

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,**  
**MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS**

**AVALIAÇÃO DE DISTRIBUIÇÕES DE**  
**PROBABILIDADES DAS VAZÕES MÉDIAS**  
**DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS DO BRASIL**

**Karoline Tenório da Costa**

**Belo Horizonte**

**2014**

**AVALIAÇÃO DE DISTRIBUIÇÕES DE  
PROBABILIDADES DAS VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS  
MÁXIMAS ANUAIS DO BRASIL**

**Karoline Tenório da Costa**

# **AVALIAÇÃO DE DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES DAS VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS MÁXIMAS ANUAIS DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Linha de pesquisa: Modelagem de processos hidrológicos

Orientador: Prof. Dr. Wilson dos Santos Fernandes

Belo Horizonte  
Escola de Engenharia da UFMG  
2014

C837a	<p>Costa, Karoline Tenório da. Avaliação de distribuições de probabilidades das vazões médias diárias máximas anuais do Brasil [manuscrito] / Karoline Tenório da Costa. - 2014. xvi, 194 f., enc.: il.</p> <p>Orientador: Wilson dos Santos Fernandes.</p> <p>Dissertação (mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.</p> <p>Anexos: f. 121-194.</p> <p>Bibliografia: f. 115-120.</p> <p>1. Saneamento - Teses. 2. Meio ambiente - Teses. 3. Recursos hídricos - Desenvolvimento - Teses. I. Fernandes, Wilson dos Santos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.</p> <p>CDU: 628(043)</p>
-------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de Engenharia

Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Avenida Antônio Carlos, 6627 - 4º andar - 31270-901 - Belo Horizonte – BRASIL

Telefax: 55 (31) 3409-1882 - posgrad@desa.ufmg.br

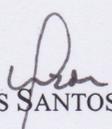
<http://www.smarh.eng.ufmg.br>

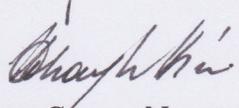
## FOLHA DE APROVAÇÃO

Avaliação de Distribuições de Probabilidades de Vazões  
Médias Diárias Máximas Anuais no Brasil

**KAROLINE TENÓRIO DA COSTA**

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora constituída pelos Senhores:

  
Prof. WILSON DOS SANTOS FERNANDES

  
Prof. MAURO DA CUNHA NAGHETTINI

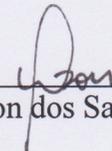
  
Prof. MÁRIO CICARELI PINHEIRO

  
Prof. HEINZ DIETER OSKAR AUGUST FILL

Aprovada pelo Colegiado do PG SMARH

Versão Final aprovada por

\_\_\_\_\_  
Prof. Juliana Calábria de Araújo  
Coordenadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Wilson dos Santos Fernandes  
Orientador

Belo Horizonte, 19 de maio de 2014.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

“A estatística é a gramática da ciência”

Karl Pearson

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos que de alguma maneira me apoiaram e acreditaram em mim nesses dois anos de mestrado.

Agradeço aos meus pais pelo amor incondicional, por sempre me incentivarem a ser e fazer o que eu achasse melhor, por terem me dado educação, valores e me ensinado a andar de cabeça erguida todos os dias.

A minha família, irmãos, primos, tios e avó.

Ao professor Wilson dos Santos Fernandes, pela sugestão do tema do trabalho, pelas incontáveis horas de orientação e apoio durante o seu desenvolvimento, pelo estímulo e paciência, mesmo quando o cansaço parecia me abater e pela confiança na minha capacidade.

Ao professor Mauro Naghettini, por despertar meu interesse na hidrologia estatística, pelos estímulos acadêmicos e por sempre deixar a porta aberta, não importa a dúvida que eu tivesse.

Aos demais professores e funcionários do EHR.

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de mestrado.

A minha querida amiga Juliana Veiga e sua família, por me acolherem em sua casa me fazendo sentir parte de sua família, quando a minha está tão distante.

A Rodrigo Toscano e Luara Zucolotto, pela paciência, companheirismo, amizade e pelas horas de distração mais que necessárias e que sempre parecem mais curtas do que precisam ser.

Aos demais colegas e amigos que fizeram parte dessa conquista.

## RESUMO

A análise de frequência de dados hidrológicos ou climatológicos tem sido a principal ferramenta utilizada por engenheiros para a estimativa do risco ambiental de obras civis. Uma das etapas necessárias para a análise de frequência consiste na escolha de um modelo probabilístico para estimar vazões para determinados tempos de retorno com base em dados observados. No entanto, essa etapa tem sido realizada de maneira subjetiva no Brasil, o que pode comprometer o uso desse método. No presente trabalho, diversos modelos probabilísticos foram avaliados com o intuito de indicar os que melhor se adaptam aos dados fluviométricos brasileiros, tendo em vista fomentar a discussão acerca da padronização dos métodos utilizados na análise de frequência no Brasil. Os dados utilizados foram coletados automaticamente a partir do Web Service da Agência Nacional de Águas (ANA), segundo alguns critérios pré-definidos para eliminar estações com muitas falhas e com dados atípicos. Os dados foram caracterizados de acordo com estatísticas amostrais, que foram associadas às características climatológicas das regiões geográficas do Brasil. A adequação das 1943 amostras foi garantida através da aplicação de critérios para eliminar estações com um número grande de dados faltosos e dos testes de Mann-Whitney, Spearman e Pettit, para testar a homogeneidade, a estacionariedade e a presença de saltos, respectivamente. Para a avaliação dos modelos probabilísticos mais adequados aos dados brasileiros foram utilizados os critérios de informação de Akaike (AIC), e Bayesiano (BIC) e um critério baseado no teste de aderência de Anderson Darling (ADC), o diagrama de quocientes de momentos-L, o método de Beard e o software SEAF. Os resultados obtidos com a aplicação de tais procedimentos mostram que as distribuições de probabilidades mais adequadas para os dados brasileiros são as distribuições log-normal de dois e três parâmetros e que a única distribuição entre as testadas que não mostrou-se adequada aos dados brasileiros foi a generalizada de Pareto. Esses métodos foram ainda aplicados às regiões geográficas brasileiras e à regiões com características similares delimitadas através de análise de clusters no presente trabalho. Os resultados obtidos com essa análise foram mais diversificados e, portanto, não foram tão conclusivos, embora as distribuições log-normal de dois e três parâmetros sempre estivessem entre as mais indicadas na maioria das regiões. Nas últimas etapas do trabalho, foi focado o estudo dos recordes de vazão. Foram construídas curvas envoltórias de recordes de vazão para o Brasil e para as regiões com características similares delimitadas no presente trabalho e suas equações empíricas foram definidas em função somente da área de drenagem. Além disso, foram atribuídas probabilidades de excedência de cada um dos recordes estudados.

## ABSTRACT

The frequency analysis of hydrologic and climate data has been the main tool used by engineers to estimate the environmental risk of civil works. One of the steps necessary for frequency analysis consists of choosing a probabilistic model to estimate flows for certain return periods based on observed data. However, this step has been performed subjectively in Brazil, which may compromise the use of this method. In this paper, several probabilistic models were evaluated to indicate which one was the best fit to Brazilian runoff data in order to stimulate discussion about the standardization of the methods used in the frequency analysis. The data were collected automatically from the Web Service of the National Water Agency (ANA), according to pre-defined criteria to eliminate years with outliers and big gaps. The adequacy of the 1943 samples was ensured through the application of criteria to eliminate stations with a large number of missing data and the Mann –Whitney, Spearman and Pettit tests, to test the homogeneity, stationarity and shifts in the mean and variance, respectively. The Akaike information criterion (AIC), Bayesian information criterion (BIC) and a goodness-of-fit measure based on the Anderson Darling test, , the diagram of L-moments ratios, the method of Beard and the SEAF software were used to assess which probabilistic models are the most suitable to Brazilian data. The results obtained with the application of such procedures show that the most appropriate probability distributions for the Brazilian data are the two and three parameters log-normal distributions and that the only distribution among tested proved not adequate to the Brazilian data was the generalized Pareto. These methods were also applied to geographical regions and regions with similar characteristics defined by cluster analysis in this study. The results obtained from this analysis were more diversified and therefore were not as conclusive, although the log-normal distributions of two and three parameters were always among the most suitable in most regions. In the last sections of this work, the study was focused on the floods of records. Envelopes curves for maximum floods were developed for Brazil and for regions with similar characteristics defined previously in this work and their empirical equations were defined as a function of the drainage area. Moreover, the probability of exceedence of each record was estimated.

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>XIV</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....</b>	<b>XVI</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	4
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
3.1 ESCOLHA DE DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADE PARA VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS.....	5
3.1.1 <i>Distribuições de Probabilidade</i> .....	10
3.1.2 <i>Métodos de estimação de parâmetros</i> .....	20
3.2 MÉTODOS PARA SELEÇÃO DAS DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES.....	22
3.2.1 <i>Testes estatísticos de aderência</i> .....	23
3.2.2 <i>Número de excedências esperado</i> .....	24
3.2.3 <i>Critério de Informação de Akaike</i> .....	26
3.2.4 <i>Critério de Informação Bayesiano</i> .....	27
3.2.5 <i>Diagrama de momentos-L</i> .....	28
3.3 TEORIA DOS RECORDES E CURVA ENVOLTÓRIA DE RECORDES DE VAZÃO.....	30
3.3.1 <i>Introdução</i> .....	30
3.3.2 <i>Curva envoltória de recordes de vazão</i> .....	31
3.3.3 <i>Construção e equações empíricas da curva envoltória</i> .....	33
3.3.4 <i>Estimação da probabilidade de excedência dos recordes de vazão</i> .....	34
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
4.1 COLETA, ANÁLISE DOS DADOS E OBTENÇÃO DOS RECORDES DE VAZÃO.....	36
4.1.1 <i>Web Service da Agência Nacional de Águas</i> .....	36
4.1.2 <i>Definição de um ano operacional</i> .....	37
4.1.3 <i>Critérios de eliminação de anos</i> .....	40
4.1.4 <i>Tamanho mínimo das amostras</i> .....	42
4.2 APLICAÇÃO DE TESTES ESTATÍSTICOS PARA A ADEQUAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	44
4.2.1 <i>Teste não-paramétrico de Mann-Whitney</i> .....	45
4.2.2 <i>Teste não-paramétrico de Spearman</i> .....	46
4.2.3 <i>Teste não paramétrico de Pettit</i> .....	47
4.2.4 <i>Teste de Grubbs e Beck para a detecção e identificação de pontos atípicos</i> .....	48
4.2.5 <i>Escoamentos nulos</i> .....	49
4.3 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE SELEÇÃO DOS MODELOS PROBABILÍSTICOS.....	49
4.3.1 <i>Critérios de informação e seleção de modelos</i> .....	50
4.3.2 <i>SEAF – Sistema especialista de análise de frequência</i> .....	51
4.3.3 <i>Número de excedências esperado</i> .....	53
4.3.4 <i>Diagrama dos momentos-L</i> .....	55
4.3.5 <i>Divisão do país em regiões com características similares</i> .....	56
4.4 CARACTERIZAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RECORDES DE VAZÃO.....	58
4.4.1 <i>Construção da curva envoltória de recordes de vazão</i> .....	59
4.4.2 <i>Estimação da probabilidade de excedência de recordes de vazão</i> .....	59

<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>60</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO DAS VAZÕES MÁXIMAS DIÁRIAS ANUAIS	60
5.1.1	<i>Média das vazões médias diárias máximas anuais</i>	62
5.1.2	<i>Coefficiente de variação das vazões médias diárias máximas anuais</i>	64
5.1.3	<i>Coefficiente de assimetria das vazões médias diárias máximas anuais</i>	66
5.1.4	<i>Coefficiente de curtose das vazões médias diárias máximas anuais</i>	74
5.1.5	<i>Recordes de vazão</i>	76
5.1.6	<i>Discussões</i>	80
5.2	CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS APÓS A APLICAÇÃO DE TESTES ESTATÍSTICOS	83
5.2.1	<i>Análise dos pontos atípicos e escoamentos nulos</i>	86
5.3	SELEÇÃO DOS MODELOS PROBABILÍSTICOS	88
5.3.1	<i>Crítérios de informação e seleção de modelos</i>	88
5.3.2	<i>SEAF – Sistema especialista de análise de frequência</i>	90
5.3.3	<i>Número de excedências esperado</i>	92
5.3.4	<i>Diagrama dos momentos-L</i>	94
5.3.5	<i>Regiões com características similares</i>	96
5.3.6	<i>Discussões</i>	100
5.4	CURVA ENVOLTÓRIA DE RECORDES DE VAZÃO	101
5.5	ESTIMAÇÃO DA PROBABILIDADE DE EXCEDÊNCIA DOS RECORDES DE VAZÃO	104
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>110</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXO I – MOMENTOS-L E ESTIMADORES DOS PARÂMETROS DAS DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES</b>	<b>121</b>
	<b>ANEXO II – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS</b>	<b>125</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Exemplos de funções densidade da distribuição Log-Normal.....	12
Figura 3.2 - Exemplos de funções densidade da distribuição Exponencial.....	13
Figura 3.3 - Exemplos de funções densidade da distribuição Gama.....	14
Figura 3.4 - Exemplos de funções densidade da distribuição Pearson tipo III.....	16
Figura 3.5 - Exemplos de funções densidade da distribuição LP3, com diferentes combinações de $\alpha$ e $\beta$ , e com $\gamma = 1$ (Adaptado de Griffs e Stedinger, 2007).....	17
Figura 3.6 - Exemplos de funções densidade da distribuição GEV.....	18
Figura 3.7 - Exemplos de funções densidade da distribuição de Gumbel.....	19
Figura 3.8 – Curva envoltória construída com dados de um período anterior a 1925. Vazão Q em pés <sup>3</sup> /s e área A em milhas <sup>2</sup> . Fonte: Castellarin, 2005. ....	31
Figura 4.1 – Algumas características do sistema WEBSservice da ANA.....	37
Figura 4.2 (a) e (b) – Hietogramas construídos a partir das normais de precipitação de cada estado do Brasil. ....	40
Figura 4.3 – Ilustração dos critérios de eliminação de anos adaptados de Papalexiou e Koutsoyiannis (2013). A vazão máxima anual é rejeitada (vazões destacadas com retângulos vermelhos) se a sua posição estiver entre as 40% menores (Posições destacadas com os retângulos vermelhos) e a porcentagem de falhas for maior que 1/3 (Falhas destacadas com os retângulos vermelhos).....	42
Figura 4.4 – Estações fluviométricas com, no mínimo, (a) 10 anos de dados (b) 20 anos de dados e (c) 30 anos de dados. ....	43
Figura 4.5 – Fluxograma da aplicação do método de Beard.....	55
Figura 4.6 – Divisão do país em regiões com características semelhantes.....	57
Figura 5.1 – Relação entre o número de estações e o tamanho da amostra em anos de cada estação.....	60
Figura 5.2 – Número de dados registrados e os anos em que elesJ ocorreram.....	61
Figura 5.3 – Relação entre a média das vazões médias diárias máximas anuais em m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup> (vazão específica) e as estações.....	62
Figura 5.4 – Mapeamento das médias das vazões médias diárias máximas anuais, em m <sup>3</sup> /s.km <sup>2</sup> (vazões específicas).....	63
Figura 5.5 – Relação entre os coeficientes de variação das VMDMA e o número de estações.....	65
Figura 5.6 – Mapeamento dos coeficientes de variação das vazões médias diárias máximas anuais.....	66
Figura 5.7 – Relação entre os coeficientes de assimetria das VMDMA e o número de estações.....	68
Figura 5.8 – Mapeamento dos coeficientes de assimetria das vazões médias diárias máximas anuais.....	69
Figura 5.9 – Comparação entre a relação teórica entre os coeficientes de assimetria e de variação das distribuições LN2, GAMA e GUM e a relação entre os coeficientes de assimetria e de variação amostrais das vazões médias diárias máximas anuais.....	70

Figura 5.10 - Comparação entre a relação teórica entre os coeficientes de assimetria e de variação das distribuições LN2, GAMA e GUM e a relação entre os coeficientes de assimetria e de variação amostrais das vazões médias diárias máximas anuais nas regiões geográficas do Brasil .....	71
Figura 5.11 – Comparação entre o número de estações com assimetria negativa e o total de estações em cada região geográfica do Brasil .....	72
Figura 5.12 – Tamanho das séries com assimetria negativa.....	73
Figura 5.13 – Histograma de frequências absolutas da estação 10800000 no Amazonas.....	74
Figura 5.14 – Relação entre os coeficientes de curtose das VMDMA e o número de estações .....	75
Figura 5.15 – Mapeamento do coeficiente de curtose das vazões médias diárias máximas anuais .....	76
Figura 5.16 – Relação entre os recordes de vazão em $m^3/s.km^2$ e o número de estações .....	77
Figura 5.17 – Mapeamento dos recordes de vazão.....	78
Figura 5.18 – Recordes de vazão e os anos em que eles ocorreram.....	79
Figura 5.19 – Estações com recordes maiores que $2 m^3/s.km^2$ .....	80
Figura 5.20 – Relação entre o número de estações e o tamanho da amostra de cada estação e o número de dados e os anos em que eles foram registrados .....	84
Figura 5.21 – Mapeamento das estações consideradas no estudo após a aplicação dos testes estatísticos para a adequação das amostras.....	85
Figura 5.22 – Relação entre o número de estações e a dimensão dos <i>outliers</i> (representada pela divisão dos <i>outliers</i> pela média da estação).....	86
Figura 5.23 – Mapeamento dos pontos atípicos .....	87
Figura 5.24 – Distribuições de probabilidades indicadas com a aplicação do AICc, do AIC e do ADC.....	89
Figura 5.25 - Diagrama de momentos-L mostrando a relação entre $\tau_3$ e $\tau_4$ para as vazões máximas anuais.....	95
Figura 5.26 – Diagrama de momentos-L mostrando a relação entre $\tau_3$ e $\tau_4$ para os logarítimos naturais das VMDMA .....	95
Figura 5.27 - Diagrama de momentos-L mostrando a relação entre $\tau_3$ e $\tau_2$ para as VMDMA .....	95
Figura 5.28 - Diagramas de momentos-L mostrando a relação entre $\tau_3$ e $\tau_4$ para as vazões máximas anuais, $\tau_3$ e $\tau_4$ para os logarítimos naturais das vazões máximas anuais, e $\tau_3$ e $\tau_2$ para as vazões máximas anuais de cada região selecionada (em cada coluna um tipo de diagrama, em cada linha uma região) .....	99
Figura 5.29 – Curva envoltória de recordes de vazão do Brasil.....	101
Figura 5.30 – Curva envoltória de recordes de vazão do Brasil dividida em três trechos com inclinações diferentes .....	102
Figura 5.31 – Curvas envoltórias de recordes de vazão de diversas regiões do Brasil .....	103
Figura 5.32 – Histograma dos valores de probabilidade de excedência ( $P_n$ ) calculados com todos os recordes brasileiros.....	105
Figura 5.33 – Distribuição das probabilidades de excedência dos recordes observados nas seis regiões pré-definidas.....	106

Figura 5.34 – Distribuição espacial dos anos em que as vazões recorde ocorreram.....	107
Figura 5.35 – Distribuição espacial das probabilidades de excedência dos recordes.....	108

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Peso da cauda superior de algumas distribuições comuns. As distribuições estão ordenadas de caudas pesadas para caudas leves e A e B denotam constantes arbitrárias positivas. Adaptado de Hosking e Wallis (1997). .....	11
Tabela 3.2 – Equações para o cálculo da probabilidade de excedência esperada ( $P_N$ ) em função da probabilidade de excedência especificada ( $P_s$ ) e do tamanho da amostra N (Adaptado de IACWD, 1982). .....	26
Tabela 3.3 – Aproximações polinomiais de $\tau_4$ em função de $\tau_3$ (Adaptado de Hosking e Wallis, 1997) .....	29
Tabela 4.1 – Mês de início do ano hidrológico de cada estado .....	38
Tabela 4.2 - Comparação entre as características das séries considerando o número mínimo de anos de dados como 10, 20 ou 30 .....	44
Tabela 4.3 – Coeficientes da equação (4.16), adaptado de Laio, 2004 .....	51
Tabela 4.4 – Aproximações polinomiais de $\tau_2$ em função de $\tau_3$ (Adaptado de Vogel, 1996) .....	56
Tabela 4.5 – Características das regiões .....	58
Tabela 5.1 – Estatísticas descritivas das 1943 estações consideradas no estudo .....	61
Tabela 5.2 – Diferença entre as médias, os recordes e os coeficientes de variação das estações com assimetria negativa em relação ao conjunto total de dados .....	73
Tabela 5.3 – Estatísticas descritivas dos recordes de vazão .....	79
Tabela 5.4 – Comparações entre as amostras consideradas inicialmente (amostras iniciais) e as amostras consideradas após a aplicação dos testes estatísticos (amostras finais) .....	84
Tabela 5.5 – Estatísticas das estações com escoamento nulo .....	87
Tabela 5.6 - Modelos probabilísticos selecionados com a aplicação do AICc, BIC e ADC, segundo as regiões geográficas brasileiras .....	89
Tabela 5.7 – Ordem de classificação das distribuições pelo software SEAF .....	91
Tabela 5.8 – Modelos probabilísticos com a aplicação do software SEAF segundo as regiões geográficas brasileiras .....	91
Tabela 5.9 – Comparação entre o número de excedências calculado para diversos tempos de retorno e o número de excedências teórico .....	92
Tabela 5.10 – Erro entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência especificada e o número de excedências teórico .....	93
Tabela 5.11 - Erro entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência esperada e o número de excedências teórico .....	93
Tabela 5.12 - Erro entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência esperada e o número de excedências teórico nas regiões geográficas do Brasil .....	94
Tabela 5.13 – Cálculo dos AWODs para diversas distribuições no Brasil e nas regiões geográficas .....	96
Tabela 5.14 – Resultado obtido com a aplicação do AIC, BIC e ADC nas seis regiões selecionadas .....	97
Tabela 5.15 - Resultado obtido com a aplicação do software SEAF nas seis regiões selecionadas .....	97

Tabela 5.16 – Erro médio entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência esperada e o número de excedências teórico nas seis regiões selecionadas ..	97
Tabela 5.17 - Cálculo dos AWODs para diversas distribuições nas regiões.....	98
Tabela 5.18 – Equações empíricas que descrevem as curvas envoltórias das regiões do Brasil .....	104

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

WRC	- Water Resources Council
GAMA	- Distribuição Gama
GUM	- Distribuição Gumbel
LN2	- Distribuição log-Normal de dois parâmetros
LP3	- Distribuição log-Pearson tipo III
PE3	- Distribuição Pearson tipo III
BLIE	- Best Linear Invariant Estimation
IACWD	- Interagency committee on water data
GEV	- Distribuição Generalizada de Valores Extremos
WAK	- Distribuição Wakeby
IEA	- Institution of engineers Australia
EXP	- Distribuição Exponencial
GPA	- Distribuição Generalizada de Pareto
NRC	- National Research Council
$\mu_{\ln(X)}$ e $\sigma_{\ln(X)}$	- Parâmetros da distribuição log-Normal
$\theta$ e $\xi$	- Parâmetros da distribuição Exponencial
$\eta$ e $\theta$	- Parâmetros da distribuição Gama
$\alpha$ , $\beta$ e $\gamma$	- Parâmetros da distribuição Pearson tipo III
$\kappa$ , $\alpha$ e $\xi$	- Parâmetros da distribuição Generalizada de Valores Extremos
$\alpha$ e $\beta$	- Parâmetros da distribuição Gumbel
$\kappa$ , $\alpha$ e $\xi$	- Parâmetros da distribuição Generalizada de Pareto
MML	- Método dos momentos-L
MPP	- Momentos ponderados por probabilidades
$\lambda_r$	- Momento-L de ordem r
$\tau_r$	- Quociente de momentos-L

AD	- teste de aderência de Anderson-Darling
r	- Coeficiente de correlação linear
$P_s$	- Probabilidade de excedência
$P_o$	- Probabilidade de excedência observada
$P_N$	- Probabilidade de excedência esperada
AIC	- Critério de Informação de Akaike
K-L	- Informação de Kullback-Leibler
AICc	- Critério de Informação de Akaike corrigido
BIC	- Critério de Informação Bayesiano
L-CV	- Coeficiente de variação-L
AWOD	- Average weighted orthogonal distance
PMF	- Probable maximum flood
Q	- Vazão
A	- Área de drenagem
INMET	- Instituto Nacional de Meteorologia
OMM	- Organização Meteorológica Mundial
ANA	- Agência Nacional de Águas
SEAF	- Sistema especialista de análise de frequência
NSRFA	- Non-supervised regional frequency analysis
VMDMA	- Vazão média diária máxima anual

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento histórico dos homens e das cidades ocorreu no entorno de rios ou outros corpos d'água. Conviver com inundações sempre fez parte da vida civilizada. As cheias ocorrem devido ao comportamento natural dos rios, provocadas principalmente por precipitações pluviométricas intensas, entre outras causas, mas podem ter sua frequência e intensidade ampliadas pelo efeito de mudanças na utilização do solo, como aquelas promovidas pela urbanização.

Os problemas resultantes das inundações dependem do grau de ocupação das várzeas e da frequência com que elas ocorrem. Os principais impactos são as perdas materiais e humanas, a interrupção de atividades econômicas e sociais nas áreas inundadas e a contaminação por doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose e o cólera. Como agravante, há ainda o fato de que nos meios urbanos, os locais mais afetados por inundações costumam ser aqueles que servem de moradia para as populações mais carentes, onde as habitações são precárias e existem debilidades na infraestrutura urbana.

Embora não seja possível controlar totalmente a ocorrência de inundações, uma vez que elas são eventos naturais, atividades e intervenções humanas podem minimizar os impactos causados. Tais medidas preventivas podem ser classificadas entre medidas estruturais e não-estruturais.

