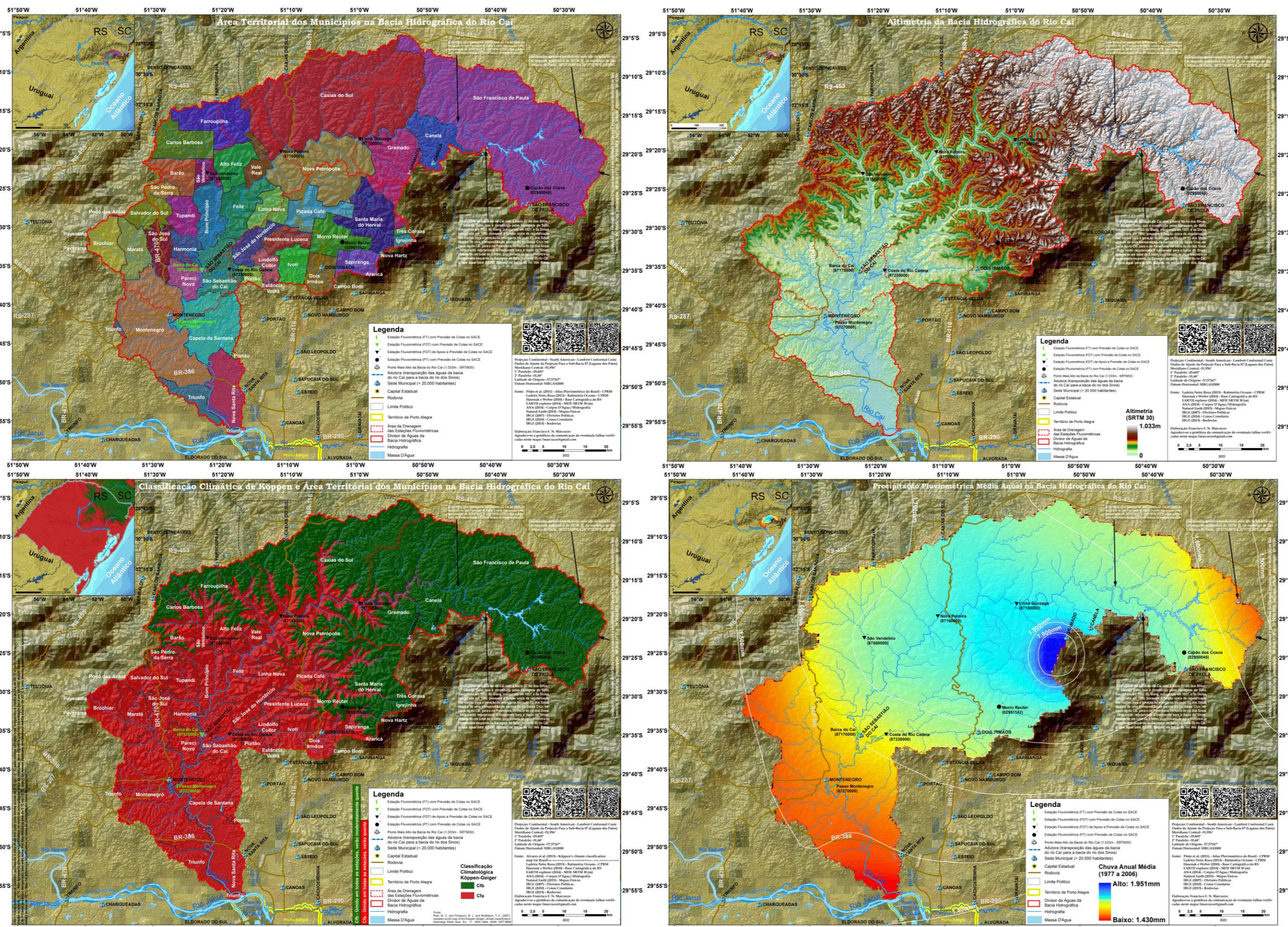


Figura 1. Área territorial dos municípios, altimetria, classificação climática de Köppen-Geiger e distribuição espacial da precipitação média anual da bacia do Caí.