As medidas estruturais são essencialmente construtivas implementadas para reduzir o risco da enchente, como barragens, diques e modificações do rio. Apesar de minimizar o problema, a maioria das obras têm custo elevado e produzem outros impactos ambientais.

As medidas não-estruturais buscam a melhor convivência da população com as enchentes, e normalmente, têm custo menor e implementação simples. Como exemplos destacam-se os mapeamentos e zoneamentos de área de risco, seguro de enchente, previsão e alerta de inundação.

Para a implementação de grande parte dessas medidas preventivas é necessário definir uma cheia de projeto. Vale ressaltar que as cheias de projeto variam com o risco da obra civil, de maneira que o risco de falha de um bueiro, por exemplo, não pode ser o mesmo de uma barragem, uma vez que o impacto causado pela falha de uma barragem é muito maior.

Diversos métodos são utilizados para determinar o valor da vazão de projeto, podendo citar métodos determinísticos, como os modelos de transformação chuva-vazão, e métodos probabilísticos, como a análise de frequência de vazões.

A análise de frequência busca relacionar a magnitude de um evento extremo com sua frequência de ocorrência, utilizando uma distribuição de probabilidades. Ela pode ser classificada em local ou regional, de acordo com a localização dos dados utilizados. Na análise de frequência local, utiliza-se apenas uma série de dados de vazão provenientes de uma determinada estação de monitoramento, enquanto na análise regional são utilizados dados de várias estações de uma região. Tanto a análise de frequência local quanto a regional podem ser realizadas utilizando modelos baseados nas séries dos máximos anuais, onde somente a vazão máxima observada em cada ano hidrológico é considerada, ou modelos baseados nas séries de duração parcial, onde apenas valores superiores a um determinado limiar são considerados.

Uma das etapas da análise de frequência envolve a escolha de uma ou mais distribuições de probabilidades, que sejam capazes de descrever o comportamento probabilístico da variável analisada. Embora muitas distribuições tenham sido propostas para a modelagem estatística das variáveis hidrológicas, não há um consenso acerca da distribuição mais adequada sob quaisquer condições.

Dentro desse contexto, entende-se que a existência de diretrizes para a análise de frequência pode ser um meio de padronizar os procedimentos utilizados, minimizando a subjetividade inerente à escolha do método. Tal padronização, além de simplificar a utilização da análise de frequência em projetos de obras civis, facilita também a implementação de medidas não estruturais que requerem certa uniformidade nos valores de cheias de projeto, como o seguro contra enchentes. Os projetistas seguiriam as recomendações, ou justificariam a sua não utilização, caso elas não fossem adequadas ao projeto em questão, ficando protegidos contra processos em caso de eventuais eventos extremos em que as falhas seriam inevitáveis. Vale ressaltar que as diretrizes devem ser usadas apenas como um ponto de partida para uma análise mais aprofundada, uma vez que cada projeto representa um caso particular. Portanto, a padronização não levaria necessariamente ao comodismo dos projetistas.

Embora muitos países apresentem diretrizes bem definidas para a análise de frequência de vazões, como os Estados Unidos, a Austrália e a Inglaterra, no Brasil, a escolha da

---

Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da UFMG

distribuição de probabilidades é realizada de maneira subjetiva. Para que tal padronização seja implementada no Brasil, se faz necessário estudos sobre as distribuições de probabilidades mais adequadas às vazões brasileiras.

No presente estudo, busca-se avaliar entre diversas distribuições de probabilidades quais são as que melhor descrevem os dados brasileiros de vazão média diária máxima anual. O trabalho está dividido em 6 capítulos, incluindo esta introdução (Capítulo 1).

No segundo capítulo, os objetivos (geral e específicos) do trabalho são apresentados.

O capítulo 3 abrange a revisão de literatura, que apresenta um breve histórico dos trabalhos realizados em busca da melhor distribuição de probabilidades para a análise de frequência, a descrição das distribuições de probabilidades, do método de estimação dos parâmetros e a fundamentação teórica dos métodos para a seleção do modelo probabilístico utilizados no trabalho. Ainda nesse capítulo, é apresentada uma breve revisão da teoria dos recordes e das curvas envoltórias de recordes de vazão.

O capítulo 4 apresenta as etapas metodológicas adotadas, como a coleta e a adequação dos dados brasileiros de vazão média diária máxima anual, a aplicação dos métodos de seleção e uma metodologia para a caracterização probabilística dos recordes de vazão.

O capítulo 5 inclui os resultados obtidos com a metodologia proposta, além de uma caracterização estatística das vazões máximas anuais e dos recordes brasileiros.

Finalmente, o capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho e algumas recomendações no intuito de dar continuidade à discussão acerca da padronização dos métodos de análise de frequência no Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar os modelos probabilísticos que melhor se adaptam aos dados fluviométricos brasileiros, tendo em vista fomentar a discussão acerca da padronização dos métodos utilizados na análise de frequência no Brasil.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar dados fluviométricos no Brasil, indicando regiões de pouca representatividade e de grande influência antrópica;
- Avaliar as condições de aleatoriedade, independência, homogeneidade e estacionariedade das séries de vazões máximas diárias anuais do Brasil;
- Avaliar o comportamento probabilístico dos recordes de vazão brasileiros;
- Mapear coeficientes de variação, assimetria, curtose, parâmetros de forma, entre outras estatísticas;
- Estimar a curva envoltória de vazões recordes para o Brasil.

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1 Escolha de distribuições de probabilidade para vazões máximas anuais**

Uma estimativa precisa do risco da ocorrência de vazões máximas é um elemento chave para o desenvolvimento de um programa eficaz de redução de danos causados por inundações. A análise de frequência de dados hidrológicos, ou climatológicos, tem sido a principal ferramenta utilizada por engenheiros para a estimativa do risco hidrológico de obras civis. Uma das etapas necessárias para a análise de frequência consiste na escolha de um modelo probabilístico para estimar vazões para determinados tempos de retorno com base em dados observados. No entanto, essa etapa tem sido realizada de maneira subjetiva no Brasil, o que pode levar a resultados muito diferentes embasados nos mesmos dados, comprometendo o uso desse método.

A busca pela melhor distribuição de probabilidades para a análise de frequência tem sido o assunto de muitos estudos ao redor do mundo. Este capítulo apresenta um breve histórico acerca do que foi desenvolvido sobre esse assunto, assim como algumas distribuições de probabilidade comumente utilizadas na hidrologia e métodos aplicados com o intuito de selecionar as distribuições mais adequadas para determinados dados.

Os primeiros esforços na busca pela distribuição de probabilidades de vazões máximas foram realizados nos Estados Unidos na década de 1960, com a finalidade de desenvolver um programa nacional de seguros contra enchentes e para facilitar a coordenação entre os órgãos governamentais e membros do setor privado que trabalhavam no gerenciamento dos recursos hídricos e que, de alguma forma, necessitavam de conhecimento acerca do risco de inundações (Stedinger e Griffs, 2008).

Desde então, diversos estudos foram desenvolvidos propondo diferentes métodos para a determinação da melhor distribuição de probabilidades para vazões máximas. Alguns estudos tentaram determinar qual distribuição se ajusta melhor aos dados observados, seja por meio de testes estatísticos ou por métodos gráficos, como os diagramas de momentos-L. Outros estudos testaram a capacidade de uma distribuição de estimar os quantis de uma população derivada de uma outra distribuição diferente daquela que se quer testar para diversos tempos de retorno. Não existe um consenso acerca do melhor método, de maneira que, é comum encontrar trabalhos que empregam diversos métodos na busca pela melhor distribuição.

Um dos primeiros estudos sobre esse tópico foi realizado por Benson (1968), concluindo os trabalhos do *Water Resources Council* que deram origem ao *Bulletin 15: A Uniform technique for determining flood flow frequencies (WRC, 1967)*. O *Bulletin 15* recomendava o uso da distribuição log-Pearson tipo III com coeficiente de assimetria regionalizado e foi adotada por todas as agências federais dos Estados Unidos unificando as técnicas de análise de frequência no país. Foram analisadas 10 estações nos Estados Unidos, com o tamanho da série de dados variando entre 44 e 97 anos, e cinco distribuições de probabilidades foram usadas: Gama de dois parâmetros, Gumbel (GUM), log-Gumbel, log-Normal de dois parâmetros (LN2), log-Pearson tipo III (LP3). Para definir a melhor distribuição, as vazões observadas com tempos de retorno de 2 a 50 anos, obtidas através de gráficos de probabilidade, foram comparadas com os valores correspondentes calculados das distribuições adotadas. Os melhores resultados foram obtidos com a LN2 e a LP3.

Um outro estudo relevante foi desenvolvido por Beard (1974). Foram analisadas 300 estações nos Estados Unidos, com 14200 anos de dados, e 8 distribuições de probabilidades. São elas: LP3, log-Normal (LN2), GUM, Gama de dois parâmetros (GAMA), Gama de três parâmetros, LP3 com coeficiente de assimetria regionalizado, e GUM com estimação de parâmetros feita pelo método BLIE (do inglês, *Best Linear Invariant Estimation*). O principal método utilizado nesse trabalho é de simples aplicação e consiste basicamente em dividir uma amostra em duas sub-amostras de tamanho semelhante, calcular o quantil de um determinado tempo de retorno com a distribuição que se quer testar com uma das sub-amostras e contar se a quantidade de vezes que os dados observados na segunda sub-amostra ultrapassaram esse quantil corresponde à razão entre o número de anos de dados e o tempo de retorno ou a uma probabilidade de excedência esperada. A LP3 e a LN2 apresentaram os melhores resultados. Segundo Gunasekara e Cunnane (1992) e Vogel (1993a e 1993b), esse estudo foi tomado como base para a permanência da LP3 como a distribuição recomendada para análise de frequência no *Bulletin 17: Guidelines for determining Flood Flow Frequency (WRC, 1976)*. A última atualização desse documento, o *Bulletin 17B*, foi publicado em março de 1982 e apresenta as diretrizes para a análise de frequência nos Estados Unidos até os dias de hoje.

A recomendação da distribuição LP3 nos Estados Unidos foi um tópico bastante discutido na literatura. Muitos estudos sugerem que tal recomendação seja revisada. Wallis e Wood (1985), analisaram séries sintéticas, geradas a partir da distribuição LP3, comparando as estimativas das vazões de diversos tempos de retorno (entre 20 e 1000 anos) calculados a

partir de 6 diferentes distribuições de probabilidades com os valores verdadeiros conhecidos, assumindo que a frequência das vazões máximas seguia uma distribuição LP3. Entre os modelos probabilísticos utilizados no estudo, três utilizavam a distribuição LP3, um com o coeficiente de assimetria local, outro com o coeficiente de assimetria regionalizado, e o último com uma ponderação entre os coeficientes de assimetria local e regionalizado, conforme a recomendação do IACWD (1982); dois utilizavam a distribuição generalizada de valores extremos (GEV), um apenas com os dados locais e o outro com uma análise regionalizada; e a distribuição Wakeby (WAK). Eles concluíram que os resultados com a LP3 não foram satisfatórios e que as distribuições GEV e WAK produziram estimativas melhores.

Posteriormente, Gunasekara e Cunane (1992) utilizaram o método desenvolvido por Beard (1974) com dados sintéticos e obtiveram resultados diferentes dos obtidos por ele. Eles concluíram que para uma análise local, a GEV é a distribuição que apresenta os melhores resultados, enquanto que para uma análise regional, recomenda-se o uso da LP3 com coeficiente de assimetria regionalizado.

Assim como nos Estados Unidos, a Instituição de Engenheiros da Austrália também recomendou o uso da distribuição LP3 em suas diretrizes (IEA, 1977). Um estudo conduzido por McMahon e Srikanthan (1981) verificou se essa distribuição era de fato a melhor para a Austrália, analisando os dados de 172 séries de vazões máximas. Eles concluíram que, comparada as distribuições normal, LN2, GAMA, GUM, Weibull e exponencial (EXP), a LP3 é a distribuição que melhor se ajusta aos dados australianos.

Na Inglaterra, o *Natural Environment Research Council* (NERC, 1975) realizou um estudo verificando o ajuste das distribuições GUM, GEV, LN2, GAMA, Log Gama, Pearson tipo III (PE3) e LP3. Embora os resultados do estudo apontassem a distribuição LP3 como a mais adequada para as amostras utilizadas entre as distribuições testadas em mais da metade dos métodos utilizados, eles recomendaram o uso da distribuição GEV como o método padrão para análise de frequências no país.

No Brasil, a Eletrobrás recomendou em um documento intitulado “Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequena Centrais Hidrelétricas” que os modelos probabilísticos utilizados em projetos seriam selecionados entre o GUM e o EXP, considerando como critério de escolha a maior proximidade do coeficiente de assimetria amostral aos populacionais, de 1,14 ou 2,

respectivamente. No entanto, essas recomendações não são utilizadas com frequência na prática da engenharia.

Entre o final da década de 80 e o início da década de 90, os diagramas de momentos-L começaram a ser utilizados na seleção da distribuição de probabilidades mais adequada para uma determinada região. Em dois estudos paralelos, um desenvolvido na Austrália e o outro no sudoeste dos Estados Unidos, Vogel (1993a e 1993b) utilizou diagramas de momentos-L e parte do método desenvolvido por Beard (1974) para determinar se a distribuição LP3 era, de fato, a mais adequada para os dois locais, uma vez que o uso dessa distribuição é recomendado nesses dois países.

Nos Estados Unidos foram analisadas 383 estações com mais de 30 anos de dados em 10 estados do sudoeste. Na análise dos diagramas dos momentos-L, foi observado que as distribuições LP3, LN2, LN3 e GEV eram adequadas para os dados observados. Na análise utilizando o método de Beard, concluiu-se que as distribuições LP3 (com coeficiente de assimetria ponderado conforme as diretrizes do Bulletin 17), LN2, LN3 e GEV são igualmente aceitáveis para representar as vazões máximas da região de estudo.

Na Austrália, foram analisadas 61 estações com mais de 20 anos de dados localizadas em diferentes partes do país. Na análise dos diagramas dos momentos-L, foi observado que as distribuições Pareto Generalizada (GPA), WAK, LN3, LP3 e GEV eram adequadas para os dados observados. Na análise utilizando o método de Beard, concluiu-se que as distribuições LP3, GPA, LN2, LN3 e GEV são aceitáveis para representar as vazões máximas da região de estudo. Nesse trabalho, ainda foi feita uma análise mostrando quais dessas distribuições são mais adequadas de acordo com o período do ano hidrológico considerado.

Nos dois trabalhos realizados por Vogel (1993a e 1993b), enfatizou-se que, embora os resultados obtidos confirmassem a distribuição LP3 como uma alternativa adequada, não se pode concluir que as diretrizes determinadas pelo IACWD e pelo IEA são satisfatórias.

Embora a importância das diretrizes para análise de frequência seja reconhecida, muitos autores criticam o fato de que fatores políticos e administrativos influenciam na escolha da distribuição de probabilidades recomendada, ressaltando a importância de estudos mais aprofundados e recomendando revisões mais frequentes (Wallis e Wood, 1985; Pinheiro, 1982; Stedinger e Griggs, 2008).

Ainda durante as décadas de 80 e 90, outros métodos foram considerados para selecionar o modelo probabilístico mais adequado para determinadas amostras. Laio (2009) afirma que embora aplicações dos critérios de informação para seleção de modelos no campo da análise de frequência sejam raros, é possível citar os trabalhos de Turkman (1985), Mutua (1994) e Cahill (2003) onde o critério de informação de Akaike foi aplicado a estudos de casos, sem comparar sua eficiência com outros critérios.

Pode-se perceber que existem muitos métodos para estimar os parâmetros e para testar o ajuste das distribuições. O estudo publicado por Onoz e Bayazit (1995) utiliza grande parte dos métodos mencionados para selecionar a melhor distribuição de probabilidade para vazões máximas das maiores séries de dados disponíveis na época. São usados dados de 19 estações ao redor do mundo com séries de 60 a 165 anos. Para testar o ajuste das sete distribuições escolhidas (Normal, LN2, GUM, LN3, GEV, P3 e LP3), são utilizados testes estatísticos, diagramas de momentos-L e o método de Beard. A distribuição que apresentou melhores resultados em todos os testes foi a GEV.

A maior parte dos estudos mencionados trabalha com um número pequeno de dados, embora algumas séries consideradas sejam longas. Vogel et. al. (1996) analisou dados de 1490 estações nos Estados Unidos para selecionar a distribuição de probabilidades mais adequada para as vazões máximas, mínimas e médias no país. Ele utilizou os diagramas de momentos-L em sua análise e concluiu que as melhores distribuições para as vazões máximas são a GEV, a LN3 e LP3.

No Brasil, poucos estudos abordaram esse tema abrangendo grandes regiões. Destaca-se o trabalho de Pinheiro (1982) que avaliou o ajuste de diversas distribuições aos dados de vazão máxima diária, média diária e os volumes correspondentes às durações de 3-dias, 7-dias e 15-dias de 311 estações nas regiões Sul e Sudeste. Os métodos utilizados para avaliar o ajuste foram os testes do Qui-quadrado, de Kolmogorov-Smirnov e testes baseados em amostras particionadas segundo a metodologia proposta por Beard (1974). A distribuição LP3 obteve os melhores resultados nos critérios empregando amostras particionadas, enquanto os testes estatísticos de aderência se mostraram mais favoráveis às distribuições GAMA e GUM.

Como se pode observar, existem muitos métodos para a escolha da melhor distribuição de probabilidades para as vazões máximas, entretanto, não há consenso acerca da melhor distribuição ou do melhor método. Desde a introdução dos momentos-L, eles têm sido

recomendados para verificar o ajuste de distribuições de probabilidades sobre amostras de vazões. Porém, existem estudos apontando que outros métodos podem obter resultados tão ou mais precisos que os obtidos utilizando os momentos-L, dependendo do tamanho da amostra. Critica-se também que muito do que têm sido discutido e proposto na academia não é adotado pelos engenheiros que utilizam a análise de frequência na prática (Bobée, et. al., 1993). Vale ressaltar que, em vista das mudanças ocorridas desde a sua publicação, as diretrizes sobre análise de frequência australianas e americanas estão em processo de atualização (EA, 2013 e USGS, 2013).

### **3.1.1 Distribuições de Probabilidade**

De acordo com Naghettini e Pinto (2007), existe um número não muito extenso de famílias de distribuições de probabilidades que podem ser usadas para modelar eventos máximos anuais de variáveis hidrológicas, como as distribuições oriundas da teoria clássica de valores extremos e algumas ditas não-extremas, tais como a exponencial. A adequação dessas distribuições pode ser avaliada pela sua capacidade de reproduzir algumas características dos dados que são de particular importância na modelagem. Nos próximos parágrafos serão feitas algumas considerações sobre as características das distribuições de probabilidades que devem ser levadas em conta na seleção de um modelo probabilístico para as vazões máximas diárias anuais.

Embora alguns valores de vazões possam ser considerados fisicamente impossíveis para determinadas bacias, impor o uso exclusivo de distribuições de probabilidades com limites superiores pode comprometer a precisão de estimativas de quantis que possam ser de maior interesse na prática. Hosking e Wallis (1997) afirmam que quando uma distribuição sem limite superior é utilizada na análise de frequência, pode-se inferir que o limite superior da distribuição verdadeira não é conhecido ou não pode ser estimado com precisão, ou que, para o intervalo de tempos de retorno usado em determinado estudo, a distribuição verdadeira pode ser aproximada com mais precisão por uma distribuição sem limite superior. Eles ainda afirmam que quando existem evidências empíricas de que a distribuição real tenha limite superior, obviamente deve-se utilizar uma distribuição de probabilidades limitada superiormente.

Embora os tamanhos das amostras disponíveis sejam em sua grande maioria pequenos e impossibilitem a determinação do formato da cauda superior com precisão, a correta

prescrição dessa cauda é de fundamental importância para muitas aplicações envolvendo variáveis hidrológicas. Naghettini e Pinto (2007) afirmam que o “peso” da cauda superior de uma função distribuição de probabilidades determina a intensidade com que os quantis aumentam à medida que os tempos de retorno tendem para valores muito elevados. A tabela 3.1 mostra a forma da cauda superior de algumas distribuições. Hosking e Wallis (1997) recomendam utilizar um grande conjunto de distribuições cujos pesos de suas caudas superiores se estendam por um amplo espectro caso não haja razões suficientes para recomendar o uso de um tipo de cauda superior. Essa mesma recomendação também pode ser feita para as caudas inferiores. No entanto, caso o foco do estudo seja na cauda superior da distribuição, o formato da cauda inferior pode ser considerado irrelevante. NRC (1987) afirma que a presença de pontos atípicos baixos pode comprometer a estimação das características da cauda superior.

**Tabela 3.1** – Peso da cauda superior de algumas distribuições comuns. As distribuições estão ordenadas de caudas pesadas para caudas leves e A e B denotam constantes arbitrárias positivas. Adaptado de Hosking e Wallis (1997).

Forma de f(x) para valores elevados de x	Distribuição
$x^{-A}$	Generalizada de valores extremos, Generalizada de Pareto e Logística
$x^{-A} \ln x$	Generalizada com parâmetro de forma $k < 0$
$x^{-A \ln x}$	Lognormal
$\exp(-x^A) \quad 0 < A < 1$	Weibull com parâmetro de forma $\lambda < 1$
$x^A \exp(-Bx)$	Pearson tipo III com assimetria positiva
$\exp(-x)$	Exponencial, Gumbel
$\exp(-x^A) \quad A > 1$	Weibull com parâmetro de forma $\lambda > 1$
Existe um limite superior	Generalizada de Valores Extremos, Generalizada de Pareto e Logística generalizada com parâmetro de forma $k > 0$ , e Pearson tipo III com assimetria negativa.

Relevando as informações expostas acima e considerando que existe um grande número de distribuições de probabilidades catalogadas, os modelos de distribuição de probabilidades descritos neste item, e que serão utilizados ao longo do trabalho, são aqueles que frequentemente apresentam aplicações na hidrologia, principalmente no que diz respeito à análise de frequência de vazões máximas.

#### 3.1.1.1 Distribuição Log-Normal

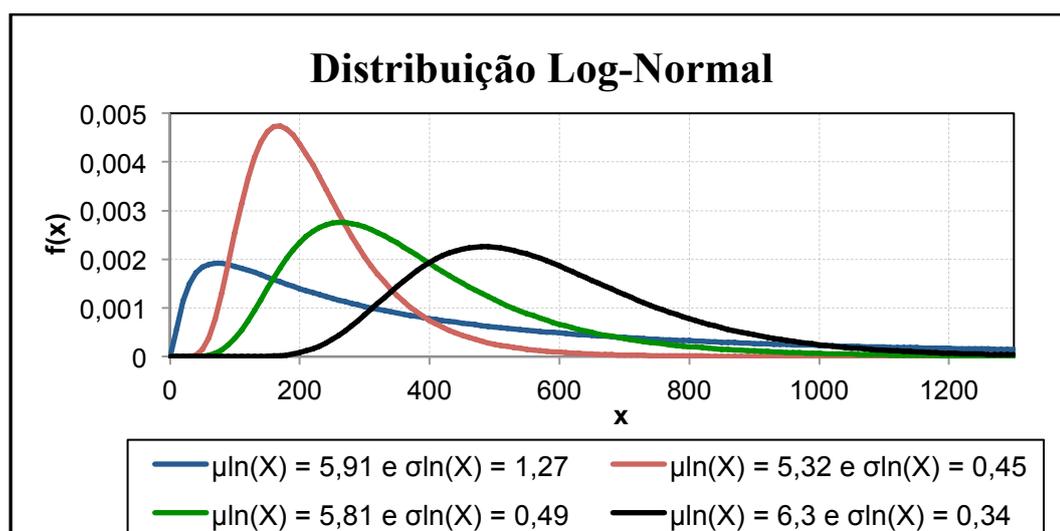
De acordo com Chow (1954), Galton começou os estudos sobre a distribuição log-normal em 1875, embora o termo “distribuição log-normal” tenha sido usado pela primeira vez em 1945

por Gaddum. Desde então, essa distribuição tem aplicações em diversos campos, como astronomia, agricultura, biologia, economia, entre outros. Um das primeiras aplicações dessa distribuição na hidrologia foi feita por Hazen em 1914, que sugeriu o uso dos logaritmos das vazões com a distribuição normal (Chow, 1964). Outras aplicações são a análise de valores extremos de chuva e de vazão.

Uma variável aleatória  $X$  segue uma distribuição log-Normal (LN2), com parâmetros  $\mu_{\ln(X)}$  e  $\sigma_{\ln(X)}$ , se  $Y = \ln(X)$  seguir uma distribuição normal. A função densidade de probabilidades de uma variável log-normal  $X$  é dada por:

$$f_x(x) = \frac{1}{x \sigma_{\ln(X)} \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln(X) - \mu_{\ln(X)}}{\sigma_{\ln(X)}} \right]^2 \right\} \quad \text{para } x > 0. \quad (3.1)$$

A figura 3.1 mostra várias formas que a função densidade da distribuição log-normal pode ter, para diferentes valores de  $\mu_{\ln(X)}$  e  $\sigma_{\ln(X)}$ .



**Figura 3.1** – Exemplos de funções densidade da distribuição Log-Normal

A distribuição log-normal pode apresentar um terceiro parâmetro  $a$ , que é deduzido da variável aleatória  $X$ , representando um limite inferior. Sendo assim, diz-se que a variável  $Y = \ln(X-a)$  é distribuída de acordo com uma normal de parâmetros  $\mu_{\ln(Y)}$  e  $\sigma_{\ln(Y)}$ . A função densidade de probabilidade da variável  $X$  é dada por:

$$f_x(x) = \frac{1}{(x-a) \sigma_Y \sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{\ln(x-a) - \mu_Y}{\sigma_Y} \right]^2 \right\} \quad (3.2)$$

O uso da distribuição log-normal na hidrologia, seja na sua forma com dois ou três parâmetros, é justificado pelo fato da variável log-normal ser positiva e ter um coeficiente de assimetria não fixo e sempre maior que zero. Sendo assim, essa distribuição pode se adequar muito bem à modelação de vazões e alturas de chuvas máximas (ou médias) mensais, trimestrais ou anuais (Naghetini e Pinto, 2007).

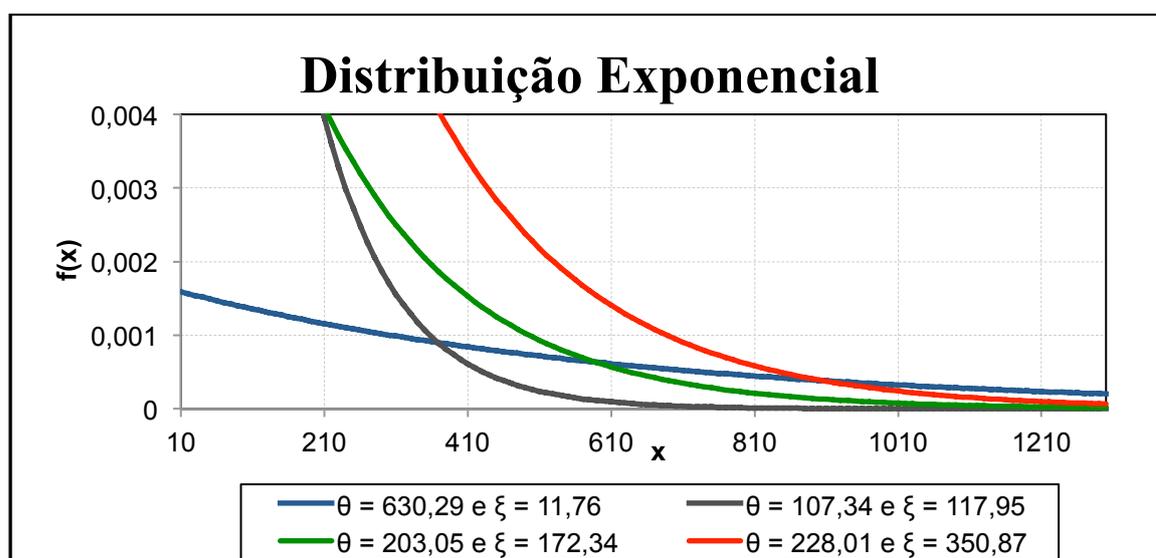
### 3.1.1.2 Distribuição Exponencial

O tempo contínuo entre duas ocorrências sucessivas de um processo de Poisson pode ser modelado pela distribuição exponencial. Como decorrência desse fato matemático, a distribuição exponencial pode ser usada para modelar o intervalo de tempo entre dois eventos de chuva no campo da hidrologia. Além disso, essa distribuição possui aplicações em diversas áreas do conhecimento, podendo modelar variáveis não negativas como chuva e vazão.

A função densidade de probabilidades de uma distribuição exponencial de parâmetros  $\theta$  e  $\xi$  é definida por Hosking e Wallis (1997) como:

$$f_x(x) = \frac{1}{\theta} \exp\left(-\frac{x - \xi}{\theta}\right) \quad \text{para } \xi \leq x < \infty \quad (3.3)$$

A figura 3.2 mostra várias formas que a função densidade da distribuição exponencial pode ter, para diferentes valores de  $\theta$  e  $\xi$ .



**Figura 3.2** - Exemplos de funções densidade da distribuição Exponencial

A principal vantagem da distribuição exponencial é a sua simplicidade. Não é difícil estimar os parâmetros a partir de dados observados. Sua principal desvantagem talvez seja a assimetria fixa e constante, no valor 2.

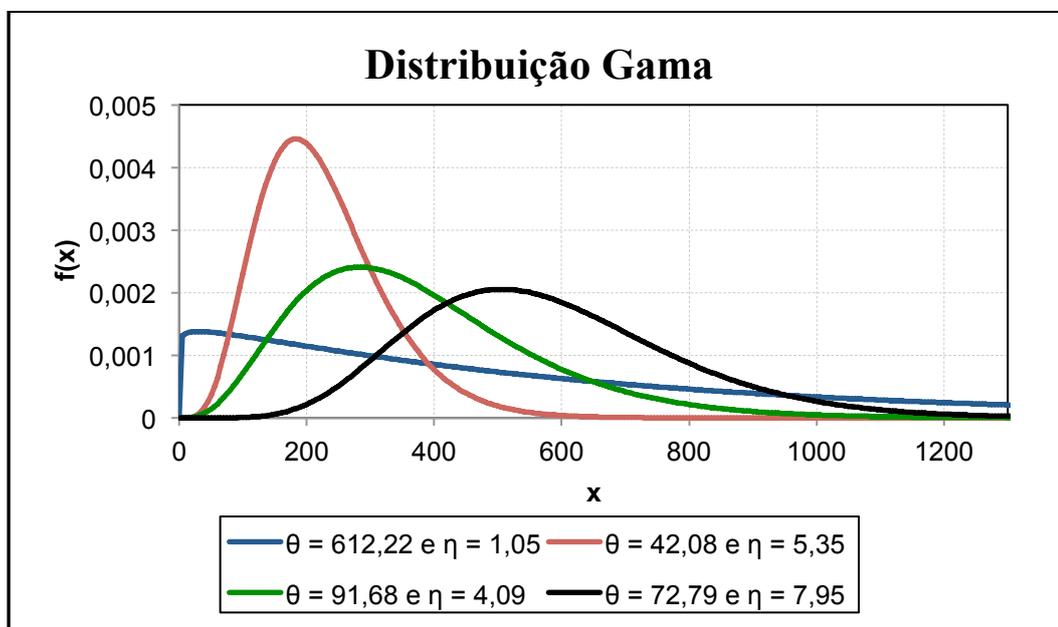
### 3.1.1.3 Distribuição Gama

A distribuição gama resulta da soma de  $\eta$  variáveis exponenciais independentes, cada qual com parâmetro  $\theta$ . Desse fato implica que o tempo  $t$  para que  $\eta$  eventos ocorram em um processo de Poisson segue uma distribuição gama com parâmetros  $\eta$  e  $\theta$ , uma vez que o tempo até o primeiro evento e os tempos subsequentes entre os próximos eventos seguem uma distribuição exponencial com parâmetro  $\theta$ .

A função densidade de probabilidades de uma distribuição gama, com parâmetros de escala e forma dados por  $\theta$  e  $\eta$ , respectivamente, pode ser expressa conforme a equação (3.4).

$$f_x(x) = \frac{\left(\frac{x}{\theta}\right)^{\eta-1} \exp\left(-\frac{x}{\theta}\right)}{\theta \Gamma(\eta)} \quad (3.4)$$

A figura 3.3 mostra várias formas que a função densidade da distribuição exponencial pode assumir, para diferentes valores de  $\theta$  e  $\eta$ .



**Figura 3.3** - Exemplos de funções densidade da distribuição Gama

Assim como a distribuição log-normal, a distribuição gama possui coeficiente de assimetria positivo e só é definida para valores não negativos da variável aleatória  $X$ . Além disso,

valores diferentes do parâmetro de forma podem mudar completamente a forma da função densidade. Para  $\eta = 1$ , a distribuição se transforma na distribuição exponencial, que é um caso especial da gama. Para valores positivos de  $\eta$ , a função densidade assume um formato de sino, com menor assimetria, aproximando-se da distribuição normal à medida que  $\eta$  cresce. Essas características fazem com que a distribuição gama seja compatível com diversas variáveis hidrológicas, como alturas de precipitação e vazões diárias (Naghettini e Pinto, 2007).

#### 3.1.1.4 Distribuição Pearson tipo III

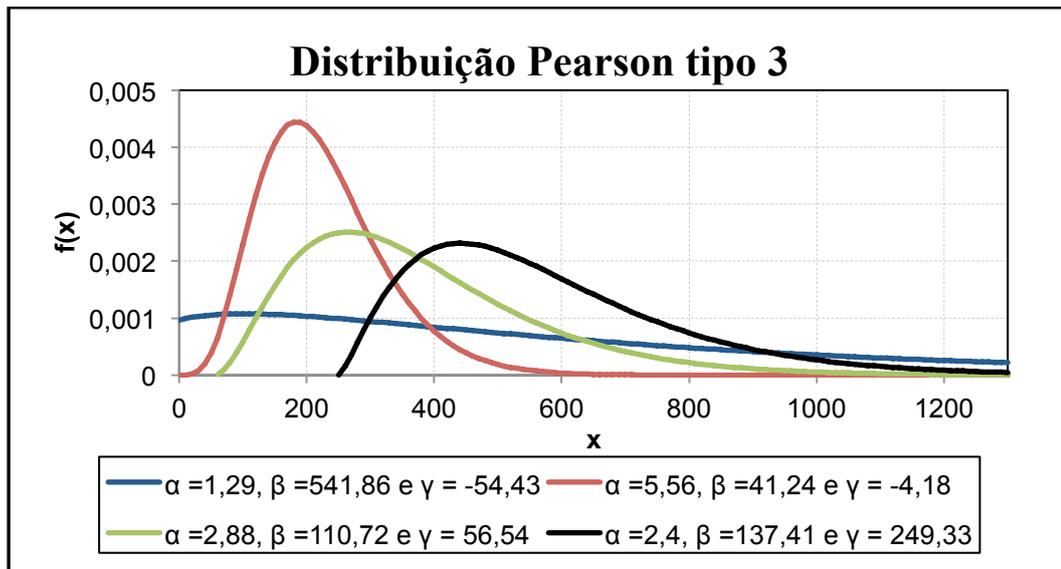
O estatístico inglês Karl Pearson (1857-1936) desenvolveu um sistema de curvas de probabilidades que definia oito grandes famílias de distribuições de probabilidades, entre as quais, pode-se citar a Normal e a Gama. As distribuições Pearson tipo III, que são as distribuições pertencentes à família Gama, são as que encontram mais aplicações na análise de frequência de variáveis hidrológicas (Naghettini e Pinto, 2007).

A função densidade de probabilidades de uma distribuição Pearson tipo III, com parâmetros de escala, forma e posição dados por  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  respectivamente, pode ser expressa conforme a equação (3.5).

$$f_x(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left( \frac{x - \gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{x - \gamma}{\alpha}\right) \quad (3.5)$$

A figura 3.4 mostra várias formas que a função densidade da distribuição Pearson tipo III pode assumir, para diferentes valores de  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ .

Assim como a distribuição log-normal de três parâmetros, a Pearson tipo III apresenta um parâmetro de posição que pode ser interpretado como um limite inferior. Quando  $\gamma = 0$ , a distribuição de Pearson tipo III se transforma em uma gama. Se  $\alpha > 0$ , a variável  $x$  é definida no intervalo  $\gamma < x < \infty$ , e se  $\alpha < 0$ ,  $x$  é definida no intervalo  $-\infty < x < \gamma$ , apresentando um limite superior, o que, como foi discutido previamente, não é interessante na prática.



**Figura 3.4** - Exemplos de funções densidade da distribuição Pearson tipo III

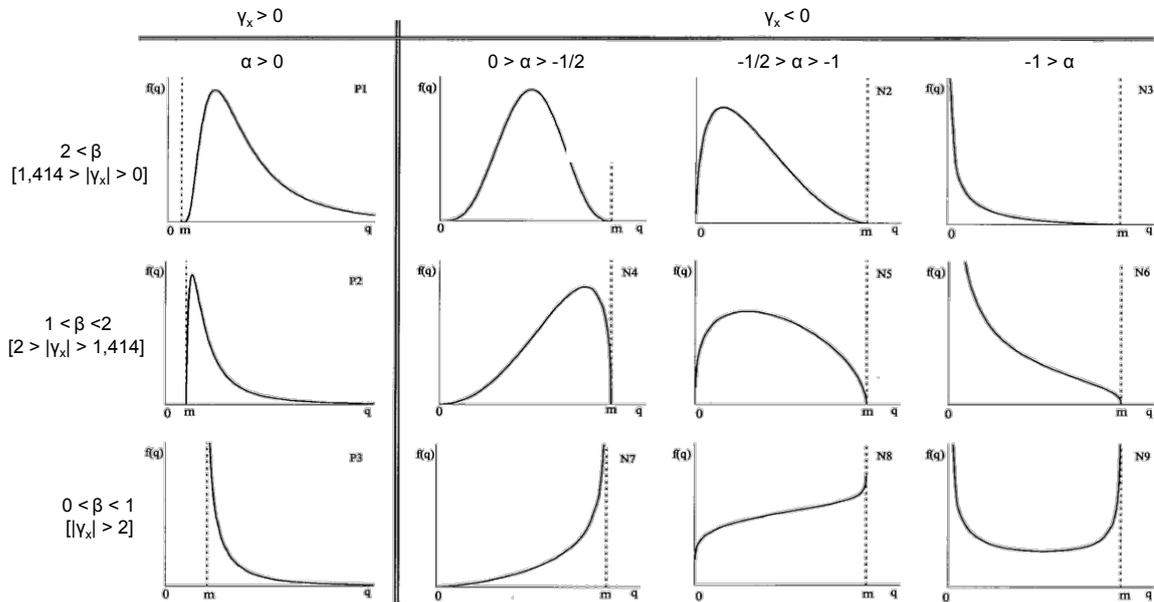
Se os logaritmos naturais de uma variável  $X$  seguirem uma distribuição Pearson tipo III, a variável  $X$  segue uma distribuição log-Pearson tipo III (LP3). A função densidade de probabilidades dessa distribuição, com parâmetros de escala, forma e posição dados por  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  respectivamente, é dada por:

$$f_x(x) = \frac{1}{|\alpha| \times \Gamma(\beta)} \left( \frac{\ln x - \gamma}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp \left( - \frac{\ln x - \gamma}{\alpha} \right) \quad (3.6)$$

Uma das características dessa distribuição é que o parâmetro  $\alpha$  é função do coeficiente de assimetria e da variância da população, sendo assim, pode-se inferir que  $\alpha$  e o coeficiente de assimetria  $\gamma_x$  possuem sempre o mesmo sinal. Quando a distribuição possui uma assimetria positiva,  $\alpha$  também é positivo e o parâmetro de posição representa um limite inferior. Entretanto, para distribuições com assimetria negativa, o parâmetro  $\gamma$  representa um limite superior, que como já foi discutido, não é interessante para a análise de frequência na prática.

A distribuição log-Pearson tipo III possui muitas aplicações na hidrologia, sendo recomendada para a análise de frequência nos Estados Unidos (IACWD, 1982) e na Austrália (IEA, 1977). Um dos motivos para justificar seu uso está na grande variedade de formas que essa distribuição pode assumir. A figura 3.5 mostra tal variedade de formas, a partir de diferentes combinações de  $\alpha$  e  $\beta$ , e com  $\gamma = 1$ . Griffis e Stedinger (2007) demonstram que para  $|\gamma_x| \leq 1$ , a distribuição LP3 fornece um modelo plausível e matematicamente aplicável à maioria das localizações nos Estados Unidos e em outras partes do mundo onde máximos anuais nulos são raros. Se uma série de máximos anuais alcançar frequentemente um limite

inferior verdadeiro, como zero no caso de vazões, então esse modelo não é apropriado para a análise de frequência, sendo necessário o uso de um outro modelo, ou talvez a modelagem de valores acima de algum limite estabelecido.



**Figura 3.5** - Exemplos de funções densidade da distribuição LP3, com diferentes combinações de  $\alpha$  e  $\beta$ , e com  $\gamma = 1$  (Adaptado de Griffs e Stedinger, 2007)

### 3.1.1.5 Distribuição Generalizada de Valores Extremos

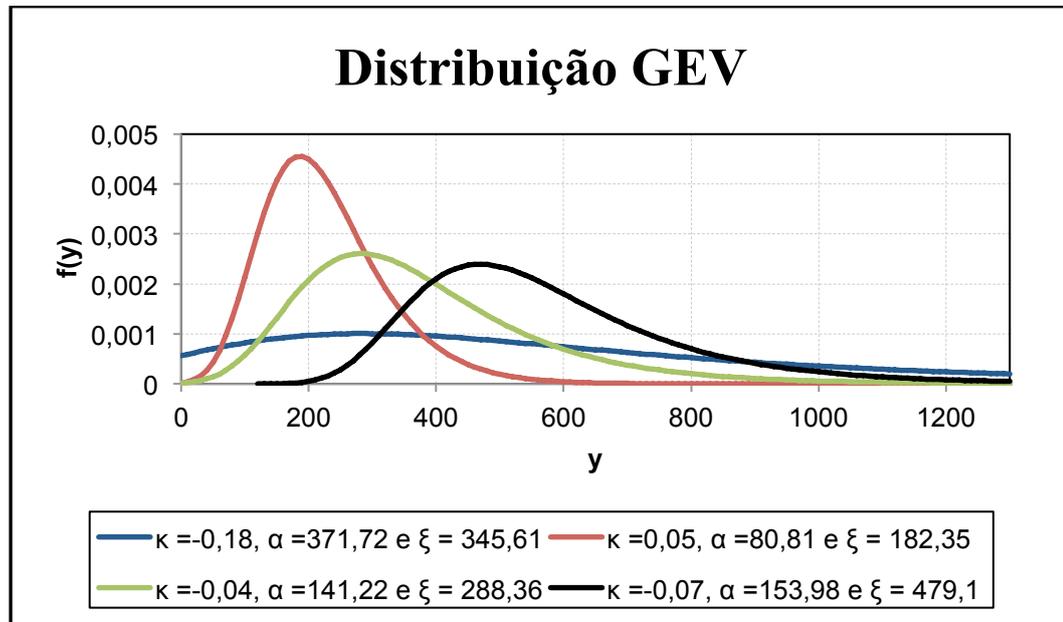
Os valores extremos máximos ( $X_{max}$ ) ou mínimos ( $X_{min}$ ) de uma amostra, como por exemplo as vazões máximas ou mínimas anuais, podem formar uma sub-amostra ( $Y=X_{max1}, X_{max2}, \dots$  ou  $Z=X_{min1}, X_{min2}, \dots$ ) que pode ser analisada estatisticamente. A teoria dos valores extremos demonstra que as distribuições de probabilidades dos valores extremos ( $F_Y(y)$  ou  $F_Z(z)$ ) convergem para uma das três formas das distribuições de valores extremos, dependendo do comportamento da cauda da distribuição da variável original  $X$ .

A distribuição generalizada de valores extremos (GEV, de *Generalized Extreme Value*), introduzida por Jenkinson (1955), incorpora as três formas assintóticas de valores extremos em uma única expressão. Hosking e Wallis (1997) definem a função densidade de probabilidades de uma distribuição GEV, com parâmetros de forma, escala e posição dados por  $\kappa$ ,  $\alpha$  e  $\xi$ , respectivamente, como:

$$f_y(y) = \frac{1}{\alpha} e^{-(1-\kappa)t - e^{-t}} \quad (3.7)$$

$$\text{Onde, } t = \begin{cases} -\frac{1}{k} \log \left[ 1 - \kappa \left( \frac{y-\xi}{\alpha} \right) \right] & \text{para } \kappa \neq 0 \\ \frac{y-\xi}{\alpha} & \text{para } \kappa = 0 \end{cases}$$

A figura 3.6 mostra várias formas que a função densidade da distribuição generalizada de valores extremos pode assumir, para diferentes valores de  $\kappa$ ,  $\alpha$  e  $\xi$ .



**Figura 3.6** - Exemplos de funções densidade da distribuição GEV

O parâmetro de forma da distribuição GEV afeta o formato que a distribuição pode assumir e o comportamento da sua cauda, uma vez que seu valor depende apenas do coeficiente de assimetria. Um parâmetro de forma positivo resulta em uma distribuição limitada superiormente, a distribuição de valores extremos tipo III, o que não é interessante em aplicações práticas, já que, existirá um quantil cuja probabilidade de excedência é igual a zero. Se  $\kappa < 0$ , a GEV representa a distribuição de valores extremos tipo II, e se  $\kappa = 0$ , a tipo I, ambas comumente usadas na hidrologia.

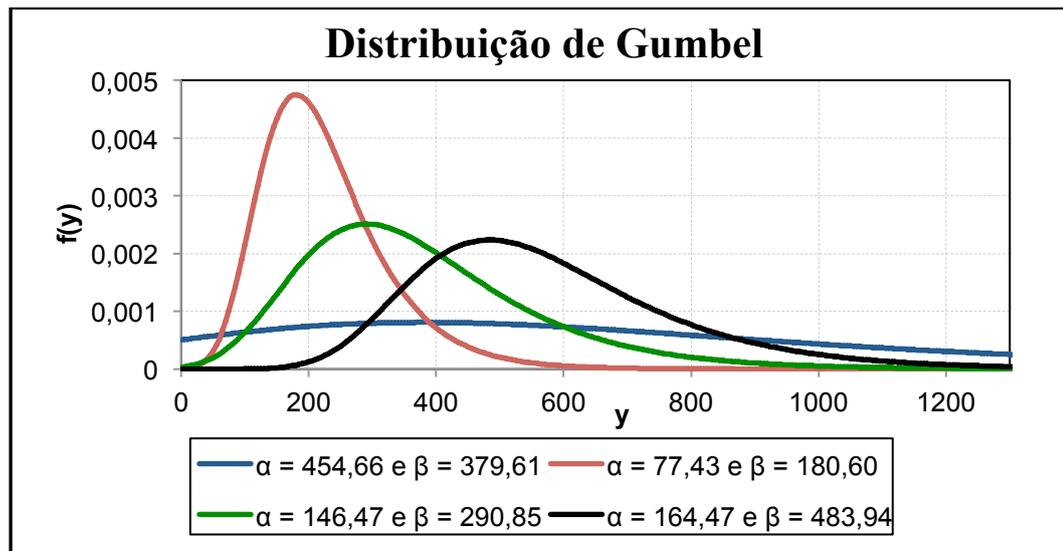
#### 3.1.1.6 Distribuição de Gumbel

A distribuição de Gumbel, ou distribuição de valores extremos tipo I, é um caso particular da distribuição GEV em que o parâmetro de forma é nulo. Essa distribuição, também conhecida por Fisher-Tippet tipo I e dupla exponencial, segundo Naghettini e Pinto (2007) é a distribuição extremal mais usada na análise de frequência de variáveis hidrológicas, tendo inúmeras aplicações na determinação de relações intensidade-duração-frequência de precipitações intensas e estudos de vazões de enchentes.

A função densidade de probabilidades de uma distribuição de Gumbel para valores extremos máximos, com parâmetros de escala e posição dados por  $\alpha$  e  $\beta$ , respectivamente, é dada por:

$$f_y(y) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[ -\frac{y - \beta}{\alpha} - \exp \left( -\frac{y - \beta}{\alpha} \right) \right] \quad (3.8)$$

A figura 3.7 mostra várias formas que a função densidade da distribuição exponencial pode assumir, para diferentes valores de  $\alpha$  e  $\beta$ .



**Figura 3.7** - Exemplos de funções densidade da distribuição de Gumbel

O coeficiente de assimetria da distribuição de Gumbel possui um valor positivo e fixo ( $\gamma = 1,1396$ ), o que implica que o uso dessa distribuição é mais adequado para amostras com coeficientes de assimetria próximos a tal valor.

### 3.1.1.7 Distribuição Generalizada de Pareto

A distribuição generalizada de Pareto (GPA) foi introduzida por Pickands em 1975, e desde então têm sido aplicada em um grande número de áreas, incluindo fenômenos sócio-econômicos, processos físicos e biológicos e análise de extremos ambientais (Singh e Guo, 1995). Assim como a distribuição exponencial, a distribuição de Pareto é comumente utilizada para modelar a cauda de outras distribuições. Na hidrologia, ela é utilizada principalmente na análise de eventos extremos.

Hosking e Wallis (1997) definem a função densidade de probabilidades de uma distribuição GPA, com parâmetros de forma, escala e posição dados por  $\kappa$ ,  $\alpha$  e  $\xi$ , respectivamente, como:

$$f_y(y) = \frac{1}{\alpha} e^{-(1-\kappa)t} \quad (3.9)$$

$$\text{onde, } t = \begin{cases} -\frac{1}{\kappa} \log \left[ 1 - \kappa \left( \frac{y-\xi}{\alpha} \right) \right] & \text{para } \kappa \neq 0 \\ \frac{y-\xi}{\alpha} & \text{para } \kappa = 0 \end{cases}$$

Dois casos especiais da distribuição GPA podem ser citados: a distribuição exponencial, quando o parâmetro de forma  $\kappa$  da GPA é igual a zero, e a distribuição uniforme, quando  $\kappa$  é igual a 1 e  $\xi \leq x \leq \alpha + \xi$ .

### 3.1.2 Métodos de estimação de parâmetros

Depois de escolhida a distribuição de probabilidades (ou, como no caso do presente trabalho, as distribuições de probabilidades) com que se deseja trabalhar, é necessário atribuir valores numéricos para os parâmetros dessa distribuição para que seja possível calcular as probabilidades associadas aos eventos observados ou definir os quantis de tempos de retorno importantes para determinado projeto.

Existe um grande número de métodos de estimação de parâmetros. Entre eles, pode-se citar o método dos momentos, o método da máxima verossimilhança, o método dos momentos-L, o método dos mínimos quadrados, o método generalizado dos momentos, o método dos momentos mistos e o método da máxima entropia. No presente trabalho será dado destaque ao método dos momentos-L. Vale ressaltar que Hosking e Wallis (2007) propõem algumas modificações na parametrização de algumas das distribuições mencionadas neste trabalho, e que são necessárias para a aplicação do método de estimação de parâmetros por eles desenvolvido.