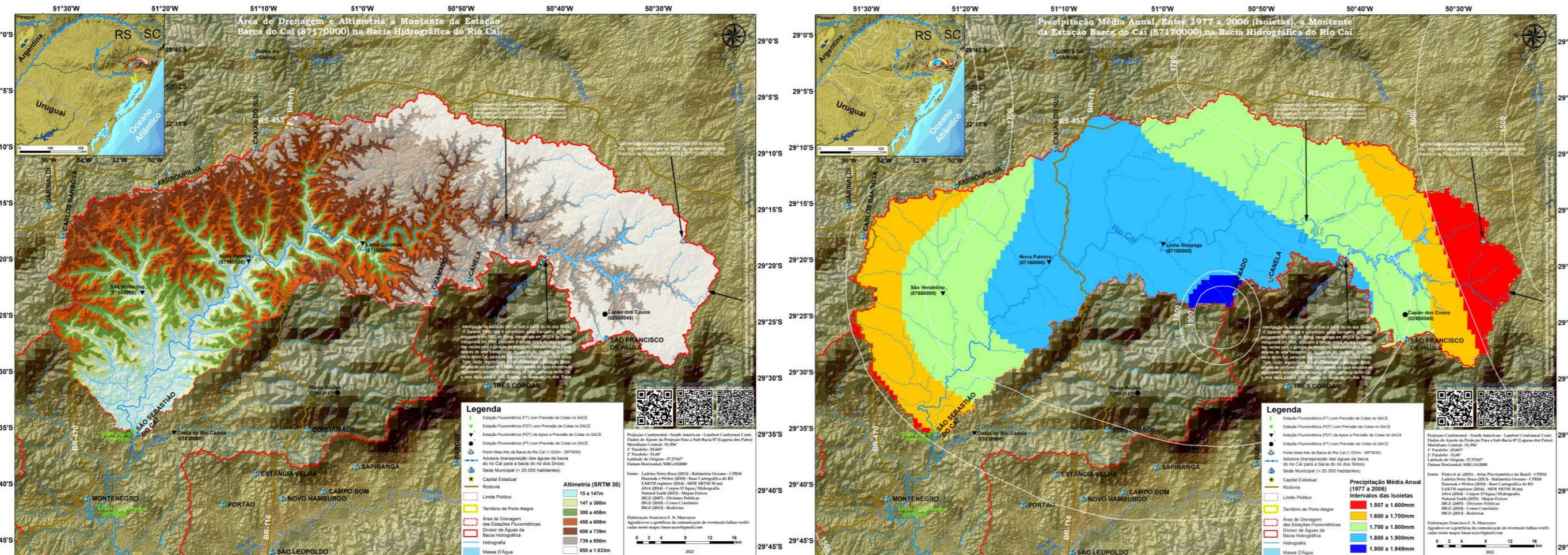


Figura 2. Altimetria e distribuição espacial da precipitação média anual a montante da estação Barca do Caí (87170000), na bacia hidrográfica do rio Caí.

Quadro 1. Cotas de atenção, alerta e inundação no SACE Caí, inundação severa (SILVA, 2021), além da área de drenagem e altitude da estação.

Código da Estação	Nome da Estação	Nome do Rio	Atenção <sup>1</sup>	Alerta <sup>1</sup>	Inundação <sup>1</sup>	Inundação Severa <sup>2</sup>	Área de Drenagem <sup>3</sup>	Altitude <sup>3</sup>
			500	700	1.050	1.250	3.030	0,76
87170000	Barca do Caí	Caí						

<sup>1</sup>Cotas utilizadas, no SACE do SGB, em março de 2023; <sup>2</sup>Estudo publicado por Silva (2021); <sup>3</sup>Inventário da Agência Nacional de Águas de 11/03/2023.