#### 3.1.2.1 Método dos momentos-L

Segundo Hosking e Wallis (1997), os momentos-L surgiram como modificações dos momentos ponderados por probabilidades (MPP) definidos por Greenwood et. al. (1979) e expostos na equação (3.10).

$$M_{p,r,s} = E[X^p [F(X)]^r [1 - F(X)]^s] \quad (3.10)$$

onde  $F(X)$  representa a função de probabilidades acumuladas e  $p, r, s$ , números reais. Dois casos especiais dos MPPs,  $\alpha = M_{1,0,r}$  e  $\beta = M_{1,r,0}$ , foram utilizados como base para métodos de

estimação de parâmetros de distribuições de probabilidades em diversos trabalhos, entre eles Hosking, Wallis e Wood (1985) e Hosking e Wallis (1987). No entanto, eles são difíceis de interpretar diretamente como medidas de escala e forma de uma distribuição de probabilidades. Logo, Hosking (1990) introduziu o conceito de momentos-L, que são combinações lineares dos MPPs, e que podiam descrever a forma e escala das distribuições. Os momentos-L de ordem  $r$  são definidos por:

$$\lambda_r = (-1)^{r-1} \sum_{k=0}^{r-1} p_{r-1,k} \alpha_k = \sum_{k=0}^{r-1} p_{r-1,k} \beta_k \quad (3.11)$$

Onde  $p_{r-1,k} = (-1)^{r-k-1} \binom{r-1}{k} \binom{r+k-1}{k}$ . Além disso, é importante também definir os quocientes de momentos-L, que são considerados versões adimensionalizadas dos momentos-L, dadas por:

$$\tau_r = \frac{\lambda_r}{\lambda_2}, \quad r = 3, 4 \dots \quad (3.12)$$

Os quocientes de momentos-L descrevem a forma e a escala das distribuições de probabilidades, sendo os quocientes de ordem  $r=3$  e  $r=4$  análogos aos coeficientes de assimetria e curtose convencionais, respectivamente. O coeficiente  $\tau$ , que é equivalente ao coeficiente de variação convencional, é dado por:

$$\tau = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (3.13)$$

De acordo com Vogel e Fennessey (1993), uma das vantagens dos momentos-L em relação aos momentos convencionais (MOM) é a menor variância e viés dos estimadores produzidos pelo primeiro método. Os momentos convencionais dão maior peso a observações afastadas da média, resultando em viés e variâncias maiores. Outra vantagem levantada por esses autores, são os limites de variação de  $\tau$ ,  $\tau_3$  e  $\tau_4$ . Para variáveis aleatórias não negativas, sabe-se que  $0 < \tau < 1$ , enquanto os coeficientes  $\tau_3$  e  $\tau_4$  ficam compreendidos no intervalo  $[-1, +1]$ . Os coeficientes de variação, curtose e assimetria convencionais podem assumir valores mais elevados, dificultando a análise dos dados.

Por outro lado, pode-se dizer que uma desvantagem do método dos momentos-L é a sua maior complexidade em relação ao método dos momentos (MOM). Entretanto, existem algoritmos e programas prontos para implementar o método dos momentos-L para a estimação de parâmetros de um grande número de distribuições.

O anexo 1 mostra os procedimentos necessários para o cálculo dos estimadores dos parâmetros das distribuições utilizadas no presente trabalho pelo método dos momentos-L.

### **3.2 Métodos para seleção das distribuições de probabilidades**

Quando se trabalha com fenômenos hidrológicos, é comum que não exista informações suficientes para determinar a distribuição de probabilidades que descreve uma população, uma vez que as amostras disponíveis são em sua maioria pequenas. No entanto, existem métodos que indicam as distribuições de probabilidades mais adequadas para modelar uma determinada amostra e critérios para a escolha de distribuições que devem ser testadas de acordo com o fenômeno que se deseja modelar.

Cunnane (1987) enumera algumas considerações complexas que devem ser feitas ao escolher uma distribuição de probabilidades para modelar dados observados:

- O número e tipo de parâmetros necessários;
- Propriedades “desejáveis” que a distribuição deve possuir;
- Critério para selecionar uma distribuição entre várias;
- Capacidades “descritiva” e “preditiva” da distribuição.

Devido à complexidade dos fenômenos hidrológicos, é raro que alguma distribuição de probabilidade seja considerada adequada para a modelagem somente com base em seu embasamento teórico, embora as distribuições de valores extremos sejam comumente recomendadas para a análise de frequência de vazões extremas dessa maneira.

O item 3.1 expôs o uso histórico dos principais métodos utilizados para a seleção das distribuições mais adequadas para representar determinada amostra e apresentou características desejáveis que uma distribuição deve possuir para descrever vazões máximas, além de enumerar as principais distribuições utilizadas na hidrologia nesse sentido e citar métodos para a estimação de seus parâmetros. No presente item serão descritos os métodos

que serão utilizados no decorrer do trabalho para selecionar as distribuições mais adequadas para os dados de vazões máximas anuais brasileiros.

### 3.2.1 Testes estatísticos de aderência

Os testes estatísticos de aderência são utilizados quando não se conhece a distribuição de probabilidades que descreve uma população, mas se deseja testar a hipótese de que uma determinada distribuição possa ser adequada para descrever tal população, baseando-se em uma amostra. Naghettini e Pinto (2007) afirmam que os testes de aderência, embora não tenham o poder de selecionar uma distribuição entre várias, auxiliam na tomada de decisões quanto à adequação ou inadequação de um modelo distributivo a uma dada amostra. No presente trabalho serão utilizados os testes de aderência de Anderson-Darling e de Filliben.

#### 3.2.1.1 Teste de Aderência de Anderson-Darling

O teste de aderência de Anderson-Darling (AD), assim como o teste de Kolmogorov-Smirnov, é determinado a partir da maior distância entre as funções de probabilidades acumuladas, teórica e empírica ( $F_x(x)$  e  $F_N(x)$ , respectivamente), de uma variável aleatória. Entretanto, esse teste dá um peso maior às caudas das distribuições com a introdução de uma função  $\psi$ . Laio (et. al., 2009) ressaltam que esse o teste AD tem proporcionado bons resultados quando aplicados a amostras de variáveis hidrológicas.

A estatística do teste AD ( $\Delta_{AD}$ ) é dada por:

$$\Delta_{AD} = \int [F_N(x) - F_x(x)]^2 \psi(x) f_x(x) dx \quad (3.14)$$

Onde  $\psi = [F_x(x)[1 - F_x(x)]]^{-1}$ . Um estimador de  $\Delta_{AD}$  é dado por:

$$\Delta_{AD} = -N - \sum_{i=1}^N \frac{(2i - 1) \{ \ln F_x(x_{(i)}) + \ln [1 - F_x(x_{(N-i+1)})] \}}{N} \quad (3.15)$$

Segundo Naghettini e Pinto (2007), o valor crítico de  $\Delta_{AD}$  depende da distribuição de probabilidades teórica  $F_x(x)$ , sendo definido e tabulado apenas para as distribuições Normal, Log-Normal, Gumbel (para máximos) e Weibull (para mínimos). Para outras distribuições, esse valor crítico pode ser aproximado pelos valores tabelados existentes.

### 3.2.1.2 Teste de Aderência de Filliben

O teste de Filliben é conhecido por ser mais poderoso que outros testes de aderência, como o de Kolmogorov-Smirnov, e por ser de aplicação simples. Esse teste foi desenvolvido por Filliben (1975) e avalia o coeficiente de correlação linear entre as observações ordenadas e os quantis teóricos calculados a partir de uma distribuição de probabilidades  $F_X(x)$ , de modo que uma associação linear forte pode sugerir que a amostra tenha sido extraída de uma população com a mesma distribuição de probabilidades  $F_X(x)$ .

A estatística do teste de Filliben é o coeficiente de correlação linear  $r$  e é dada por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_{(i)} - \bar{x})(w_i - \bar{w})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_{(i)} - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^N (w_i - \bar{w})^2}} \quad (3.16)$$

onde  $\{x_{(1)}, x_{(2)}, \dots, x_{(N)}\}$  representam os valores observados,  $\{w_1, w_2, \dots, w_N\}$ , os quantis teóricos calculados a partir de  $w_i = F_X^{-1}(1 - q_i)$ , com  $q_i$  correspondente à probabilidade empírica de ordem de classificação  $i$ ,  $\bar{x} = \sum_{i=1}^N x_{(i)}/N$  e  $\bar{w} = \sum_{i=1}^N w_{(i)}/N$ .

Os valores críticos da estatística do teste  $r$  dependem da distribuição teórica  $F_X(x)$  que for adotada. Para a distribuição normal, Filliben (1975), Looney e Gullledge (1985) e Vogel(1986) determinaram os valores críticos de  $r$ . Além disso, Vogel (1986) ainda determinou os valores críticos de  $r$  para a distribuição GUM. Os valores críticos de  $r$  para a distribuição GEV foram determinados por Chowdhury et. al. (1991) e para a PE3 por Vogel e McMartin (1991) .

### 3.2.2 **Número de excedências esperado**

O método chamado de número de excedências esperado, também referido no presente trabalho como método de Beard, foi desenvolvido por Beard em 1974 em um relatório sobre técnicas de análise de frequência de vazões. Desde então, tal método tem sido utilizado em diversos trabalhos para determinar as distribuições de probabilidades mais adequadas para modelar as vazões máximas de um determinado local, como em Gunasekara e Cunnane (1991 e 1992), Vogel (1993a e 1993b), além de ter sido sumariado no Bulletin 17B (IACWD, 1982).

Em seu trabalho, Beard analisou dados de vazões máximas anuais de 300 estações nos Estados Unidos, com um número mínimo de 30 anos de dados em cada estação e totalizando

14200 anos de dados. Cada uma das séries de vazões máximas anuais utilizadas no estudo foi dividida em duas, de tamanhos aproximadamente iguais, assumindo a independência entre os anos sucessivos. Com uma metade de cada série, foram calculados os quantis referentes a diversos tempos de retorno (T) ou probabilidades de excedências especificadas ( $P_s = 1/T$ ) utilizando os oito modelos probabilísticos considerados (LP3, LN2, GUM, GAMA, PE3, LP3 com coeficiente de assimetria regionalizado, e GUM com estimação de parâmetros feita pelo método BLIE). Na segunda metade, contou-se o número de vezes que cada quantil calculado era ultrapassado (número de excedências observado) e calculou-se a probabilidade de excedência observada ( $P_o$ ), comparando os números de excedências teóricos (razão entre o número de observações e o tempo de retorno) com os números de excedência observados. Os resultados desse estudo foram expostos através de diversas comparações feitas entre as probabilidades de excedência das duas metades da amostra (a especificada e a observada), incluindo o uso de índices calculados a partir da probabilidade de excedência esperada.

O conceito de probabilidade de excedência esperada ( $P_N$ ), explorado em Beard (1960), foi incorporado a esse trabalho para corrigir as probabilidades de excedência calculadas, quando necessário. Beard (1960) mostrou que um estimador de um quantil de tempo de retorno T não é excedido, de modo geral, com uma probabilidade média  $p = 1/T$ , devido a efeitos causados pelo tamanho da amostra a partir da qual o quantil foi estimado. Utilizando quantis de 100 anos de retorno e baseando-se em uma amostra de 10 anos de dados de vazões anuais máximas, Beard (1974) concluiu que o quantil calculado seria excedido em média 3 vezes mais do que o assumido e que, mesmo com amostras maiores, ainda existiria uma diferença considerável entre o número de excedências teórico e o observado. Para eliminar essa diferença, pode-se fazer um ajuste no estimador do quantil de tempo de retorno T, com base na probabilidade de excedência esperada para o tamanho N da amostra considerada.

A probabilidade de excedência esperada é definida como a média da probabilidade de excedência verdadeira de todas as estimativas calculadas para uma determinada frequência a partir de amostras sucessivas de um tamanho específico (Beard, 1974). A tabela 3.2 foi adaptada de IACWD (1982) e mostra diversas equações desenvolvidas por Beard e utilizadas para calcular a probabilidade de excedência esperada para os casos da distribuição normal e log-normal. Como na época em que o trabalho de Beard foi publicado, o cálculo da probabilidade de excedência esperada só era conhecido para o caso da distribuição normal, ele criou uma constante empírica para ajustar essa probabilidade para outras distribuições. No

entanto, Gunasekara e Cunnane (1991) mostraram que os procedimentos expostos tabela 3.2 podem ser utilizados satisfatoriamente para qualquer distribuição de probabilidades e método de estimação de parâmetros.

Vogel (1993a e 1993b) acrescenta que pode-se assumir que o número de excedências X segue uma distribuição binomial com média  $E[X] = mp$  e variância  $Var[X] = mp(1 - p)$  onde m é o número total de tentativas independentes (ou número total de anos) e p é a probabilidade de excedência associada com cada evento ( $p = 1/T$ ). Sendo assim, é possível estimar intervalos de confiança para os valores de X e utilizá-los também como critério de comparação entre os modelos probabilísticos testados.

**Tabela 3.2** – Equações para o cálculo da probabilidade de excedência esperada ( $P_N$ ) em função da probabilidade de excedência especificada ( $P_S$ ) e do tamanho da amostra N (Adaptado de IACWD, 1982)

Probabilidade de Excedência Especificada ( $P_S$ )	Probabilidade de Excedência Esperada ( $P_N$ )	
0,0001	$0,0001 (1 + 1600/N^{1,72})$	(3.17)
0,001	$0,001 (1 + 280/N^{1,55})$	(3.18)
0,01	$0,01 (1 + 26/N^{1,16})$	(3.19)
0,05	$0,05 (1 + 6/N^{1,04})$	(3.20)
0,1	$0,1 (1 + 3/N^{1,04})$	(3.21)
0,3	$0,3 (1 + 0,46/N^{0,925})$	(3.22)

### 3.2.3 Critério de Informação de Akaike

O critério de informação de Akaike (AIC, do inglês *Akaike Information Criterion*) foi desenvolvido a partir da informação (ou distância) de Kullback-Leibler (K-L) para a seleção de modelos. A informação de K-L representa a distância relativa entre um modelo ajustado ( $M_j = g_j(x, \hat{\vartheta})$ ) e o modelo real ( $f(x)$ ), a partir do qual os dados são gerados e pode ser calculada por:

$$I(M_j, f(x)) = \int \ln \left( \frac{f(x)}{g_j(x, \vartheta)} \right) f(x) dx \quad (3.23)$$

Um dos problemas acerca do uso da informação de K-L para a seleção de modelos na prática é a necessidade do conhecimento do modelo verdadeiro. Akaike (1973) propôs o uso da informação de K-L como base para um método de seleção de modelos. Ele concluiu que a máxima log-verossimilhança é um estimador enviesado da informação de K-L, sendo o viés

aproximadamente igual ao número de parâmetros estimados do modelo ajustado. O critério de informação de Akaike é definido por:

$$AIC_j = -2 \ln(L_j(\hat{\vartheta})) + 2p_j \quad (3.24)$$

Onde  $L_j(\hat{\vartheta}) = \prod_{i=1}^n g_j(x_i, \hat{\vartheta})$  é a função de verossimilhança no ponto  $\vartheta = \hat{\vartheta}$ , correspondente ao estimador MVS do parâmetro  $\vartheta$  e  $p_j$  é o número de parâmetros estimados do j-ésimo modelo probabilístico testado. Dentre os modelos testados com tal critério, o que apresentar o menor valor de AIC deve ser selecionado.

Uma das características interessantes desse método é a de que o primeiro termo do lado direito da equação (3.24), o termo referente ao logaritmo da máxima verossimilhança, tende a diminuir quando se utiliza um modelo com um número maior de parâmetros, enquanto o segundo termo, tende a aumentar. De acordo com Box e Jenkins (1970), isso mostra a essência do princípio da parcimônia nesse método.

Este método é recomendado quando o número de observações é maior que 40 vezes o número de parâmetros do modelo ( $N/p_j > 40$ ). Para outros casos recomenda-se o uso de uma versão desse método, chamada Critério de Informação de Akaike Corrigido (AICc), em que o viés é ajustado considerando amostras pequenas (Burnham e Anderson, 2002). O AICc é definido pela equação (3.25),

$$AICc_j = -2 \ln(L_j(\hat{\vartheta})) + 2p_j \left( \frac{n}{n - p_j - 1} \right) \quad (3.25)$$

Onde  $n$  representa o número de observações. Vale ressaltar que, a medida que o número de observações  $n$  aumenta, o valor do AICc converge para o AIC.

### 3.2.4 Critério de Informação Bayesiano

Um outro método utilizado para a seleção de modelos probabilísticos é o critério de informação bayesiano (BIC, do inglês *Bayesian Information Criterion*) ou critério de informação de Schwarz. Este método foi desenvolvido por Schwarz (1978) e possui um formato semelhante ao AIC (ver equação (3.26)), embora tenha um embasamento teórico diferente, seguindo um ponto de vista bayesiano.

Na inferência Bayesiana, ao contrário do que acontece na inferência clássica, a suposição de que há uma distribuição de probabilidades verdadeira a partir da qual os dados foram gerados não existe. Sendo assim, é incoerente considerar uma medida de discrepância entre o modelo probabilístico real e o ajustado como critério de seleção de modelos probabilísticos. No caso do BIC, a medida de discrepância considerada é entre o modelo ajustado e os dados, sendo representada pela probabilidade *a posteriori* do modelo ajustado condicionada aos dados  $\Pr(M_j|D)$  (Laio et. al., 2009).

O critério de informação Bayesiano é dado por:

$$BIC_j = -2 \ln \left( L_j(\hat{\vartheta}) \right) + \ln(n) p_j \quad (3.26)$$

Onde, assim como no AIC,  $L_j(\hat{\vartheta}) = \prod_{i=1}^n g_j(x_i, \hat{\vartheta})$ . Observe que as equações referentes ao AIC e ao BIC ((3.25) e (3.26)), respectivamente são semelhantes. O termo relativo ao número de parâmetros, no caso do BIC, é multiplicado por um fator correspondente ao logaritmo natural do número de observações da amostra. Como consequência dessa diferença, o BIC é mais inclinado a modelos com menos parâmetros do que o AIC, levando em conta amostras de tamanho  $n$  maior que 8. Considera-se que o melhor modelo para representar os dados é o que apresenta o menor valor de BIC (Burnham e Anderson, 2002).

Laio, et. al. (2009) argumenta que embora muitas modificações tenham sido feitas na literatura com a finalidade de estender e generalizar o BIC, nenhuma se mostra atraente para aplicações na hidrologia, quando se trabalha com amostras pequenas e distribuições assimétricas.

### 3.2.5 Diagrama de momentos-L

O diagrama de momentos-L compara estimativas dos quocientes de momentos-L (L-CV, assimetria-L e Curtose-L) com os valores teóricos correspondentes. Cada distribuição tem uma relação distinta entre os quocientes de momentos-L, sendo possível relacionar uma amostra a uma distribuição baseando-se em tal relação. Para a construção dos diagramas, Hosking e Wallis (1997) disponibilizaram aproximações polinomiais da relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$  para diversas distribuições.

$$\tau_4 = \sum_{k=0}^8 A_k \tau_3^k \quad (3.27)$$

Os valores de  $A_k$  disponibilizados por Hosking e Wallis (1997) para as distribuições de três parâmetros utilizadas no presente trabalho podem ser obtidos através da tabela 3.3.

**Tabela 3.3** – Aproximações polinomiais de  $\tau_4$  em função de  $\tau_3$  (Adaptado de Hosking e Wallis, 1997)

	GPA	GEV	LN3	PE3
$A_0$	0	0,10701	0,12282	0,12240
$A_1$	0,20196	0,11090	.	.
$A_2$	0,95924	0,84838	0,77518	0,30115
$A_3$	-0,20096	-0,06669	.	.
$A_4$	0,04061	0,00567	0,12279	0,95812
$A_5$		-0,04208	.	.
$A_6$		0,03763	-0,13638	-0,57488
$A_7$		.	.	.
$A_8$		.	0,11368	0,19383

Aproximações polinomiais para a relação entre  $\tau_3$  e  $\tau$  foram definidas por Vogel et. al.(1996) para as distribuições LN2, GAM, Weibull e a generalizada de Pareto. No entanto, ele afirma que enquanto essas aproximações podem ser utilizadas para produzir gráficos suficientemente acurados, elas não devem ser utilizadas para cálculos analíticos detalhados.

O diagrama  $\tau - \tau_3$  é utilizado para distribuições com dois parâmetros e o diagrama  $\tau_3 - \tau_4$  (L-assimetria e L-curtose), para distribuições com três parâmetros. Nesse último diagrama, cada distribuição de três parâmetros é representada por uma curva e cada distribuição de dois parâmetros é representada por um ponto, enquanto no primeiro diagrama, as distribuições de dois parâmetros são representadas por linhas. A grande vantagem no uso do diagrama de momentos-L é que se pode comparar o ajuste de várias distribuições a muitas amostras usando apenas um gráfico (Vogel, 1996).

A distância entre um ponto da amostra e uma curva, linha ou ponto de uma certa distribuição pode ser tomada como uma medida indicando a qualidade do ajuste (quanto menor a distância, melhor o ajuste). Quando muitas amostras são utilizadas na análise, é difícil visualizar a distância de cada ponto, de maneira que uma distribuição de probabilidades é considerada adequada para representar as amostras se ela cruzar o centro da nuvem formada pelas amostras e seguir a tendência dessa nuvem (Yue e Hashino, 2007). Para ilustrar esses

dois critérios de uma maneira mais clara no diagrama de momentos-L, em muitos estudos são utilizadas regressões lineares das amostras, enquanto em outros se observa o uso da média amostral. Peel, et. al. (2001) argumentam que embora esses critérios produzam uma avaliação visual rápida, essa avaliação é subjetiva e não substitui uma análise mais objetiva que leve em conta a variabilidade e o tamanho das amostras.

Um método de avaliar a qualidade do ajuste das distribuições, que pode ser utilizado simultaneamente a interpretação visual do diagrama de momentos-L foi desenvolvido por Kroll e Vogel (2002) e é dado pela média ponderada das distâncias ortogonais (AWOD, do inglês *Average weighted orthogonal distance*).

$$AWOD = \frac{\sum_{i=1}^N n_i d_i}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (3.28)$$

$$d_i = \begin{cases} |\tau_2[\tau_{3o}(i)] - \tau_{2o}(i)| & \text{para uma distribuição de 2 parâmetros} \\ |\tau_4[\tau_{3o}(i)] - \tau_{4o}(i)| & \text{para uma distribuição de 3 parâmetros} \end{cases} \quad (3.29)$$

Onde N é o número de amostras utilizados na análise,  $n_i$  é o tamanho de cada amostra,  $\tau_{ko}(i)$  são os quocientes de momentos-L amostrais e  $\tau_k$  os quocientes de momentos-L teóricos. O menor valor de AWOD indica a melhor distribuição de probabilidades para descrever as amostras utilizadas.

### **3.3 Teoria dos Recordes e Curva Envoltória de Recordes de vazão**

#### **3.3.1 Introdução**

Um recorde é definido como o maior valor de uma série temporal. No escopo do presente trabalho, pode-se definir um recorde de vazões como o maior valor de vazão encontrado em uma série de vazões máximas anuais. Embora o conceito de recorde seja bastante comum e recordes sejam mencionados corriqueiramente no cotidiano (o dia mais quente ou frio do ano, a maior sequência de vitórias de um time, entre outros), a literatura sobre os recordes não é muito extensa, principalmente no que diz respeito a recordes de vazão. Douglas e Vogel (2006) argumentam que isso se deve a dois fatores:

- A teoria utilizada para descrever probabilisticamente recordes de vazão é muito mais complexa do que a teoria que descreve as vazões máximas anuais, por exemplo.

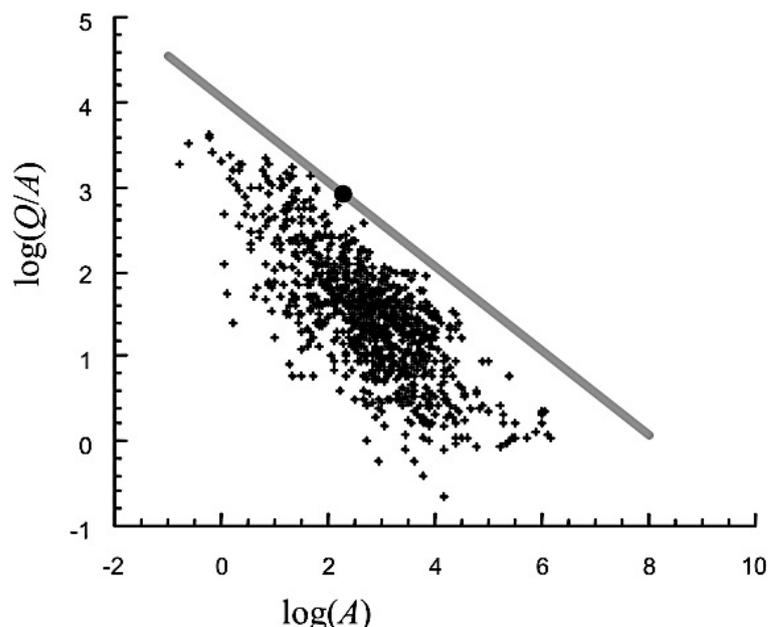
- O tamanho das amostras de recordes de vazão é pequeno, uma vez que existe apenas uma observação por estação.

Os primeiros estudos sobre a teoria dos recordes foram publicados na década de 1950. Chandler (1952) introduziu o estudo dos recordes e documentou muitas de suas propriedades básicas. Desde então, diversos trabalhos com esse tema foram realizados nas mais distintas áreas do conhecimento (para exemplos, o leitor pode consultar: Arnold et. al., 1998; Nevzorov, 1987; Nevzorov e Balakrishnan, 1998) e a base matemática dos recordes foi bem desenvolvida, embora ainda seja bastante complexa.

Na área da hidrologia, existe um grande interesse em determinar as propriedades dos recordes de vazão. Aplicações da teoria dos recordes, como as curvas envoltórias, têm sido bastante utilizadas, principalmente, como uma maneira de sumariar as informações sobre os recordes de vazão.

### 3.3.2 Curva envoltória de recordes de vazão

A curva envoltória de recordes representa o limite das vazões extremas observadas em uma região ou as estimativas de “enchente máxima provável” (PMF, do inglês *probable maximum flood*). A figura 3.8 mostra um exemplo de curva envoltória, construída com dados dos Estados Unidos de um período anterior a 1925, similar a desenvolvida por Jarvis (1925).



**Figura 3.8** – Curva envoltória construída com dados de um período anterior a 1925. Vazão  $Q$  em pés<sup>3</sup>/s e área  $A$  em milhas<sup>2</sup>. Fonte: Castellarin, 2005.

England (2005) define a curva envoltória como uma relação empírica relativamente simples entre a máxima vazão de pico observada em uma região e a área de drenagem. Além disso, as curvas envoltórias podem indicar a magnitude de vazões esperadas em bacias não monitoradas da região em que ela foi construída.

Um dos primeiros estudos sobre curvas envoltórias foi desenvolvido por Jarvis (1925). Ele analisou 888 estações de monitoramento nos Estados Unidos e determinou uma curva envoltória regional para a área de estudo. Crippen e Bue (1977) atualizaram o trabalho de Jarvis, desenvolvendo 17 curvas envoltórias, uma para cada região hidrológica dos Estados Unidos, usando dados de 883 estações com áreas de drenagem de até 16000km<sup>2</sup>. Matalas (1997) e Vogel et. al. (2001) atualizaram o trabalho de Crippen e Bue em 740 das 883 estações utilizadas no trabalho original, incorporando dados de 1977 a 1994 e concluíram que as curvas envoltórias determinadas por Crippen e Bue ainda representavam os limites das vazões extremas nos Estados Unidos.

Outros trabalhos em lugares diversos podem também ser citados: Marchetti (1955) desenvolveu curvas envoltórias regionais na Itália, Mimikou (1984) na Grécia, Kadoya (1992) no Japão, Bayazit e Önoç (2004) na Turquia e Costa (1987) e Herschy (2002) desenvolveram curvas envoltórias com as vazões recordes do mundo. No Brasil, pode-se citar o trabalho de Coelho Filho (2010), que estimou curvas de frequência de vazões máximas em bacias hidrográficas não monitoradas no estado de Minas Gerais, por meio da interpretação probabilística das curvas envoltórias de cheias.

Critica-se em muitos trabalhos (Castellarin et. al., 2005; Vogel et. al., 2007, Castellarin et. al., 2007, Guse et. al., 2010), a visão determinística acerca das curvas envoltórias. Castellarin et. al. (2005) afirmam que, desde o trabalho de Jarvis (1925), uma interpretação probabilística das curvas envoltórias nunca foi seriamente tratada e que elas tem sido construídas apenas para sumariar os recordes de vazões existentes, embora possuam potencial para serem ferramentas significativas para a concepção de medidas de proteção contra enchentes catastróficas.

O primeiro trabalho a definir uma probabilidade de excedência a uma curva envoltória foi desenvolvido por Fuller (1914). Ele propôs um método empírico que relacionava a vazão média, a área de drenagem e o tempo de retorno. No entanto, esse método foi desenvolvido a partir de poucos registros de vazão, fazendo com que sua aplicação a projetos que envolvam

grandes períodos de retorno seja questionável. Nas décadas seguintes, chegou-se a um consenso de que não era possível definir uma probabilidade de excedência a uma curva envoltória (Vogel et. al., 2007; Castellarin et. al., 2005). No entanto, trabalhos recentes tem sido realizados com tal objetivo. Entre eles estão os métodos desenvolvido por Jarret e Tomlinson (2000), cuja ideia central é atribuir uma probabilidade de excedência à curva envoltória por meio da análise de frequência dos dados sistemáticos e não sistemáticos de cada estação da região considerada, e o desenvolvido por Castellarin et. al. (2005) que propuseram uma interpretação probabilística das curvas envoltórias utilizando o método do index-flood, além de formularem um estimador empírico da probabilidade de excedência da curva envoltória esperada.

### 3.3.3 Construção e equações empíricas da curva envoltória

Para a construção de uma curva envoltória, deve-se selecionar uma região de estudo, preferencialmente homogênea, de onde serão levantados os dados para a construção de um gráfico, em escala bilogarítmica, da área de drenagem *versus* vazão. Podem ser utilizados dados de vazões recordes ou estimativas de PMF. Com esse gráfico plotado, os picos podem ser determinados e o desenho da curva envoltória pode ser executado (Cudworth, 1989).

Depois de desenhada a curva, pode-se determinar uma equação empírica que a descreva. Diversos estudos abordam procedimentos para a determinação dessa equação (Jarvis, 1936; Creagher et al., 1945, Linsley et al., 1949, Linsley et al., 1958, e Crippen, 1982). Crippen (1982) argumenta que embora essas equações empíricas possam ser úteis para estimar, de modo impreciso, o risco potencial de falha de uma certa estrutura, elas não fornecem resultados definitivos o bastante para justificar seu uso em aplicações específicas da engenharia. A mais básica das equações para a curva envoltória foi proposta por Myers (Jarvis, 1936) e é dada por:

$$Q = CA^n \tag{3.30}$$

onde Q é a vazão de pico (a vazão de recorde ou a PMF) em pés<sup>3</sup>/s, A é a área de drenagem da bacia em milhas<sup>2</sup>, C é um coeficiente que depende das características da bacia e n é um expoente inferior a um.

Creager et. al. (1945) propuseram uma modificação da equação (3.30), baseando-se em dados de 730 cursos d'água dos Estados Unidos e de outros 30 cursos d'água de outros países. A equação (3.31) descreve o método proposto por Creagher et. al. (1945). No entanto, notou-se que a curva envoltória descrita por essa equação foi ultrapassada por dados de alguns eventos ocorridos entre 1935 e 1940 nos Estados Unidos.

$$Q = 46CA^{0,894(A^{-0,048})} \quad (3.31)$$

onde Q é a vazão de pico em pés<sup>3</sup>/s, A é a área de drenagem da bacia em milhas<sup>2</sup>. England (2005) sugere que a fórmula de Myers seja usada inicialmente no estudo de curvas envoltórias, com áreas de drenagem inferiores a uma ordem de magnitude em relação à área de drenagem da bacia em estudo. Para outros casos, ele sugere o uso da fórmula de Crippen (1982), dada por:

$$Q = K_1 A^{K_2} (A^{C_1} + C_2)^{K_3} \quad (3.32)$$

onde C e K são constantes empíricas e Q é a vazão de pico em pés<sup>3</sup>/s, A é a área de drenagem da bacia em milhas<sup>2</sup>. Crippen (1982) recomenda valores de 0,5 e de 5, respectivamente, para C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, para curvas envoltórias de vazões recordes dos Estados Unidos. As demais constantes são determinadas a partir dos dados de vazões recordes.

Outros estudos apresentam equações que incorporam outros fatores além da área de drenagem. England (2005) cita a equação desenvolvida por Kinnison e Colby (1945), que consiste em uma versão da fórmula de Myers que incorpora a altitude média de uma bacia e a distância média das estações até a saída da bacia.

### **3.3.4 Estimação da probabilidade de excedência dos recordes de vazão**

A literatura sobre a caracterização estatística dos recordes de vazão ou para as curvas envoltórias vem aumentando desde a década de 1990. Vogel et. al. (2001) introduziram a distribuição de probabilidades e os momentos para o número esperado de recordes em um período de n anos quaisquer. Yongquan (1993) avaliou o relacionamento entre a atividade solar e os recordes de vazão. O trabalho de Castellarin et. al (2005), mencionado previamente, é um outro exemplo de aplicação da teoria dos recordes na hidrologia. Douglas e Vogel

(2006) estudaram o comportamento probabilístico de recordes de vazão de 1474 estações estimando uma probabilidade de excedência para eles.

Os princípios da teoria dos recordes, utilizados por Douglas e Vogel (2006), são descritos a seguir. Seja uma variável aleatória  $X$  com função acumulada de probabilidade dada por  $F_X(x)$ . O valor máximo de uma série independente  $X_i, i = 1, \dots, n$  é

$$Y_{max} = \max (X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (3.33)$$

A função acumulada de probabilidades de  $Y_{max}$  é dada por

$$\begin{aligned} F_{max}(y) &= P (Y_{max} \leq y) \\ &= P(X_1 \leq y, X_2 \leq y, \dots, X_n \leq y) \\ &= P(X_1 \leq y) P(X_2 \leq y, \dots) \dots P(X_n \leq y) \\ &= F_1(y)F_2(y) \dots F_n(y) = [F_X(y)]^n \end{aligned} \quad (3.34)$$

A partir da equação (3.34) pode-se verificar que a distribuição do valor máximo de uma amostra de  $n$  elementos independentes, depende da distribuição-mãe de  $X$  e do tamanho da amostra. A partir dos valores encontrados para a função acumulada de probabilidades, calculada para qualquer distribuição a partir da equação 3.34, é determinada a probabilidade de excedência dos recordes de vazão ( $p_n$ ):

$$p_n = 1 - F_{max}(y) \quad (3.35)$$

No trabalho de Douglas e Vogel (2006) a distribuição-mãe é a GEV. Além de deduzir a distribuição de probabilidades dos recordes de vazão, eles desenvolveram a média e a variância teórica e os momentos-L, para posteriormente, estimar os parâmetros da distribuição a partir do método dos momentos-L. Fernandes e Naghettini (2007) também desenvolveram um trabalho, semelhante ao de Douglas e Vogel (2006), utilizando essa teoria. Entretanto, eles utilizaram a distribuição EV4, limitada superiormente.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Coleta, Análise dos Dados e Obtenção dos Registros de Vazão

Nesta etapa do trabalho, foram utilizadas rotinas computacionais para automatizar a coleta dos dados a partir do Web Service da Agência Nacional de Águas (ANA). Foram recolhidos dados de 1939 estações neste banco de dados, com séries variando entre 10 e 83 anos, depois de analisados alguns critérios que serão explicados ao longo deste capítulo.

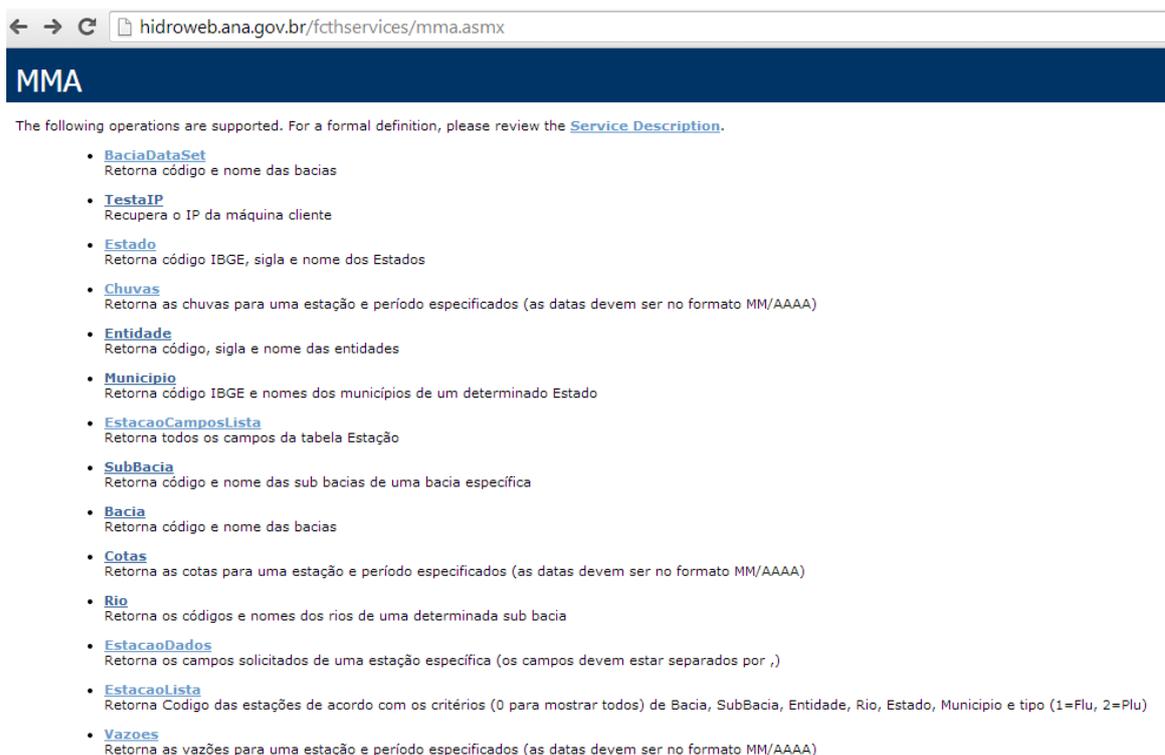
#### 4.1.1 Web Service da Agência Nacional de Águas

Os dados hidrológicos brasileiros são administrados e armazenados pela Agência Nacional das Águas (ANA). Tais informações são dispostas em três sistemas diferentes e complementares, são eles: HidroWEB, SNIRH (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos) e *WEBSERVICE*.

O HidroWEB, particularmente o *software* Hidro, é um sistema do tipo cliente/servidor que permite gerenciar dados hidrológicos (estações, séries de vazão, resumo de medição de descargas, etc...) a partir da importação de bancos de dados (arquivo Access ou de texto) do site da ANA. O sistema não permite integração direta com outros sistemas o que dificulta a operação em massa de dados. Ou seja, cada estação ou posto fluviométrico deve ser analisado individualmente.

O SNIRH é um sistema web que agrega informações de monitoramento em tempo real e ferramentas de informação geográfica (SIG) para gestão de recursos hídricos. O sistema também não permite a manipulação em massa de dados hidrológicos e está voltado à visualização de informações por meio de ferramentas de geoprocessamento.

O *WEBSERVICE*, por outro lado, é um sistema voltado ao desenvolvimento de aplicações. Trata-se de um sistema que possui uma estrutura de dados idêntica aquela utilizada pelo HidroWEB; a diferença reside na forma como os dados são armazenados. No *WEBSERVICE* os dados são armazenados em formato XML (*eXtensible Markup Language*), que permite a criação de aplicativos para a leitura automática, via web, desse tipo de arquivo. Assim, para os propósitos deste trabalho esse sistema é o mais adequado. A figura 4.1 mostra algumas características do sistema, que pode ser acessado por meio do endereço <http://hidroweb.ana.gov.br/fcthservices/mma.asmx>.



**Figura 4.1** – Algumas características do sistema WESService da ANA

No presente trabalho foram criadas sub rotinas em linguagem Visual Basic .NET 2012 que possibilitaram, em um primeiro momento, a obtenção dos dados, quando disponíveis, de todos os postos fluviométricos brasileiros. Através desse sistema a ANA disponibiliza somente dados consistidos, contrariamente do sistema HidroWEB, onde é possível visualizar dados brutos e consistidos. Num segundo momento, os dados foram armazenados e algumas estatísticas iniciais foram calculadas (máximos anuais, testes de hipóteses, obtenção dos recordes, etc...). Ainda nesta fase, os dados foram exportados de forma a facilitar a análise por softwares de terceiros (aplicações em R e SEAF).

#### 4.1.2 Definição de um ano operacional

A vazão média diária máxima anual considerada no presente trabalho é a maior vazão média diária no período de um ano hidrológico. Como o Brasil é um país extenso e apresenta regiões com condições climáticas diversas, um dos desafios encontrados nesta etapa da pesquisa foi a definição do início e fim do ano hidrológico das estações para que se pudesse determinar o valor máximo anual.

Devido à dificuldade para definir o início e fim do ano hidrológico em todas as diferentes áreas do Brasil e para facilitar o processo de automatização da coleta de dados, decidiu-se

utilizar um ano operacional definido a partir das normais climatológicas de precipitação do período de 1961 a 1990.

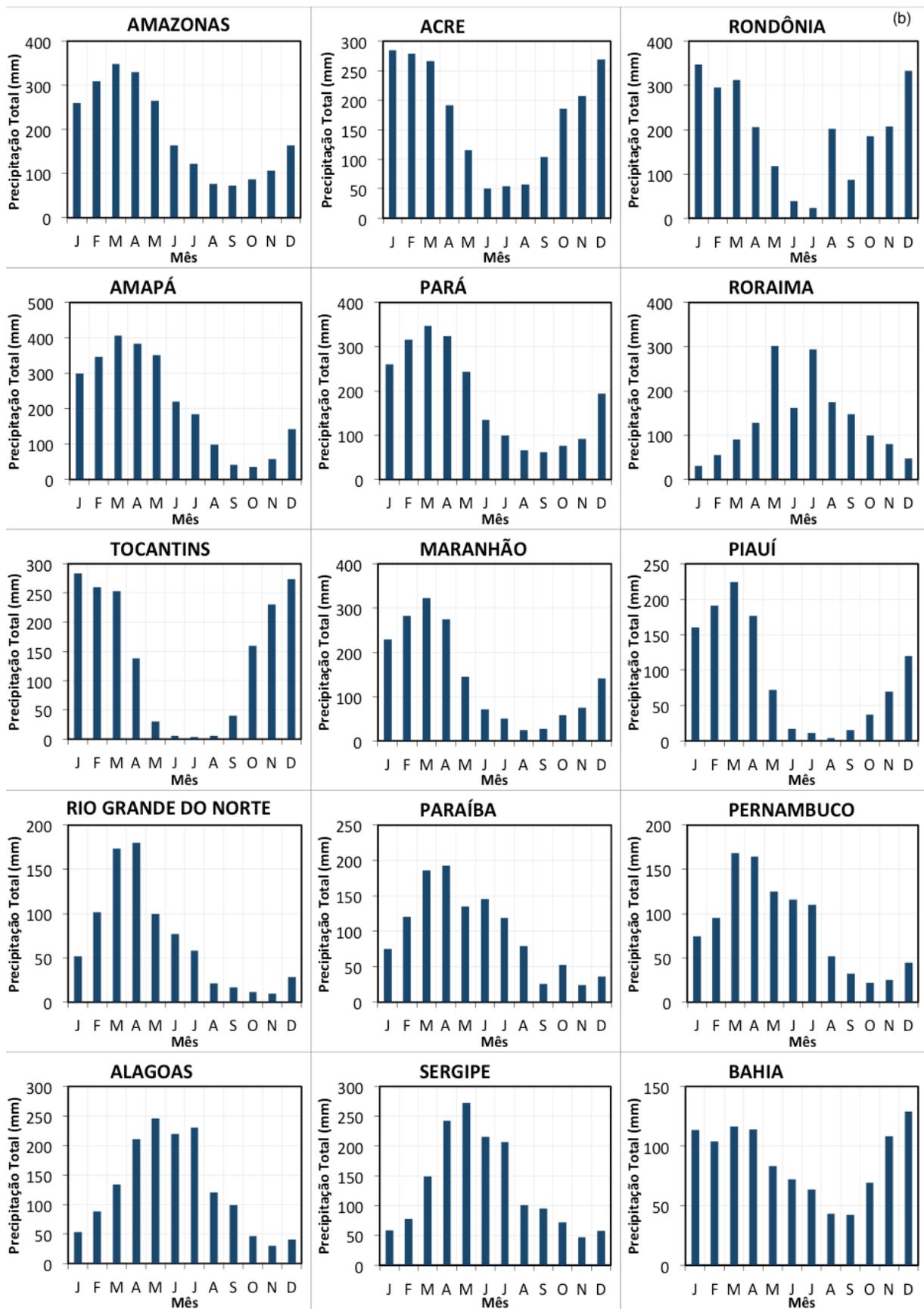
De acordo com o INMET (2010), as normais climatológicas são obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos referentes à períodos padronizados de 30 anos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). No documento publicado pelo INMET (2010) é possível encontrar as precipitações acumuladas mensais e anuais de diversas estações dos estados brasileiros.

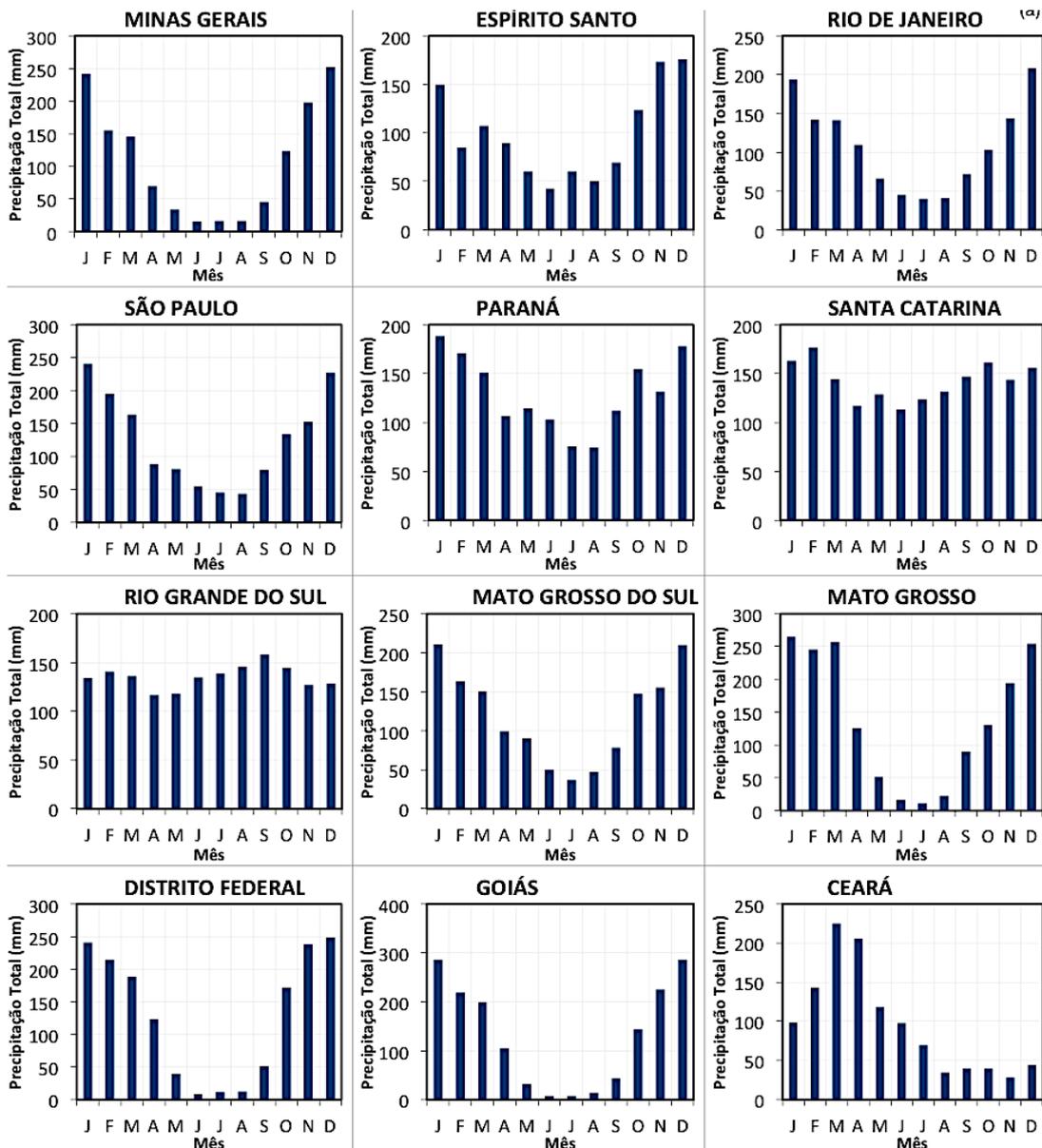
Devido ao fato de que muitas outras estações serão consideradas no presente trabalho, além das que foram utilizadas para a definição das normais climatológicas, decidiu-se utilizar a média das precipitações totais de cada estado registradas por INMET(2010) para a definição do início e fim do ano operacional. Com tais médias, foram desenhados os hietogramas mostrados nas figura 4.2 (a) e (b).

Após a análise dos hietogramas, decidiu-se assumir o mês de início do ano operacional de cada estado como o mês com menor valor de precipitação, de modo a garantir que os máximos anuais sejam, pelo menos do ponto de vista físico, independentes temporalmente. A tabela 4.1 expõe os meses de início de ano hidrológico para cada estado do país.