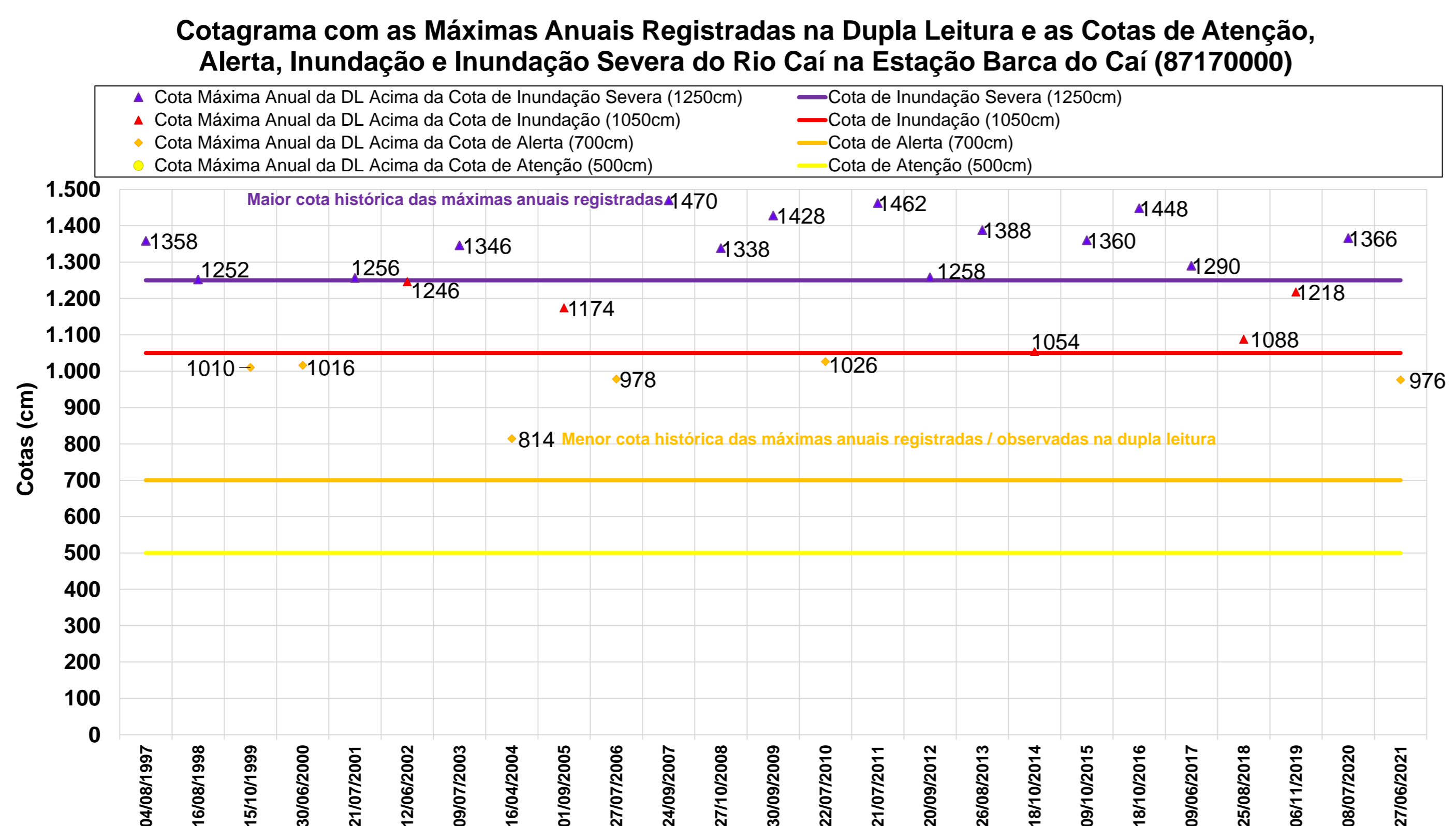


Figura 3. Cotas máximas anuais registradas nos boletins dupla leitura, e as linhas representando as cotas de interesse.

Tabela 1. Número e percentual de anos com cotas menores e maiores que a cota de atenção, e maiores que as cotas de alerta, inundação e inundação severa.