**Tabela 4.1 – Mês de início do ano hidrológico de cada estado**

<b>Estados</b>	<b>Início Do Ano Hidrológico</b>	<b>Estados</b>	<b>Início Do Ano Hidrológico</b>
Amazonas	Agosto	Sergipe	Novembro
Acre	Junho	Bahia	Setembro
Rondônia	Julho	M. Gerais	Junho
Roraima	Janeiro	Esp. Santo	Junho
Pará	Setembro	R. De Janeiro	Julho
Amapá	Outubro	São Paulo	Agosto
Tocantins	Julho	Paraná	Agosto
Maranhão	Agosto	S. Catarina	Junho
Ceará	Agosto	R. G. Do Sul	Abril
Piauí	Agosto	M. G.Do Sul	Julho
R.G. Do Norte	Novembro	Mt. Grosso	Julho
Paraíba	Novembro	D. Federal	Junho
Pernambuco	Outubro	Goiás	Julho
Alagoas	Novembro		





**Figura 4.2 (a) e (b) –** Hietogramas construídos a partir das normais de precipitação de cada estado do Brasil.

### 4.1.3 Critérios de eliminação de anos

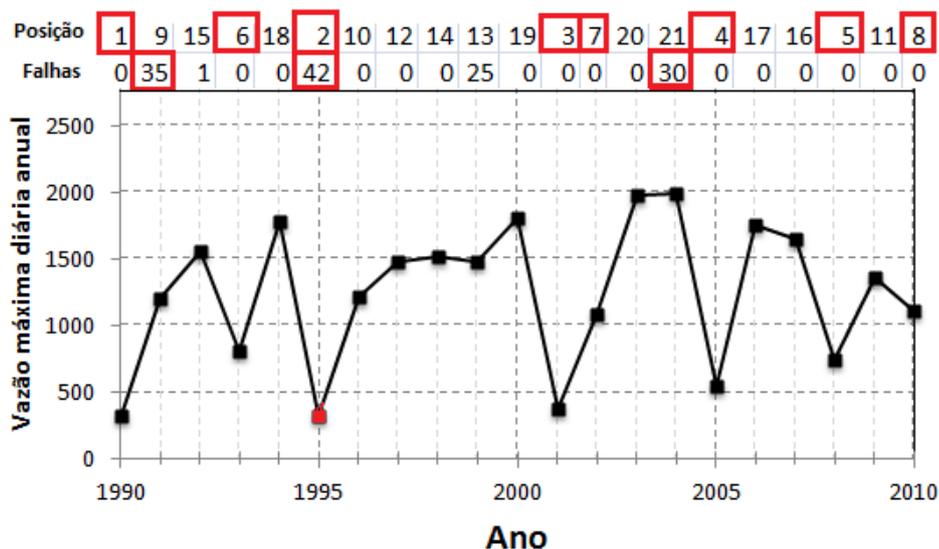
Grande parte das séries do Web Service da ANA possui porcentagem significativa de dados faltosos, são curtas, contendo poucos anos de dados, ou contém dados suspeitos. Essas falhas dificultam a análise estatística dos dados. Como se está trabalhando com valores máximos anuais de vazões, em séries com falhas existe a possibilidade de que esse valor máximo esteja entre os dados faltosos. Quanto maior a porcentagem de dados faltosos, maior a probabilidade de que o valor máximo real não tenha sido medido. Séries pequenas podem não ser representativas e a presença de pontos atípicos pode indicar erros de medição.

Dentro desse contexto, Papalexiou e Koutsoyiannis (2013) afirmam que existem três possibilidades para extrair o valor máximo de um ano com falhas: a primeira seria estabelecer critérios para avaliar a validade do valor máximo encontrado, a segunda aceitar somente os valores máximos de anos completos e a terceira, aceitar todos os valores máximos. Observe que, caso a segunda alternativa seja escolhida para lidar com esse problema, muitos valores de vazões máximas reais poderiam ser descartados, uma vez que não há uma avaliação do período do ano hidrológico que apresenta falhas ou da porcentagem de dados faltosos. Já sobre a terceira alternativa, pode-se dizer que muitos valores de vazões máximas anuais aceitos não seriam os verdadeiros máximos, uma vez que também não há uma análise dos dados faltosos.

Dessa maneira, pode-se admitir que a primeira opção é a mais viável para a extração dos valores máximos de um ano com falhas. Assim, faz-se necessário a aplicação de alguns critérios para a seleção dos valores máximos de anos com falhas. No presente trabalho foram usados critérios adaptados de Papalexiou e Koutsoyiannis (2013). Para a aplicação desses critérios, deve-se selecionar e ordenar (classificar em ordem crescente) os valores máximos anuais de cada estação, considerando o ano hidrológico definido no item 4.1.2 e sem levar em conta as falhas das séries. Os dois critérios de eliminação de anos usados são:

- A posição (ordem) é menor ou igual a  $40\% \times N$  (onde  $N$  é o tamanho da série de vazões máximas), ou seja, quando a vazão em questão pertence aos 40% menores valores;
- A porcentagem de dados faltosos em um determinado ano é maior ou igual a  $1/3$ , ou seja, o ano em questão tenha mais de 4 meses de dados faltosos.

Caso esses dois critérios sejam verificados por determinado valor de vazão máxima, o ano em que esse valor aconteceu deve ser rejeitado. A figura 4.3 ilustra o uso desses dois critérios.

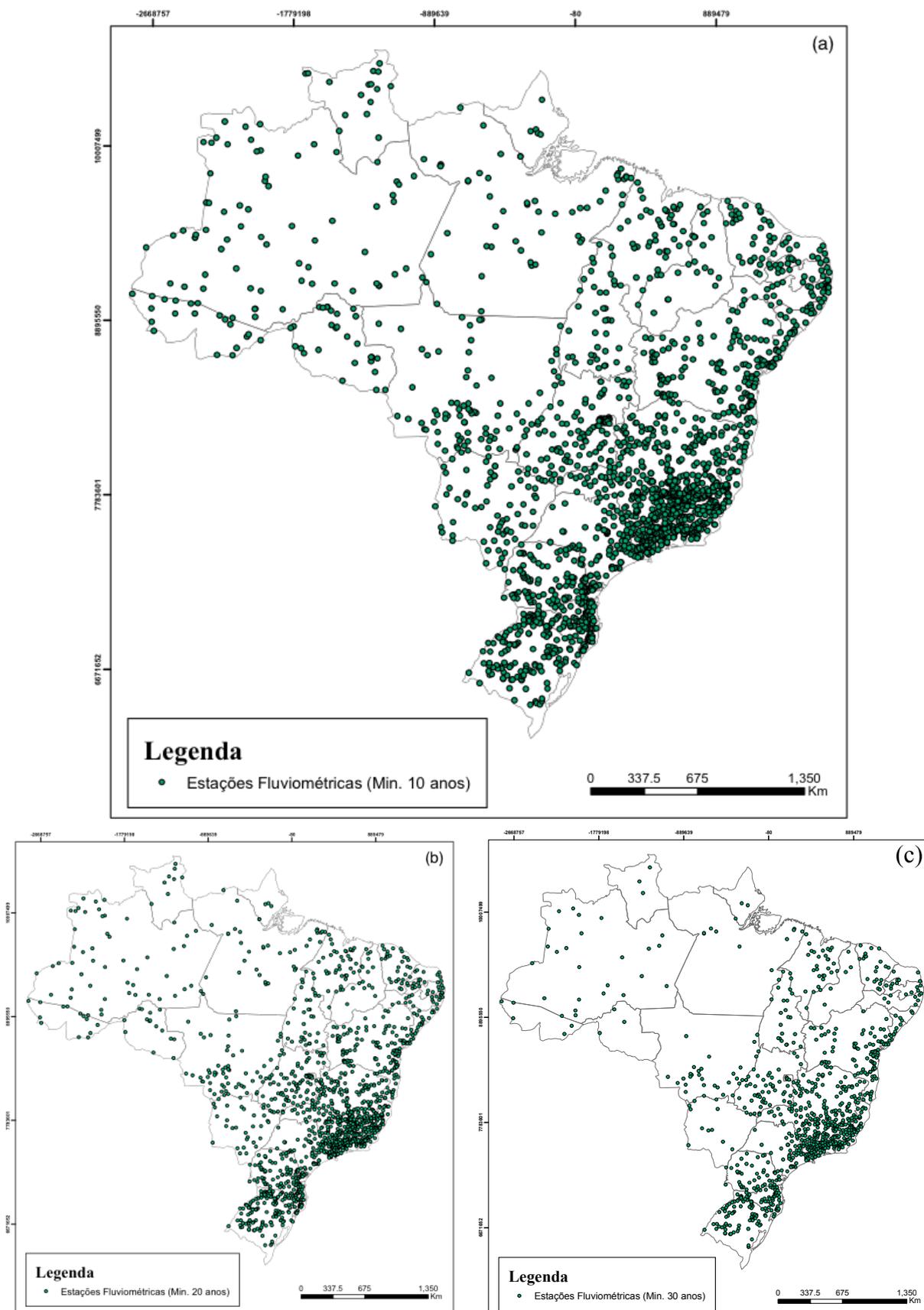


**Figura 4.3** – Ilustração dos critérios de eliminação de anos adaptados de Papalexiou e Koutsoyiannis (2013). A vazão máxima anual é rejeitada (vazões destacadas com retângulos vermelhos) se a sua posição estiver entre as 40% menores (Posições destacadas com os retângulos vermelhos) e a porcentagem de falhas for maior que 1/3 (Falhas destacadas com os retângulos vermelhos)

Com o uso desses critérios, consegue-se eliminar anos com muitas falhas e com dados de baixa magnitude, em que é provável que o valor máximo real não tenha sido observado.

#### 4.1.4 Tamanho mínimo das amostras

Um outro critério utilizado para a seleção das estações foi uma análise sobre o tamanho mínimo das séries e a representatividade geográfica das estações. Como grande parte das estações do país são relativamente novas (com menos de 30 anos de dados), existe a possibilidade de perder a representatividade de todas as regiões do país através dessas estações caso o tamanho mínimo das séries seja alto. As figuras 4.4 (a), (b) e (c) mostram mapas da localização das estações fluviométricas com o tamanho mínimo de 10, 20 e 30 anos, respectivamente.



**Figura 4.4** – Estações fluviométricas com, no mínimo, (a) 10 anos de dados (b) 20 anos de dados e (c) 30 anos de dados.

É possível observar, a partir dos mapas expostos acima, que a medida que o tamanho mínimo das séries cresce, a representatividade espacial das regiões geográficas Norte e Centro-Oeste diminuem, ou seja, menos estações dessas regiões são consideradas no estudo. A tabela 4.2 mostra uma comparação entre as características das estações levando em conta os três diferentes tamanhos mínimos considerados no trabalho.

**Tabela 4.2** - Comparação entre as características das séries considerando o número mínimo de anos de dados como 10, 20 ou 30

		Série mínima (anos)		
		10	20	30
Número de Estações		1943	1431	870
Total de Anos		62700	54981	40516
Média		32,27	38,42	46,57
Representatividade (%)	Norte	12,02	10,90	6,58
	Nordeste	18,15	18,80	19,17
	Sudeste	37,85	39,48	45,27
	Centro-Oeste	13,36	12,02	10,05
	Sul	18,82	18,80	18,94

Como o foco do presente trabalho é em uma avaliação dos dados do país, a representatividade das regiões foi considerada mais importante do que o tamanho das séries. Sendo assim, para realizar um trabalho que representasse a maior parte das regiões brasileiras, decidiu-se que seriam utilizadas todas as estações com mais de 10 anos de dados.

#### **4.2 Aplicação de testes estatísticos para a adequação das amostras**

Para se trabalhar com a análise de frequência de vazões é necessário admitir que a amostra utilizada é uma amostra aleatória simples, extraída de uma população única. Portanto, assume-se implicitamente que as hipóteses de aleatoriedade, independência, homogeneidade e estacionariedade sejam aceitas considerando os dados da amostra.

Nesta etapa do trabalho, é descrita a aplicação de testes estatísticos para a verificação das hipóteses fundamentais da análise de frequência de uma variável hidrológica. As hipóteses de aleatoriedade e independência não foram testadas no presente trabalho. Por outro lado, a independência é parcialmente garantida pela forma como a série é amostrada. Ou seja, do ponto de vista estritamente hidrológico, não parece plausível supor que o máximo diário anual de vazão guarde qualquer relação com o máximo do ano anterior, já que o ano hidrológico é estabelecido entre dois períodos de estiagem. Já a aleatoriedade é parcialmente garantida pela

natureza do fenômeno analisado, já que a formação de vazões em uma bacia é, sabidamente, um evento estocástico.

Como a maioria das estações possui séries curtas, é difícil indicar a presença de tendências. Entretanto, é importante identificar a presença de mudanças abruptas ou saltos nas séries temporais. No Brasil, existe um grande número de reservatórios sem informação de localização e capacidade, cuja presença pode causar saltos nas séries de vazões, e o teste de Spearman não é forte o suficiente para identificar as características regularizadas. Portanto, o teste de Pettit também será usado para essa finalidade.

Além dos testes estatísticos previamente citados, nesta etapa do trabalho também descreve-se a aplicação de um teste para a detecção e identificação de pontos atípicos e o tratamento dado a eles e aos escoamentos nulos encontrados no registro.

Todos os testes de hipóteses descritos neste item foram aplicados de maneira automatizada a partir de rotinas computacionais a todas as estações selecionadas a partir dos critérios expostos no item anterior da metodologia.

#### **4.2.1 Teste não-paramétrico de Mann-Whitney**

Uma amostra é homogênea quando todos os elementos de tal amostra provêm de uma mesma população. No caso de variáveis hidrológicas, é difícil detectar a heterogeneidade de uma amostra, uma vez que as amostras geralmente são pequenas. Para testar a homogeneidade das amostras, o teste não paramétrico de Mann-Whitney, também conhecido como teste de Wilcoxon, foi utilizado. A ideia desse teste é a de que, dividindo uma amostra  $\{X_1, X_2, \dots, X_N\}$  de tamanho  $N$  em duas sub-amostras de tamanho semelhante, os elementos das duas amostras devem ter magnitudes semelhantes, de maneira que se eles forem classificados em ordem crescente, os elementos de uma das duas sub-amostras não apresentaram ordens de classificação mais baixas ou mais altas do que os da outra (Naghettini e Pinto, 2007).

A estatística do teste  $U$  de Mann-Whitney é dada pelo menor valor entre

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_1(N_1 + 1)}{2} - R_1 \quad (4.1)$$

$$U_2 = N_1 N_2 - V_1 \quad (4.2)$$

onde  $N_1$  representa o tamanho de uma sub-amostra e  $N_2$  o tamanho da outra sub-amostra,  $R_1$  representa a soma das ordens de classificação dos elementos da primeira sub-amostra. Assumindo que a amostra seja homogênea e  $N_1, N_2 > 20$ , demonstra-se que  $U$  segue uma distribuição normal, com a média e a variância iguais a

$$E[U] = \frac{N_1 N_2}{2} \quad (4.3)$$

$$\text{Var}[U] = \frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \quad (4.4)$$

Se a hipótese nula é  $H_0$  (a amostra é homogênea), a estatística do teste não paramétrico de Mann-Whitney pode ser formulada como

$$T = \frac{V - E[U]}{\sqrt{\text{Var}[U]}} \quad (4.5)$$

e segue uma distribuição normal padrão. A hipótese nula deve ser rejeitada a um nível de significância  $\alpha$  se  $|T| > z_{1-\alpha/2}$ .

#### 4.2.2 Teste não-paramétrico de Spearman

O teste não paramétrico de Spearman é utilizado para detectar tendências temporais em uma série hidrológica  $X_t$ , a partir da correlação entre as ordens de classificação  $m_t$  dos dados da série e os índices de tempo  $T_t$ , iguais a 1, 2, ..., N (Naghattini e Pinto, 2007).

A estatística do teste de Spearman tem, como base, o seguinte coeficiente:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{t=1}^N (m_t - T_t)^2}{N^3 - N} \quad (4.6)$$

Para  $N > 10$  e sob a hipótese nula de que não há correlação entre  $m_t$  e  $T_t$ , demonstra-se que a distribuição de  $r_s$  pode ser aproximada por uma Normal de média igual a 0 e variância dada por

$$\text{Var}[r_s] = \frac{1}{N-1} \quad (4.7)$$

Se a hipótese nula é  $H_0$  (a amostra não apresenta tendência temporal), a estatística do teste não paramétrico de Spearman pode ser formulada como

$$T = \frac{r_s}{\sqrt{\text{Var}[r_s]}} \quad (4.8)$$

e segue uma distribuição normal padrão. A hipótese nula deve ser rejeitada a um nível de significância  $\alpha$  se  $|T| > z_{1-\alpha/2}$ .

### 4.2.3 Teste não paramétrico de Pettit

O teste não paramétrico de Pettit determina se existe em uma amostra  $X_1, X_2, \dots, X_n$  um ponto  $t$  a partir do qual pode-se verificar uma mudança na distribuição da amostra, de forma que  $X_i$  para  $i = 1, 2, \dots, t$  tenha uma função de distribuição  $F_1(x)$  e  $X_i$  para  $i = t+1, \dots, n$  tenha uma função de distribuição  $F_2(x)$  e  $F_1(x) \neq F_2(x)$  (Pettit, 1979). Esse teste pode ser utilizado na determinação de saltos na média da amostra.

Para se utilizar esse teste, calcula-se a estatística  $U_{t,n}$ , equivalente à estatística de Mann-Whitney,

$$U_{t,n} = U_{t-1,n} + \sum_{j=1}^n \text{sgn}(X_t - X_j) \quad (4.9)$$

onde  $\text{sgn}(x) = 1$  se  $x > 0$ ,  $0$  se  $x = 0$ ,  $-1$  se  $x < 0$  e  $t = 2, \dots, n$ .

Por fim, calcula-se a estatística do teste de Pettit,  $K_t$ ,

$$K_t = \max_{1 \leq t \leq n} |U_{t,n}| \quad (4.10)$$

que indica o ponto onde ocorre a mudança com um nível de significância

$$p_{oa} = 2 \exp\{-6k^2/(T^3 + T^2)\} \quad (4.11)$$

Embora o teste de Pettit não seja tão consagrado na literatura como os outros testes citados nesta etapa da metodologia, a sua escolha pode ser justificada pelos seguintes motivos (Li et. al., 2013):

- O teste, assim como o teste de Mann-Whitney, é usado para verificar se duas amostras provêm de uma mesma população. No entanto, ele permite a detecção de pontos de mudança na série, indicando o ano em que a mudança ocorreu;
- Ele é pouco sensível a pontos atípicos;
- Foi utilizado com sucesso em outros estudos para detectar mudanças abruptas em vazões máximas anuais (Villarini et al. 2009, 2011a, b; Villarini and Smith 2010).

#### 4.2.4 Teste de Grubbs e Beck para a detecção e identificação de pontos atípicos

Um ponto atípico, ou *outlier*, é uma observação que difere significativamente do conjunto das demais observações (muito maior ou muito menor), sendo plausível suspeitar que ela foi gerada por algum mecanismo diferente ou que é produto de algum erro de medição. Os *outliers* podem afetar o ajuste de distribuições de probabilidades ao conjunto de dados de maneira drástica. Por isso, deve-se detectar e tratar adequadamente esses pontos atípicos sempre que possível.

Uma das maneiras de identificar pontos atípicos em uma amostra é através do teste de Grubbs e Beck. Nesse teste, as medidas  $x_S$  e  $x_I$  representam os limites superior e inferior respectivamente (Naghetini e Pinto, 2007). Pontos acima ou abaixo desses limites são considerados *outliers*. Os limites são calculados através das seguintes equações:

$$x_S = \exp(\bar{x} + k_{N,\alpha} S_x) \quad (4.12)$$

$$x_I = \exp(\bar{x} - k_{N,\alpha} S_x) \quad (4.13)$$

Onde  $\bar{x}$  e  $S_x$  representam a média e o desvio padrão dos logaritmos neperianos de uma amostra, respectivamente, e  $k_{N,\alpha}$  representa o valor crítico da estatística de Grubbs e Beck a um nível de significância  $\alpha$ . O valor de  $k_{N,\alpha}$  para  $\alpha = 0,1$ , pode ser aproximado por:

$$k_{N,\alpha=0,1} = -3,62201 + 6,28446 N^{\frac{1}{4}} - 2,49835 N^{\frac{1}{2}} + 0,491436 N^{\frac{3}{4}} - 0,037911 N \quad (4.14)$$

Depois de identificar o *outlier*, de acordo com Beard (1974), é possível seguir três linhas de ação distintas:

- Considerar o *outlier* pertencente à amostra;
- Retirar o *outlier* da amostra;
- Dar um tratamento especial ao *outlier*.

Em seu trabalho, Beard (1974) concluiu que a primeira alternativa é a mais lógica e justificável, até que critérios mais rigorosos de tratamento sejam desenvolvidos. Embora existam possíveis tratamentos para *outliers*, devido a grande quantidade de dados e a dificuldade na verificação e tratamento de cada *outlier* individualmente, decidiu-se não descartar nenhuma observação e que esta etapa do trabalho tivesse apenas um caráter informativo, sintetizando as informações referentes aos *outliers* detectados.

#### **4.2.5 Escoamentos nulos**

Como na região semiárida do Brasil existem rios intermitentes, é necessário considerar a possibilidade de que existam vazões máximas anuais nulas, ou seja, a possibilidade de que em um ano hidrológico não houve escoamento em um determinado rio ou trecho de rio. No presente trabalho serão considerados escoamentos nulos, os registros de vazão média diária máxima anual menores que  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Essa etapa do trabalho tem um cunho informativo, sumariando as informações referentes aos escoamentos nulos identificados. Além disso, para avaliar o impacto dos possíveis escoamentos nulos, decidiu-se por realizar todos os procedimentos metodológicos considerando dois casos distintos: o primeiro, contando com os anos com escoamentos nulos e o segundo, eliminando os anos com escoamento nulo.

### **4.3 Aplicação dos métodos de seleção dos modelos probabilísticos**

Nesta etapa da metodologia, foram avaliados e selecionados os modelos probabilísticos mais adequados para os dados brasileiros considerando diferentes métodos de seleção. Os dados utilizados nesta etapa são os dados obtidos após a aplicação dos testes estatísticos para a adequação das amostras, descritos no item 4.2. Sendo assim, em cada um dos métodos aplicados foram considerados os dois cenários explicitados no item 4.2.5, sobre os escoamentos nulos.

Entre os métodos que serão explanados neste item, a maior parte (três dos quatro métodos: o método de Beard, a aplicação do software SEAF e do pacote nsRFA do R) são utilizados para uma análise de frequência local, ou seja, as possíveis inferências acerca dos dados de um posto são obtidas a partir dos dados desse posto somente. Assim, com esses quatro métodos foram determinadas as distribuições mais adequadas para cada posto e a distribuição mais adequada para o país inteiro seria a indicada mais vezes por cada método.

Após essa análise inicial, dividiu-se o país em regiões com características similares, em um procedimento descrito no item 4.3.6, e as distribuições de probabilidades foram avaliadas de acordo com cada região. Com o método do diagrama dos momentos-L, obtve-se uma análise regional do país inteiro (quando todas as estações consideradas no estudo são utilizadas), embora este método também seja utilizado na análise das regiões homogêneas.

Todos esses procedimentos foram implementados de maneira que sua aplicação aos dados das estações em estudo fosse automatizada, uma vez que uma análise posto a posto para cada um dos métodos seria impraticável.

#### **4.3.1 Critérios de informação e seleção de modelos**

Os critérios de informação, como o AIC e o BIC, foram incorporados ao trabalho, visando a seleção de modelos probabilísticos para a análise de frequência, através da aplicação da função MSCLaio2008 (em referência ao trabalho de Laio, et. al., 2009) encontrada em um pacote da linguagem R chamado nsRFA, ou análise de frequência regional não supervisionada (do inglês, *non-supervised regional frequency analysis*). Tal função permite a aplicação dos métodos AIC, AICc, BIC e um critério de informação baseado no teste de aderência de Anderson-Darling (ADC, do inglês *Anderson-Darling Criterion*). As bases teóricas para todos esses métodos foram exploradas no item 3.2 da revisão de literatura.

A função MSCLaio2008 recebe uma amostra como dado de entrada, aplica os métodos AIC e AICc (em função do tamanho da amostra), BIC e ADC e retorna os valores calculados como dado de saída, além de indicar qual distribuição é mais indicada de acordo com cada método. Os três primeiros métodos são calculados a partir do que foi exposto nos itens 3.2.3 e 3.2.4. O método ADC foi proposto por Laio (2004), que afirma que embora o teste de aderência de Anderson-Darling seja comumente utilizado na hidrologia, ele não avalia a complexidade do modelo, de forma que modelos com mais parâmetros geralmente apresentam resultados

melhores, diferentemente dos outros critérios de informação utilizados no pacote. O cálculo do ADC é feito a partir da seguinte equação:

$$ADC_j = 0,0403 + 0,116 \left( \frac{\Delta_{AD,j} - \xi_j}{\beta_j} \right)^{\frac{\eta_j}{0,861}} \quad \text{Se } 1,2 \xi_j \leq \Delta_{AD,j} \quad (4.15)$$

$$ADC_j = \left[ 0,0403 + 0,116 \left( \frac{0,2 \xi_j}{\beta_j} \right)^{\frac{\eta_j}{0,861}} \right] \frac{\Delta_{AD,j} - 0,2 \xi_j}{\xi_j} \quad \text{Se } 1,2 \xi_j > \Delta_{AD,j} \quad (4.16)$$

Onde  $\Delta_{AD,j}$  corresponde a estatística do teste de Anderson-Darling, dada pela equação (3.15),  $\xi_j$ ,  $\beta_j$  e  $\eta_j$  são coeficientes, cujos valores dependem da distribuição de probabilidades sendo testada e estão dispostos na tabela 4.3, onde  $\hat{\theta}_3$  é um estimador do parâmetro de forma da distribuição.

As distribuições de probabilidades que a função MSCLaio2008 considera são, conforme apresentadas na tabela 4.3, GUM, EV2, Normal, LN2, GEV, GAM e LP3. No presente trabalho, foram desconsideradas na análise realizada nesta etapa as distribuições Normal e EV2. A função MSCLaio2008 foi aplicada a cada uma das estações analisadas e forneceu valores de cada critério para cada distribuição de probabilidades considerada.

**Tabela 4.3 – Coeficientes da equação (4.16), adaptado de Laio, 2004**

Distribuição	$\xi_j$	$\beta_j$	$\eta_j$
GUM ou Frechet (EV2)	0,169	0,229	1,141
Normal e LN2	0,167	0,229	1,147
GEV	$0,147 (1 + 0,13 \hat{\theta}_3 + 0,21 \hat{\theta}_3^2 + 0,09 \hat{\theta}_3^3)$	$0,189 (1 + 0,20 \hat{\theta}_3 + 0,37 \hat{\theta}_3^2 + 0,17 \hat{\theta}_3^3)$	$1,186 (1 - 0,04 \hat{\theta}_3 - 0,04 \hat{\theta}_3^2 + 0,09 - 0,01 \hat{\theta}_3^3)$
GAM e LP3	$0,145 (1 + 0,17 \hat{\theta}_3^{-1} + 0,33 \hat{\theta}_3^{-2})$	$0,186 (1 + 0,34 \hat{\theta}_3^{-1} + 0,30 \hat{\theta}_3^{-2})$	$1,194 (1 - 0,04 \hat{\theta}_3^{-1} - 0,12 \hat{\theta}_3^{-2})$

#### 4.3.2 SEAF – Sistema especialista de análise de frequência

O software SEAF (acrônimo de Sistema Especialista de Análise de Frequência), desenvolvido por Candido (2003), foi utilizado nesta etapa do trabalho uma vez que ele indica o modelo

probabilístico mais adequado para uma amostra a partir de três critérios, cujas bases teóricas foram exploradas no item 3.2 da revisão de literatura. Tais critérios são: intervalos de confiança referentes aos quocientes de momentos-L, intervalos de confiança construídos a partir do teste de Filliben e uma análise da complexidade dos modelos, baseada no princípio da parcimônia. Além disso, tal software utiliza elementos da lógica *fuzzy* e de inteligência artificial com o intuito de simular o raciocínio de um especialista em análise de frequência no processo de decisão.

As distribuições que o SEAF considera em sua análise são a NOR, LN2, GUM, GEV, EXP, GPA, PE3 e LP3. Embora Candido (2003) afirme que a distribuição normal é apenas considerada como um paradigma para decisões auxiliares, essa distribuição também é considerada na análise, sendo possível sua indicação para uma amostra, embora não seja amplamente utilizada na hidrologia para descrever vazões máximas. O programa recebe os dados de uma amostra através de um arquivo de texto e realiza os seguintes procedimentos:

- Avaliação das hipóteses de independência, homogeneidade e a presença de *outliers*. No entanto, essa avaliação é apenas informativa, de modo que não há interferência no processo, mesmo que a seja constatada a presença de *outliers*, heterogeneidade ou correlação serial nas amostras;
- Cálculo dos momentos-L amostrais e quocientes de momentos-L;
- Estimação de parâmetros para cada distribuição, a partir do método dos momentos-L;
- Construção dos intervalos de confiança para cada distribuição, a partir da suposição de que as estatísticas H e Z (calculadas a partir das equações (4.17) e (4.18), exposta a seguir) seguem uma distribuição normal padrão;

$$H = \frac{\tau_3^{amostra} - \bar{\tau}_3}{\sigma_3} \quad (4.17)$$

$$Z = \frac{\tau_4^{amostra} - \bar{\tau}_4}{\sigma_4} \quad (4.18)$$

Onde  $\tau_3^{amostra}$  e  $\tau_4^{amostra}$  são a assimetria-L e a curtose-L dos dados amostrais,  $\bar{\tau}_3$  e  $\bar{\tau}_4$  são o valor teórico populacional da assimetria-L e da curtose-L e  $\sigma_3$  e  $\sigma_4$  são o desvio padrão

populacional da assimetria-L e da curtose-L, respectivamente, gerados através do método de simulação de Monte Carlo.

- Aplicação do teste de Filliben e construção dos intervalos de confiança para cada distribuição, a partir de valores de referência estabelecidos com o uso de simulações;
- Para que os dois intervalos de confiança construídos para cada distribuição possam ser interpretados de maneira similar, é feita uma associação desses intervalos a um nível de confiança, utilizando elementos da lógica *fuzzy*;
- Alguns outros critérios utilizados na análise realizada pelo programa incluem a remoção das distribuições PE3 e LP3 caso a assimetria seja negativa, a remoção das distribuições GPA e GEV, caso o parâmetro de forma dessas distribuições seja positivo (limitando-as superiormente), a avaliação do efeito de *outliers* baixos na cauda superior de uma distribuição;
- Aplicação do princípio da parcimônia, avaliando a relação da média dos níveis de confiança construídos com o número de parâmetros da distribuição, para discriminar entre distribuições da mesma família.
- Por fim, o programa ordena as distribuições de acordo com a média de seus níveis de confiança, considerando os outros critérios de decisão estabelecidos.

Tais procedimentos são explorados com mais detalhes por Candido (2003) e Candido e Naghettini (2008). No presente trabalho, decidiu-se modificar o programa para que a distribuição normal não fosse considerada como uma opção viável nas análises. Por esse motivo, a distribuição normal não é citada nos resultados finais. Uma ferramenta chamada de Sikuli Script, desenvolvida pelo MIT para automatizar interfaces gráficas utilizando captura de tela (*screenshots*), foi utilizada para automatizar a aplicação do software SEAF a cada estação fluviométrica.

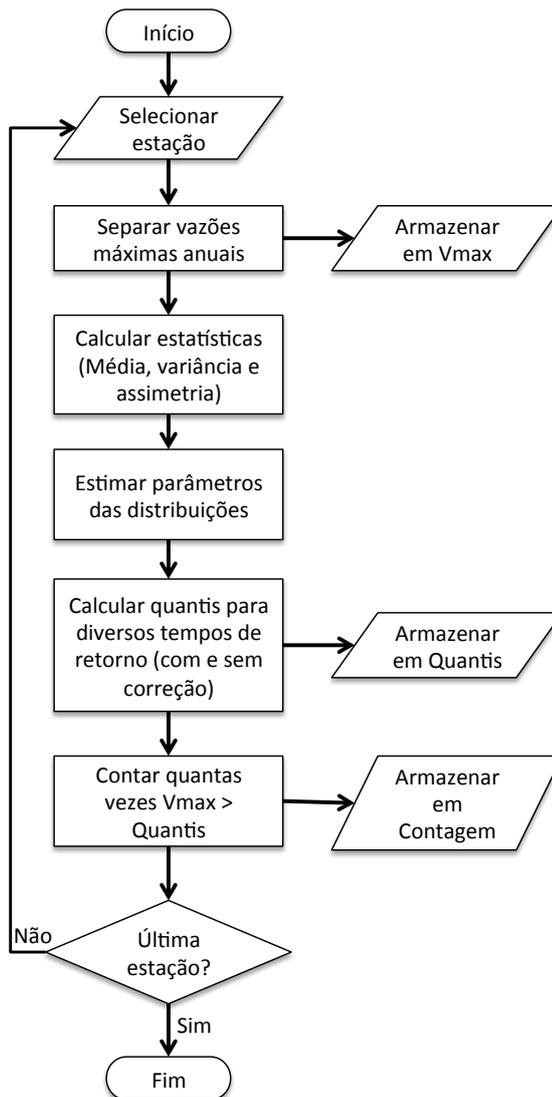
#### **4.3.3 Número de excedências esperado**

O método descrito por Beard (1974) envolve a divisão das amostras em duas sub-amostras de tamanho semelhantes para o cálculo da probabilidade de excedência observada, as possíveis comparações entre as duas amostras e o cálculo da constante empírica para a comparação entre as probabilidades de excedência observadas e esperadas.

No entanto, Vogel (1993a e 1993b) propõe a utilização de apenas parte desse procedimento, considerando a amostra completa e utilizando as equações expostas na tabela 3.2 para o cálculo da probabilidade de excedência para todas as distribuições consideradas, sem a necessidade de cálculo da constante empírica. No presente trabalho, decidiu-se utilizar a adaptação do método proposta por Vogel (1993a e 1993b).

Como mencionado previamente, as vazões máximas anuais de cada estação foram armazenadas em arquivos que permitissem o seu uso posterior. Cada um desses arquivos foi utilizado para calcular os quantis de 10, 20, 100, 1000 e 10000 anos de tempo de retorno com cada uma das distribuições de probabilidades consideradas, com e sem a correção, ou seja, com a probabilidade de excedência especificada e com a probabilidade de excedência esperada. Depois disso, fez-se a contagem da quantidade de vezes em que esses quantis foram ultrapassados pelos dados observados. O fluxograma mostrado na figura 4.5 ilustra o procedimento descrito de forma sucinta neste parágrafo. Tal procedimento foi implementado em R.

Assim como no trabalho de Beard (1974), espera-se que o número de vezes em que cada quantil foi ultrapassado possa ser relacionado com o total de anos de dados utilizados e os tempos de retorno considerados.



**Figura 4.5 – Fluxograma da aplicação do método de Beard**

#### 4.3.4 Diagrama dos momentos-L

Conforme descrito no item 4.1, os momentos-L e quocientes de momentos-L foram calculados automaticamente uma vez definidos os dados que seriam utilizados em cada amostra. Os diagramas de quocientes de momentos-L foram construídos utilizando as aproximações polinomiais das relações entre a assimetria-L ( $\tau_3$ ) e a curtose-L ( $\tau_4$ ) sumariadas por Hosking e Wallis (1997) e expostas na tabela 3.3, e entre a assimetria-L e o coeficiente de variação L ( $\tau_2$ ), definidas por Vogel (1996) e expostas na tabela 4.4.

**Tabela 4.4** – Aproximações polinomiais de  $\tau_2$  em função de  $\tau_3$  (Adaptado de Vogel, 1996)

	LN2	GAM
A0	-	-
A1	1,16008	1,74139
A2	-0,05325	-
A3	-	-2,59736
A4	-0,10501	2,09911
A5	-	-
A6	-0,00103	-0,35948
A7	-	-

Os dados referentes a  $\tau_2$ ,  $\tau_3$  e  $\tau_4$  amostrais foram plotados nos diagramas construídos. A medida AWOD, descrita no item 3.2.5, foi utilizada para analisar os resultados obtidos com os diagramas de momentos-L.

#### 4.3.5 Divisão do país em regiões com características similares

Esta etapa do trabalho descreve a divisão do país e regiões com características similares e a subsequente análise dessas regiões. Como o Brasil é um país grande e com regiões apresentando características hidrológicas distintas, é razoável admitir que, mesmo que uma única distribuição não seja adequada para representar todo o país, as amostras existentes em regiões com características similares podem ser descritas por uma mesma distribuição de probabilidades.

A divisão do país em regiões foi realizada a partir de métodos de análise classificatória (do inglês, *Cluster Analysis*). Esses métodos permitem agrupar um conjunto de dados em subgrupos, de tal forma que cada subgrupo seja internamente homogêneo e que os vários subgrupos sejam heterogêneos entre si. Hosking e Wallis (1997) recomendam o uso de métodos hierárquicos, principalmente o método da distância média entre os grupos (*average-link clustering*, em inglês) e o método de Ward, ou método da variância mínima (*Ward's method* ou *minimum variance method*, em inglês) para a seleção de regiões homogêneas para a análise de frequência regional.

O método de análise classificatória utilizado foi o método de Ward. Hair et. al. (2005) definem o método de Ward como um procedimento de agrupamento hierárquico em que a medida de similaridade usada para juntar agrupamentos é calculada como a soma de quadrados entre os dois agrupamentos feita sobre todas as variáveis. Esse método tende a

resultar em agrupamentos de tamanhos aproximadamente iguais devido a sua minimização de variação interna. Em cada estágio, combinam-se os dois agrupamentos que apresentarem menor aumento na soma global de quadrados dentro dos agrupamentos.

As variáveis utilizadas na análise de clusters foram a latitude, a longitude, a vazão específica média de longo termo e os coeficientes de variação, assimetria e curtose de cada estação fluviométrica. O procedimento foi implementado em linguagem R. Vale ressaltar que, devido à grande extensão do país, para serem obtidas regiões de fato homogêneas seria necessária a divisão em um grande número de regiões. No entanto, a avaliação de um número grande de regiões seria impraticável no presente trabalho. Por isso, o número de regiões foi fixado em seis, a partir de uma avaliação utilizando outros métodos de análise de agrupamentos. A figura 4.6 mostra a divisão do país nessas seis regiões.



**Figura 4.6** – Divisão do país em regiões com características semelhantes

É interessante observar que a divisão do país exposta na figura 4.6 apresenta algumas semelhanças em relação à divisão geográfica do Brasil. As regiões 2 e 4, representadas pelas cores verde e azul claro, respectivamente, estão completamente inseridas dentro das regiões Nordeste e Sul do País. No entanto, as outras quatro regiões são compostas por estações localizadas em duas ou mais regiões geográficas. Também é possível estabelecer pontos semelhantes em relação ao tamanho médio das estações das regiões definidas na figura 4.6 e das regiões geográficas. As regiões 1 e 3 possuem a menor média de anos de dados. Essas duas regiões são compostas por estados da região Norte, que é a região com a menor média de anos de dados. A tabela 4.5 apresenta algumas características das regiões, considerando as 1943 amostras iniciais (AI) e as amostras após a aplicação dos testes de hipóteses descritos no item 4.2 (AF).

**Tabela 4.5 – Características das regiões**

Região	Número de estações		Porcentagem em relação ao total		Média de Anos	
	AF	AI	AF	AI	AF	AI
1	134	198	10,69	15,80	23,37	24,19
2	212	338	16,92	26,98	29,92	35,22
3	111	144	8,86	11,49	26,84	26,74
4	160	245	12,77	19,55	31,03	32,28
5	406	627	32,40	50,04	33,86	36,40
6	230	391	18,36	31,21	27,23	29,22

#### **4.4 Caracterização estatística dos recordes de vazão**

O recorde de vazão de cada uma das estações foi obtido conforme mencionado no item 4.1. Embora nas etapas subsequentes da metodologia, as amostras utilizadas no trabalho fossem adequadas a partir da aplicação de testes de hipóteses, o mesmo não foi feito com os recordes de vazão. Nesta etapa do trabalho, foram utilizados os recordes de vazão das 1943 estações consideradas no estudo.

Com tais dados, foram construídas curvas envoltórias de vazões e aplicada uma metodologia para a estimação da probabilidade de excedência dos recordes de vazão, conforme exposto nos próximos itens.

#### **4.4.1 Construção da curva envoltória de recordes de vazão**

O procedimento utilizado no presente trabalho para a construção da curva envoltória de recordes de vazão é descrito por Cudworth (1989) e sumariado por England (2005). Tal procedimento envolve as seguintes etapas:

##### 4.4.1.1 Seleção da região de estudo

Embora England (2005) afirme que, idealmente, a região de estudo para a construção de uma curva envoltória de recordes deva ser homogênea, diversos estudos foram realizados em regiões maiores e que não possuem características semelhantes (Jarvis, 1925; Costa, 1987; Herschy, 2003). No presente trabalho, em um primeiro momento, pretende-se construir e analisar a curva envoltória de recordes com todos os dados brasileiros coletados na etapa 4.1. Em um segundo momento, pretende-se construir e analisar as curvas envoltórias utilizando os dados das regiões apresentadas no item 4.3.5.

##### 4.4.1.2 Construção da curva envoltória e determinação de sua equação empírica

Os recordes de vazão e as áreas de drenagem das estações selecionadas nos dois casos explanados no item 4.4.1.1 foram plotados em gráficos em escala bilogarítmica, da área de drenagem *versus* vazão. O desenho das curvas envoltórias pôde ser traçado. Depois disso, ajustou-se uma função cuja equação descreve esse desenho.

#### **4.4.2 Estimação da probabilidade de excedência de recordes de vazão**

Nesta etapa, foi utilizada a metodologia proposta por Douglas e Vogel (2006), que aplica a função acumulada de probabilidades dos recordes de vazão (Equação (3.34)) na estimação da probabilidade de excedência dos recordes (Equação (3.35)). Para esse cálculo, pretendeu-se utilizar como distribuição-mãe, as distribuições que obtiveram melhor resultado a partir das análises descritas no item 4.3.

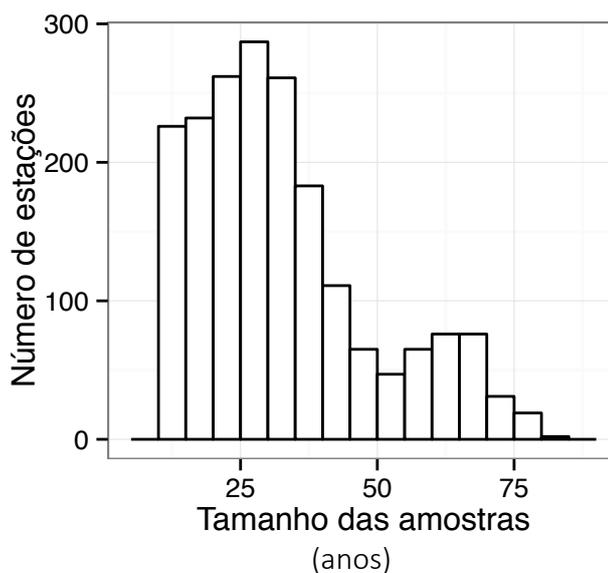
Assim, a distribuição-mãe selecionada foi ajustada aos dados de vazões máximas anuais de cada uma das 1943 estações consideradas no estudo, a fim de estimar os parâmetros da distribuição. A equação (3.34) foi calculada para cada recorde utilizando os parâmetros estimados com os dados da estação. A probabilidade de excedência de cada recorde pôde ser calculada a partir da equação (3.35).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização das vazões máximas diárias anuais

No item 4.1, foram definidas as 1943 estações que seriam avaliadas nesse estudo e as vazões médias diárias máximas anuais (VMDMA) de cada estação foram determinadas. Os códigos, nomes e alguns outros dados de cada estação utilizada podem ser encontrados no anexo 2. No presente tópico, serão discutidas as características e estatísticas referentes às estações e às vazões máximas diárias anuais.

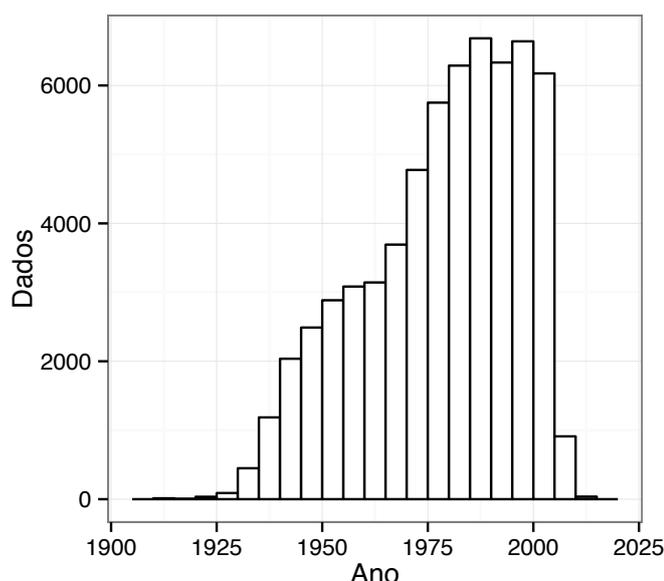
Conforme definido no item 4.1, o tamanho mínimo das amostras é de 10 anos. No mesmo item também são exploradas informações acerca da média e da representatividade dessas amostras (tabela 4.2 e figura 4.4 (a)). Dessa maneira, foram considerados dados de 1943 estações, com amostras contendo entre 10 e 83 anos de dados. A figura 5.1 mostra a relação entre a quantidade de estações e o tamanho das amostras.



**Figura 5.1** – Relação entre o número de estações e o tamanho da amostra em anos de cada estação

É possível observar que a maioria das estações são compostas por amostras com menos de 35 anos de dados, ou seja, a maioria das amostras consideradas no presente trabalho são pequenas. Embora isso não invalide os resultados obtidos, possivelmente com amostras maiores seriam obtidos resultados mais precisos, o que demonstra a importância do monitoramento hidrológico.

Além de conhecer o tamanho das amostras, é necessário também entender qual período de tempo está sendo representado no trabalho. A figura 5.2 apresenta o número de dados que foram registrados em determinado ano. Embora o registro mais antigo considerado no presente trabalho seja de 1911, pouquíssimos dados do período anterior à década de 1930 estão representados. De fato, a maior parte dos dados considerados ocorreu após a segunda metade da década de 1970. As amostras mais recentes consideradas no estudo datam de 2011.



**Figura 5.2** – Número de dados registrados e os anos em que eles ocorreram

Com os dados das 1943 amostras foram calculadas algumas estatísticas, como a média, os coeficientes de variação, assimetria e curtose e os momentos-l. A tabela 5.1 mostra a média, desvio padrão e os valores máximo e mínimo da média das vazões médias diárias máximas anuais (calculada com a vazão específica) e dos coeficientes de variação, assimetria e curtose das estações.

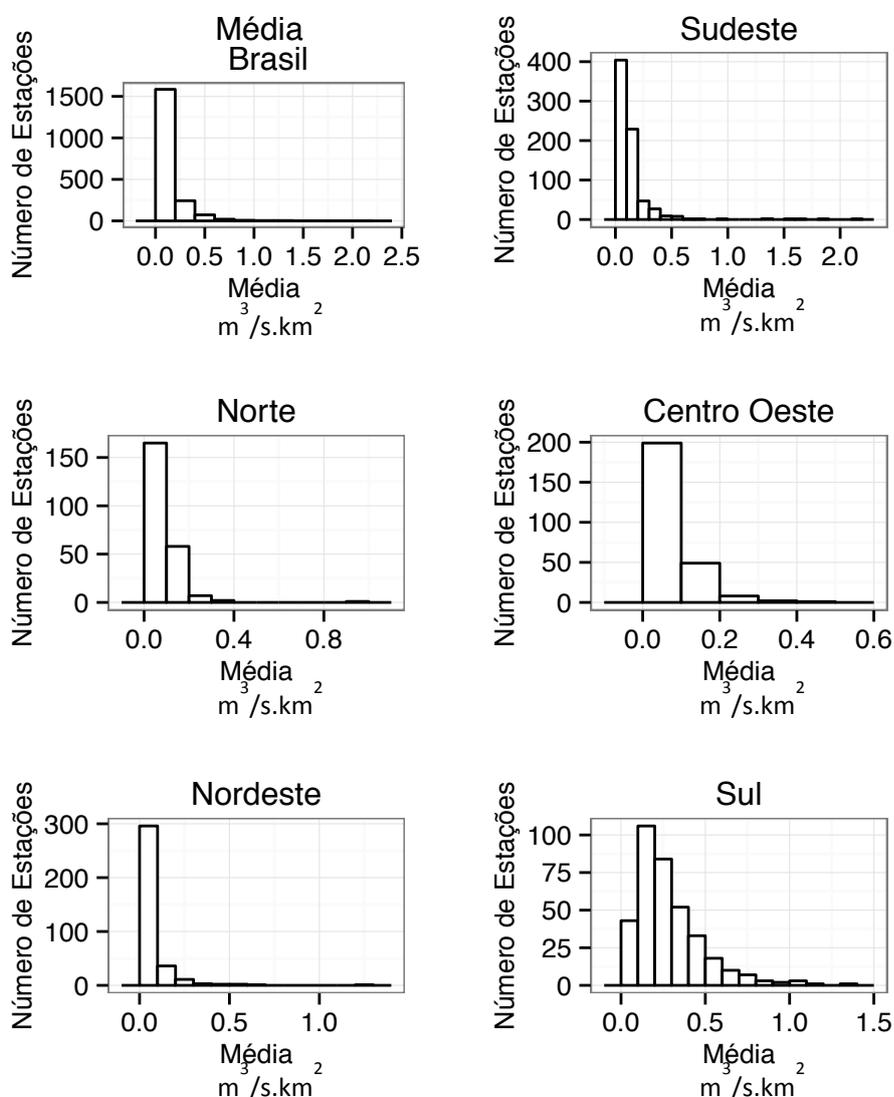
**Tabela 5.1** – Estatísticas descritivas das 1943 estações consideradas no estudo

Vazão média diária máxima anual	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Média	0,1377	0,1674	2,1883	0,0004
Coefficiente de Variação	0,4658	0,2695	2,2238	0,0388
Coefficiente de Assimetria	0,8592	0,9606	6,6749	-2,8671
Coefficiente de Curtose	4,9443	3,8270	53,3016	1,6328

Os momentos-l e os quocientes dos momentos-l foram utilizados em uma etapa posterior do trabalho. Nesta etapa do trabalho, foram feitas algumas análises com as demais estatísticas citadas, com uma discussão, ao final, acerca da interpretação dos resultados expostos.