Número Total de Anos com Dados Dupla Leitura	25	% em Relação ao Total
Nº de Anos com Cotas Maiores que Inundação Severa <sup>1</sup> (1.250 cm)	14	56 %
Nº de Anos com Cotas Maiores que Inundação (1.050 cm)	19	76 %
Nº de Anos com Cotas Maiores que Alerta (700 cm)	25	100 %
Nº de Anos com Cotas Maiores que Atenção (500 cm)	25	100 %
Nº de Anos com Cotas Menores que Atenção (500 cm)	0	0 %

Cotas Máximas Anuais que Atingiram as Cotas de Atenção, Alerta, Inundação e Inundação Severa, em Cada Mês, no Rio Caí na Estação Barca do Caí (87170000) - Total de 25 Anos com Dados Completos de Dupla Leitura

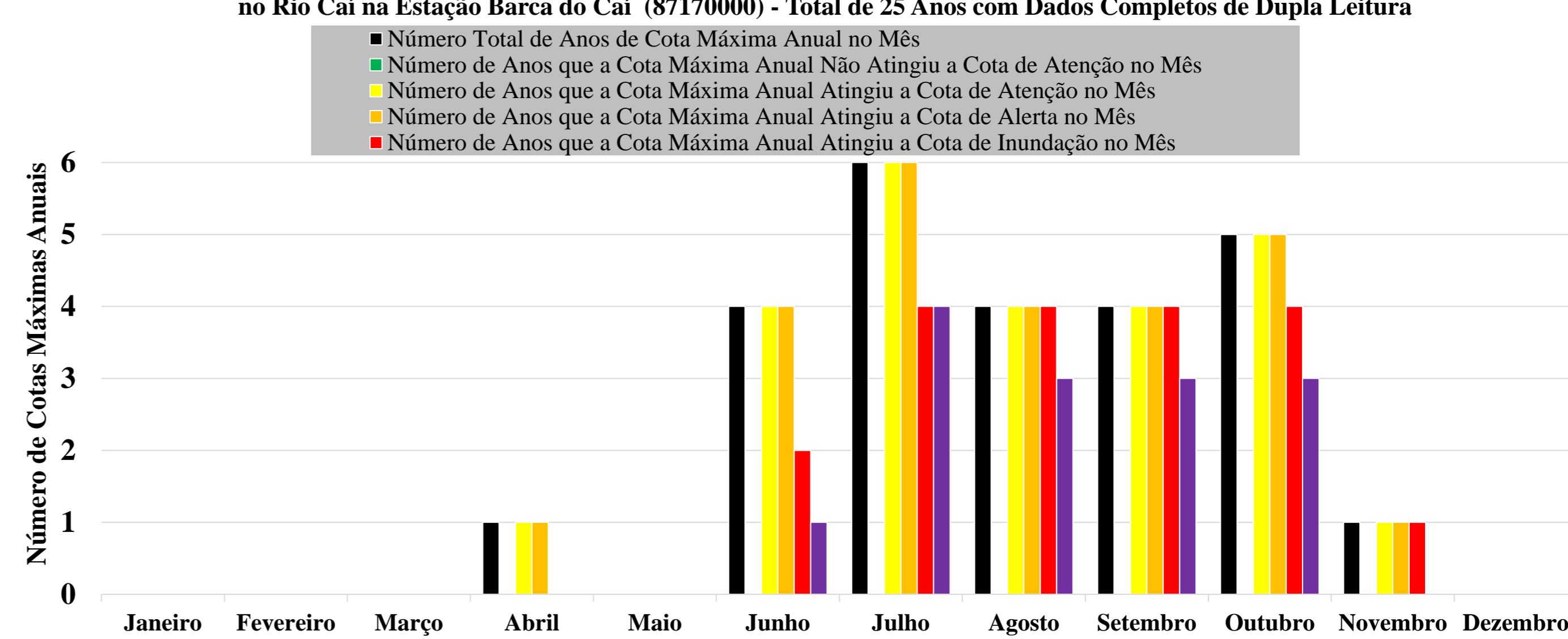


Figura 4. Cotas máximas anuais que atingiram as cotas de atenção, alerta, inundação e inundação severa, em cada mês.

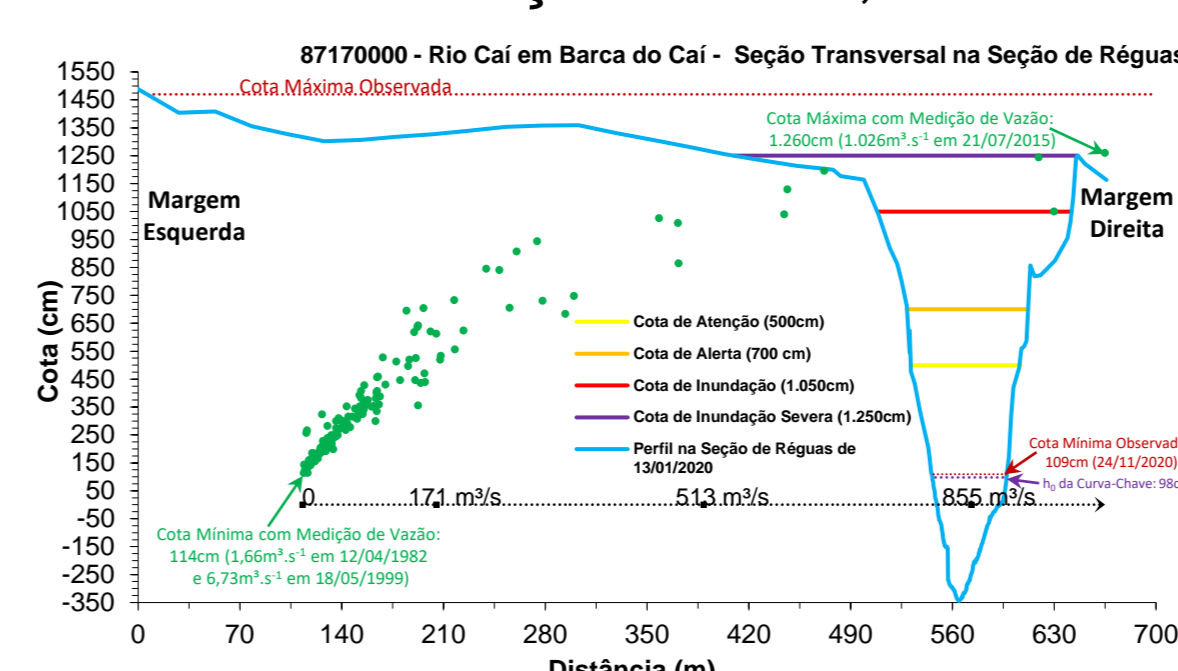


Figura 5. LST em Barca do Caí (87170000).

A Figura 5 (LST) apresenta graficamente as cotas de atenção (500 cm), alerta (700 cm), inundação (1.050 cm) e inundação severa (1.250 cm) para a cidade de São Sebastião do Caí/RS, bem como, a maior e menor cota observada e a maior e a menor cota com MDL, além do h<sub>0</sub> estimado pela curva-chave. A maior cota DL registrada em Barca do Caí (87170000) foi 1.470 cm, em 24/09/2007.

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

- I. Avaliar a consistência dos dados e organizar a série de cotas 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 cotas 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

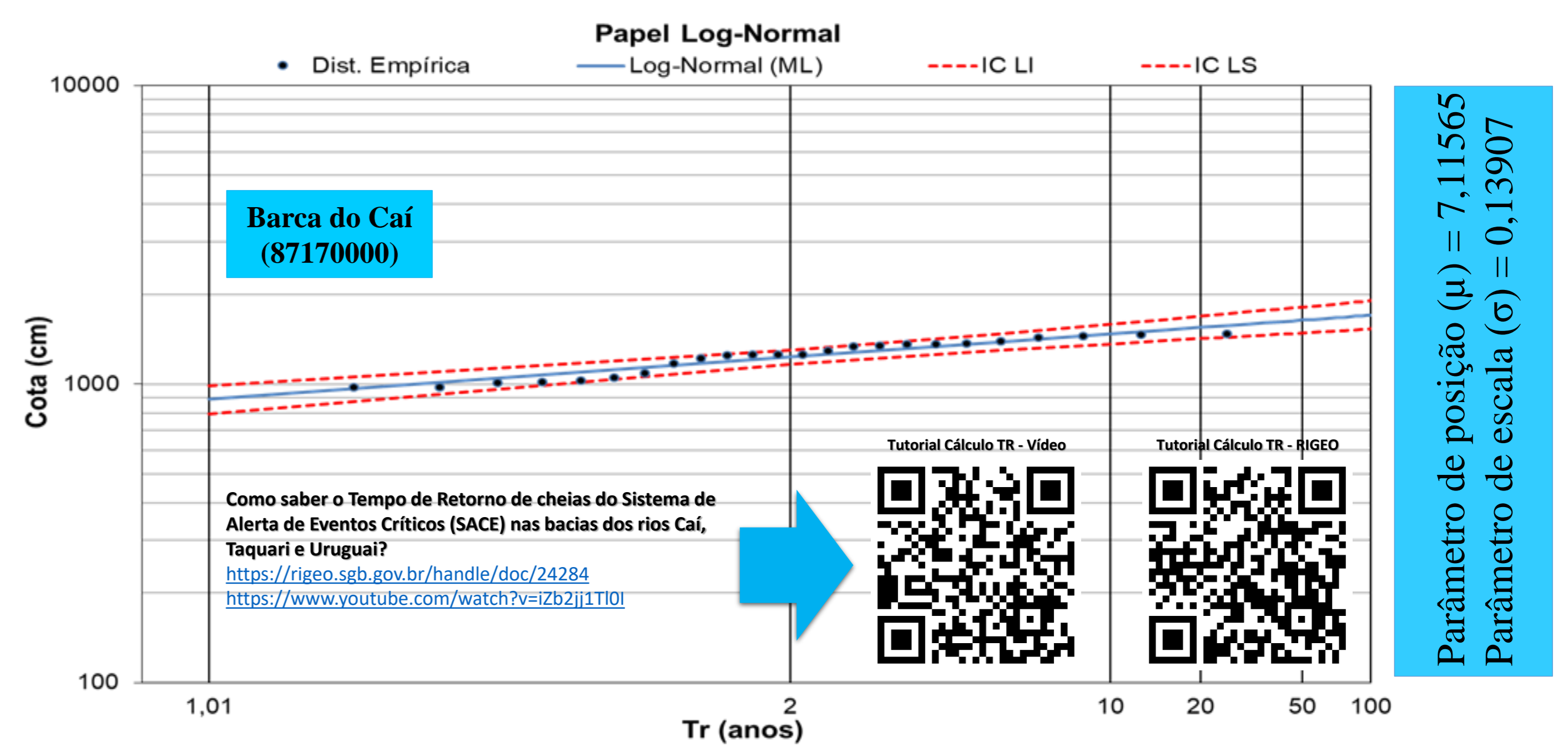


Figura 6. Ajuste das distribuições empírica e teórica Log-Normal.

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

Estação	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
Barca do Caí	1.231	1.384	1.471	1.517	1.547	1.570	1.589	1.617	1.638	1.655	1.676	1.692	1.701

Tabela 3. Cotas de atenção, alerta e inundação no SACE Caí, além das respectivas maiores cheias registradas, tempos de retorno e as probabilidades 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 03/2023 (cm)	Tempo de Retorno da Cota (anos)	Probabilidade da Cota Ser Igualada ou Superada em um Ano Qualquer
Barca do Caí (87170000)	25	Atenção	500	1,0	100,0 %
		Alerta	700	1,0	100,0 %
		Inundação	1.050	1,14	87,72 %
		Inundação Severa	1.250	2,2	45,70 %
		Maior Cheia Histórica Registrada em 24/09/2007	1.470	9,89	10,11 %
		2ª Maior Cheia Histórica Registrada em 21/07/2011	1.462	9,24	10,82 %
Maior Cota com Medição de Descarga Líquida (1.026 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ), Executada em 21/07/2015			1.260	2,31	43,29 %

## Endereços Eletrônicos Para Baixar Material