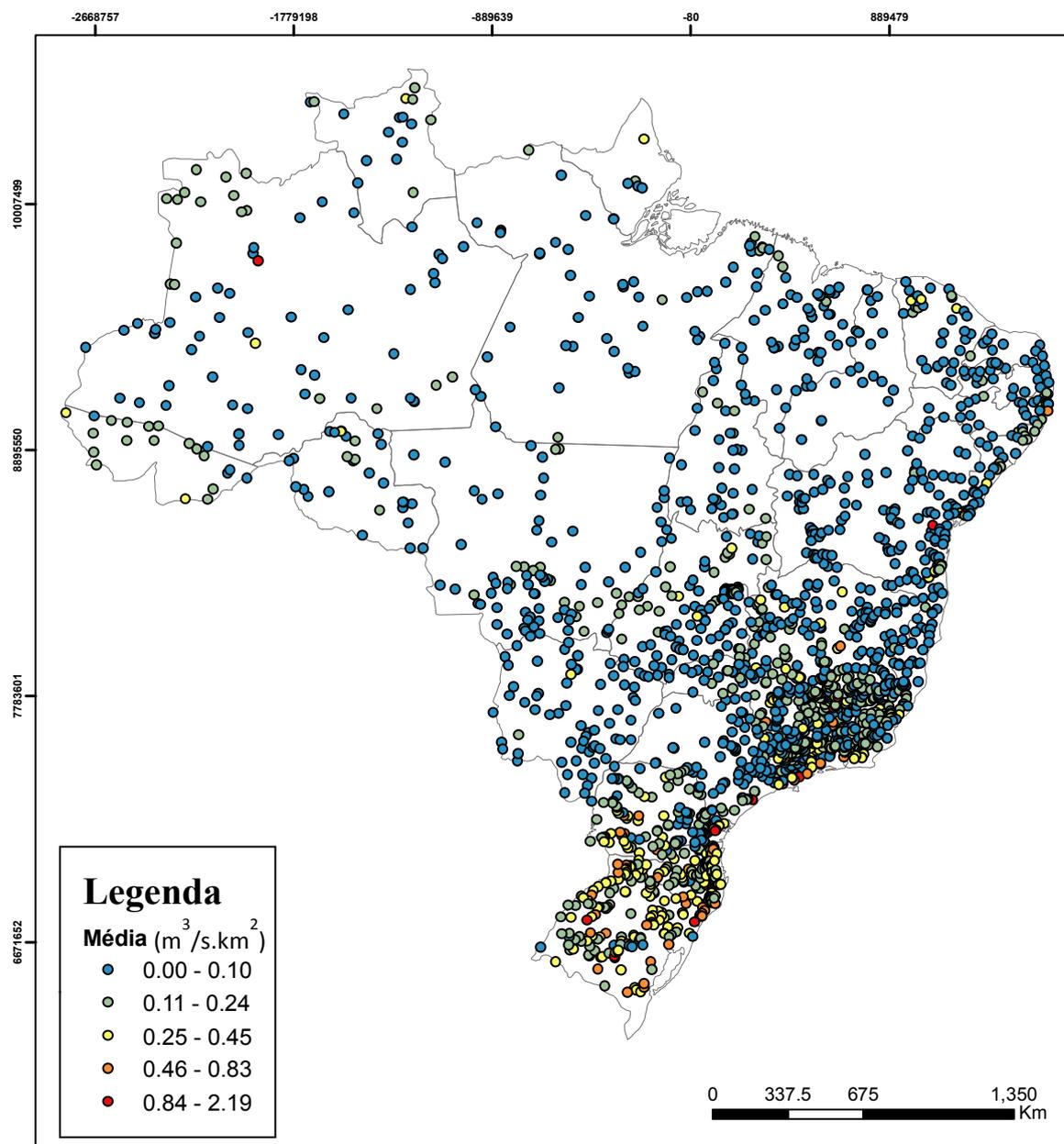
### 5.1.1 Média da vazões médias diárias máximas anuais

Para avaliar a média das vazões médias diárias máximas anuais de cada estação, foram utilizadas as vazões específicas, ou seja, a relação entre a vazão e a área de drenagem em cada uma das estações. A figura 5.3 apresenta seis histogramas mostrando a relação entre a média (calculada com a vazão específica, conforme mencionado previamente) e as estações. No primeiro gráfico (intitulado média – Brasil), essa relação é mostrada para o país inteiro. Pode-se observar que na maior parte das estações, a média está entre 0 e 0,1  $m^3/s.km^2$ , embora ela se estenda até 2,19  $m^3/s.km^2$ . As demais figuras apresentam essa relação nas regiões geográficas do país. As regiões com as maiores médias são a Sul e a Sudeste, e as menores médias se concentram nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste.



**Figura 5.3** – Relação entre a média das vazões médias diárias máximas anuais em  $m^3/s.km^2$  (vazão específica) e as estações

Uma outra maneira de apresentar essa variabilidade geográfica é exposta na figura 5.4. Essa figura apresenta um mapa contendo a localização de todas as estações, simbolizadas de acordo com a média de suas vazões. Vale ressaltar que neste ponto, quando se refere às vazões ainda se refere às vazões específicas.



**Figura 5.4** – Mapeamento das médias das vazões médias diárias máximas anuais, em m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> (vazões específicas)

É interessante observar que enquanto a maior parte do país apresenta predominantemente vazões máximas entre 0 e 0,1 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> (representadas pelo círculos azuis), a região Sul exibe um comportamento diferente, havendo uma maior predominância de vazões entre 0,24 e 0,45 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> (representadas pelos círculos amarelos). Nas regiões Sudeste e Nordeste, embora as

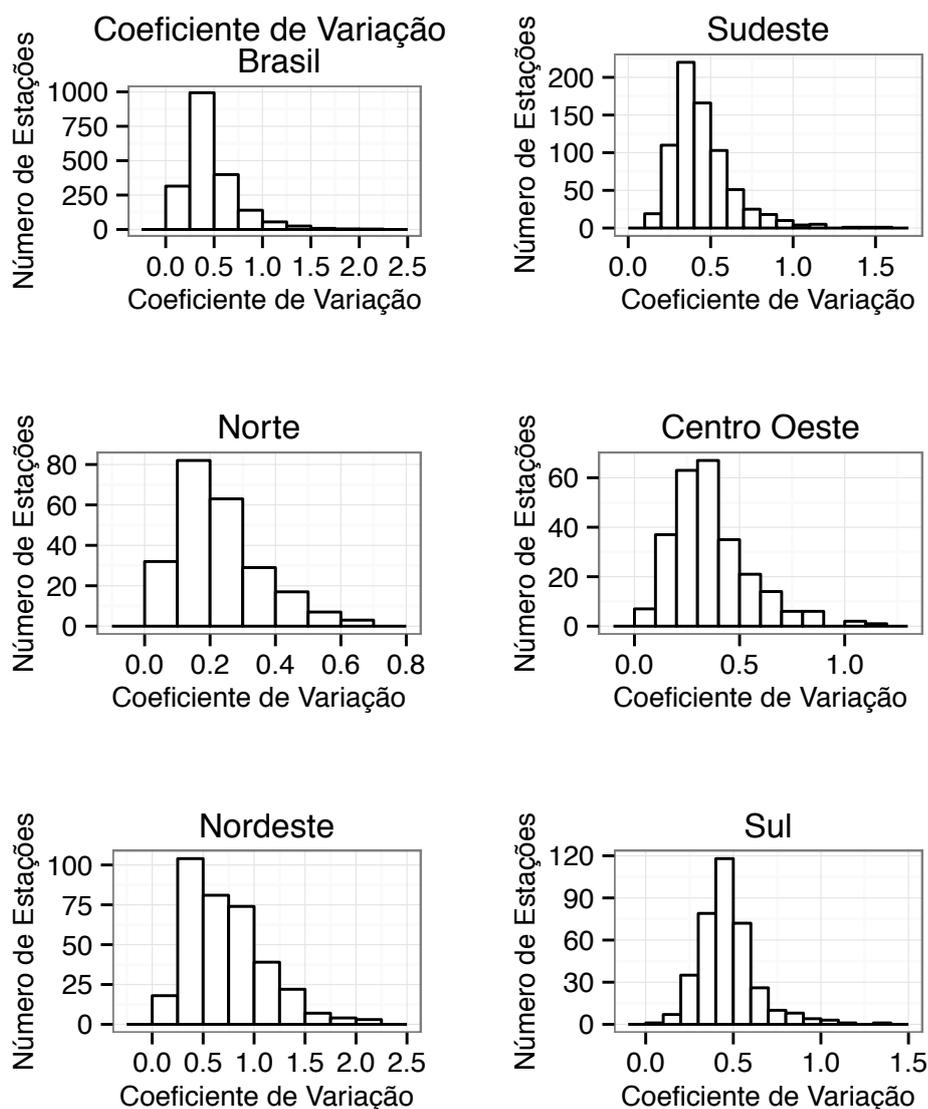
vazões máximas entre 0 e 0,1 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> ainda sejam predominantes, é possível observar um grande número de estações com vazões máximas maiores, representadas principalmente pelos círculos amarelos e verdes na figura 5.4. No Nordeste, tais vazões se encontram, principalmente, ao longo do litoral da Bahia até o sul da Paraíba. Na região Norte, embora as vazões sejam predominantemente mais baixas, podem ser observados pontos em que há a predominância de vazões entre 0,1 e 0,24 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup> (representadas pelos círculos verdes), sobretudo no estado do Acre e no noroeste do Amazonas.

### **5.1.2 Coeficiente de variação das vazões médias diárias máximas anuais**

O coeficiente de variação é um número adimensional positivo calculado a partir da divisão do desvio padrão amostral  $S_x$  pela média amostral  $\bar{x}$ . Ele é utilizado para comparar a variabilidade ou dispersão de amostras de duas ou mais variáveis diferentes. A figura 5.5 apresenta seis histogramas que mostram os coeficientes de variação das vazões médias diárias máximas anuais de todas as estações em uma escala geral, e em cada região geográfica.

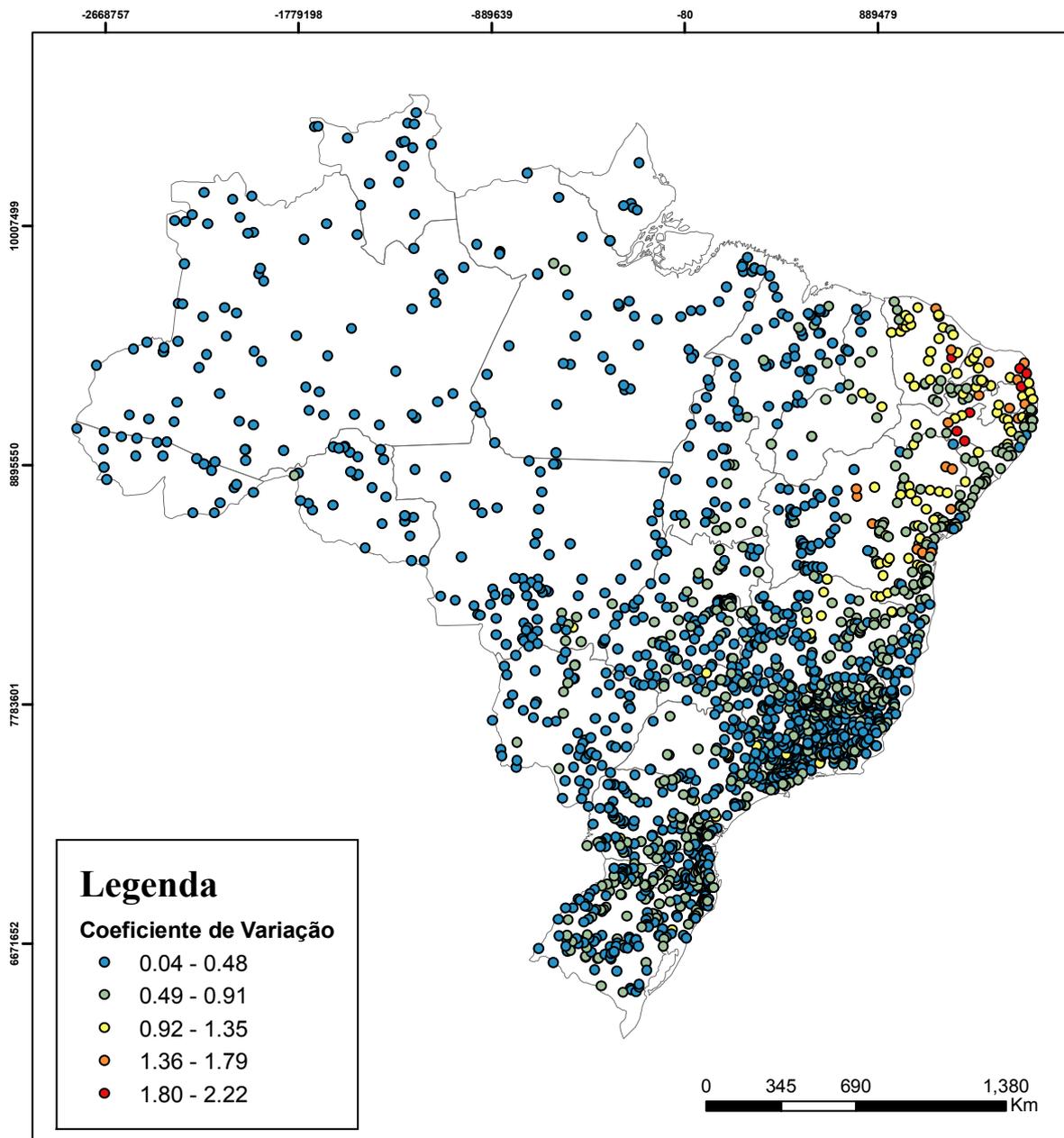
É possível observar que os coeficientes de variação da maior parte das estações do Brasil variam entre 0 e 1, embora os valores de tal variável se estendam até 2,22. A região Nordeste apresenta os maiores coeficientes de variação e a região Norte, os menores. A figura 5.6 permite observar melhor a distribuição geográfica dos coeficientes de variação.

Verifica-se na figura 5.6 que, embora o país apresente predominantemente coeficientes de variação pequenos, representados pelos círculos azuis, na região Nordeste os valores dos coeficientes de variação são mais altos. Observa-se também que a região Norte e pequenas partes das regiões Centro-Oeste e Nordeste do país (nos estados do Maranhão, Tocantins e parte do Mato Grosso), possui os menores coeficientes de variação, ilustrando a pequena variabilidade das vazões máximas desses locais.



**Figura 5.5** – Relação entre os coeficientes de variação das VMDMA e o número de estações

Nota-se que os coeficientes de variação mais altos, representados pelos círculos laranja e vermelho, estão localizados predominantemente na região do semiárido brasileiro. Tal região é constituída em grande parte por rios intermitentes, ou seja, rios que podem secar durante o período sem chuvas. Sendo assim, muitas estações apresentam anos em que a vazão média diária máxima anual foi pequena ou próxima de zero e anos com uma vazão média diária máxima anual elevada, o que pode explicar a grande variabilidade das vazões dessa região.



**Figura 5.6** – Mapeamento dos coeficientes de variação das vazões médias diárias máximas anuais

### 5.1.3 Coeficiente de assimetria das vazões médias diárias máximas anuais

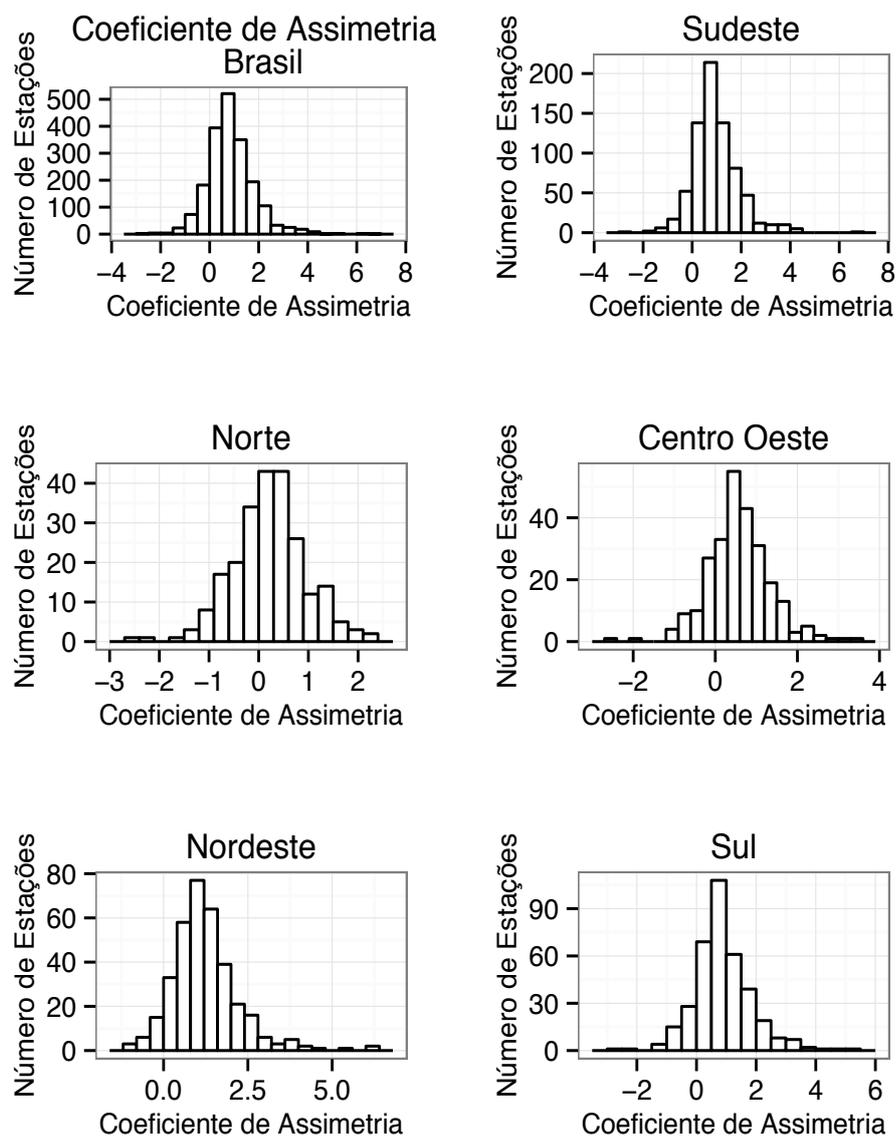
O coeficiente de assimetria é um número adimensional que ilustra a contribuição dos cubos dos desvios positivos e negativos em relação à média amostral. Ele é calculado conforme a equação (5.1).

$$g = \frac{N}{(N - 1)(N - 2)} \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^3}{s^3} \quad (5.1)$$

Onde  $N$  representa o tamanho da amostra,  $x_i$ , os dados da amostra,  $\bar{x}$ , a média amostral e  $s$ , o desvio padrão amostral. A primeira parte da equação representa uma correção feita para que o valor do coeficiente de assimetria amostral seja aproximado ao do coeficiente de assimetria populacional e a segunda parte representa os desvios em relação a média.

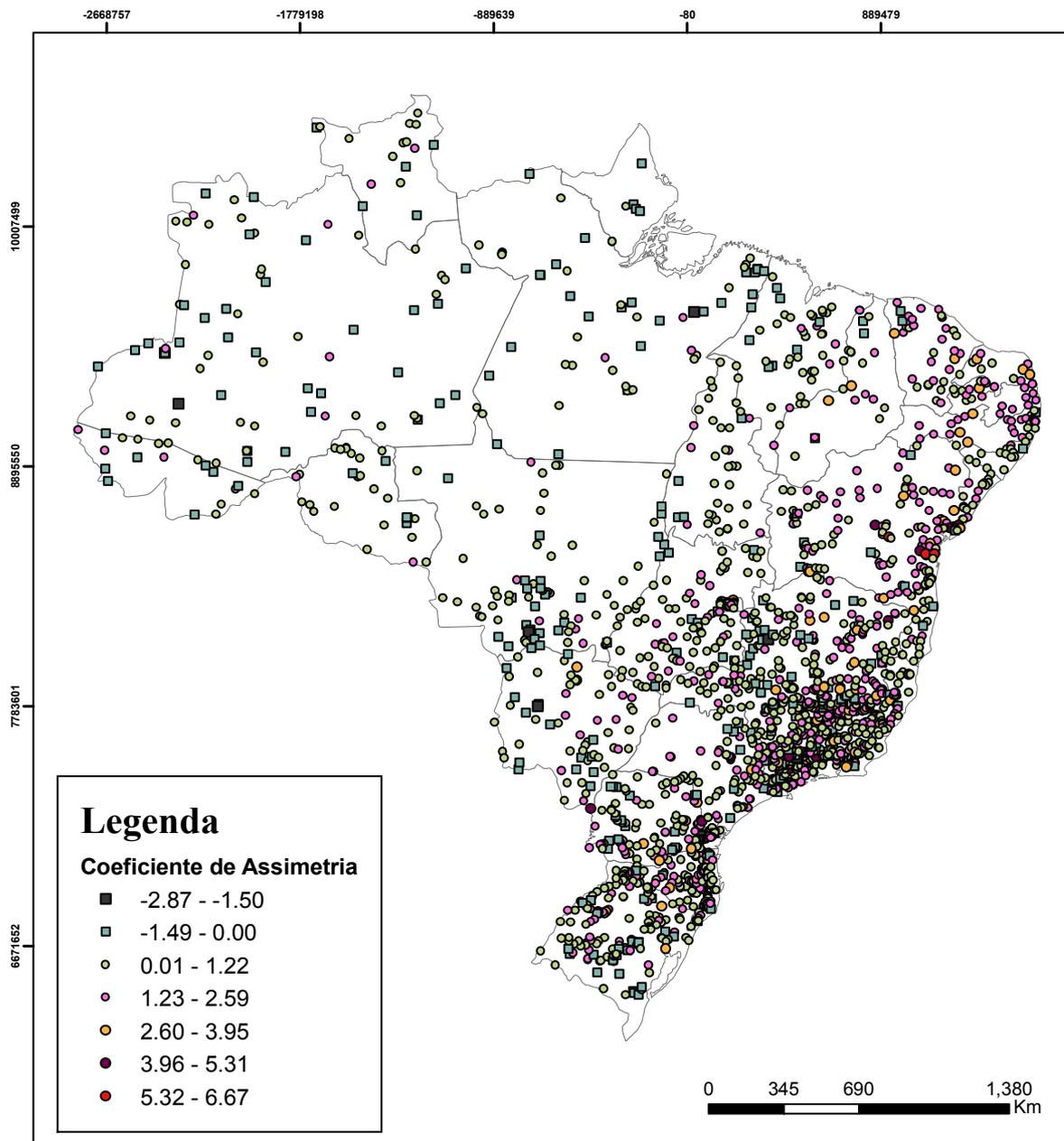
Quando esses desvios são predominantemente positivos, obtém-se uma assimetria positiva, de forma que a moda é geralmente menor que a mediana, que por sua vez é menor que a média. O caso em que os desvios são predominantemente negativos, a assimetria é negativa e a moda é geralmente maior que a mediana, e esta é maior que a média. Quando a soma dos desvios resulta em um valor próximo de zero, obtém-se uma situação em que os valores da moda, da média e da mediana são similares. No caso da hidrologia, geralmente se obtém coeficientes de assimetria positivos em séries de eventos máximos, como no caso das vazões máximas anuais.

A figura 5.7 apresenta seis histogramas que expõem a relação entre os coeficientes de assimetria das amostras e a quantidade de estações. Observe que, diferentemente do esperado, existem estações com coeficientes de assimetria negativo em todas as regiões do Brasil. Entre as 1943 estações consideradas, 288 possuem assimetria negativa. Ainda assim, a maior parte dos coeficientes de assimetria das vazões máximas possuem valores entre 1 e 2. Os maiores coeficientes de assimetria estão localizados na regiões Nordeste, Sul e Sudeste.



**Figura 5.7** – Relação entre os coeficientes de assimetria das VMDMA e o número de estações

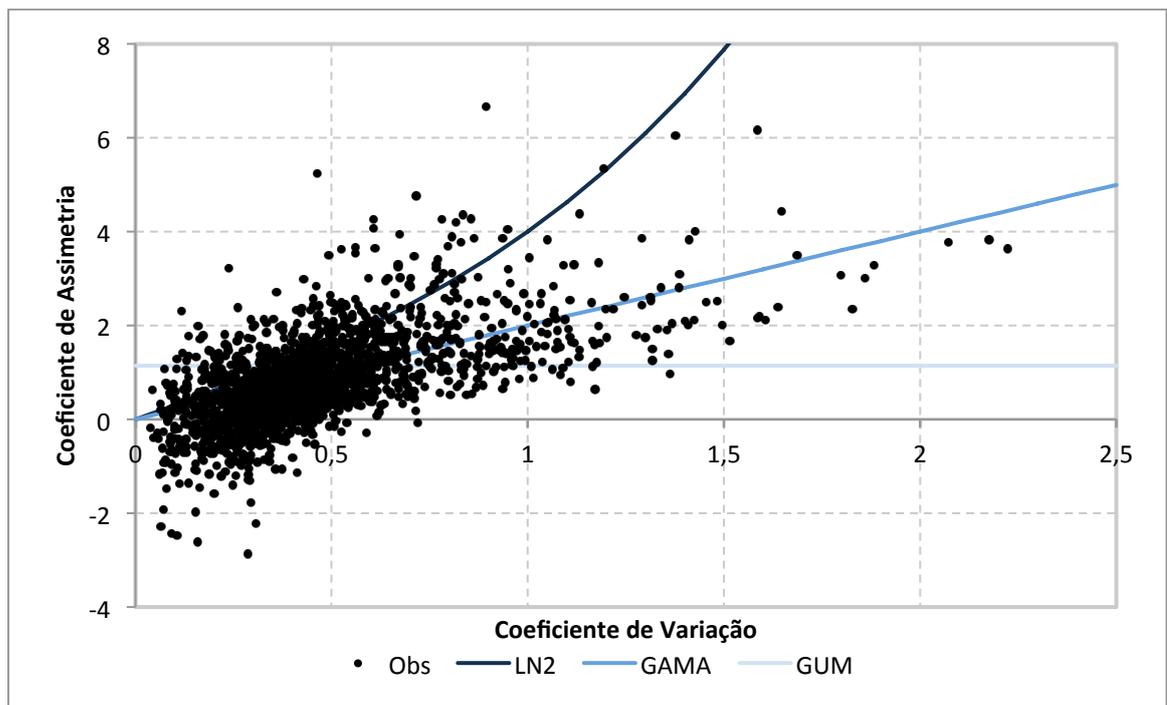
Na figura 5.8 é possível observar a distribuição geográfica dos coeficientes de assimetria das vazões máximas diárias anuais. Os coeficientes de assimetria negativos são representados pelos quadrados e os positivos pelos círculos. É possível observar que a região Norte possui coeficientes de assimetria predominantemente negativos ou positivos baixos. As estações com os quatro maiores coeficientes de assimetria estão localizadas nos estados de Minas Gerais (estação 6102400, com coeficiente de assimetria 6,67) e Bahia (estações 51890000, 51870000 e 51230000, com coeficientes de assimetria 6,16, 6,04 e 5,35, respectivamente) e são representadas pelos círculos vermelhos na figura 5.8.



**Figura 5.8** – Mapeamento dos coeficientes de assimetria das vazões médias diárias máximas anuais

### 5.1.3.1 Relação entre os coeficientes de assimetria e de variação

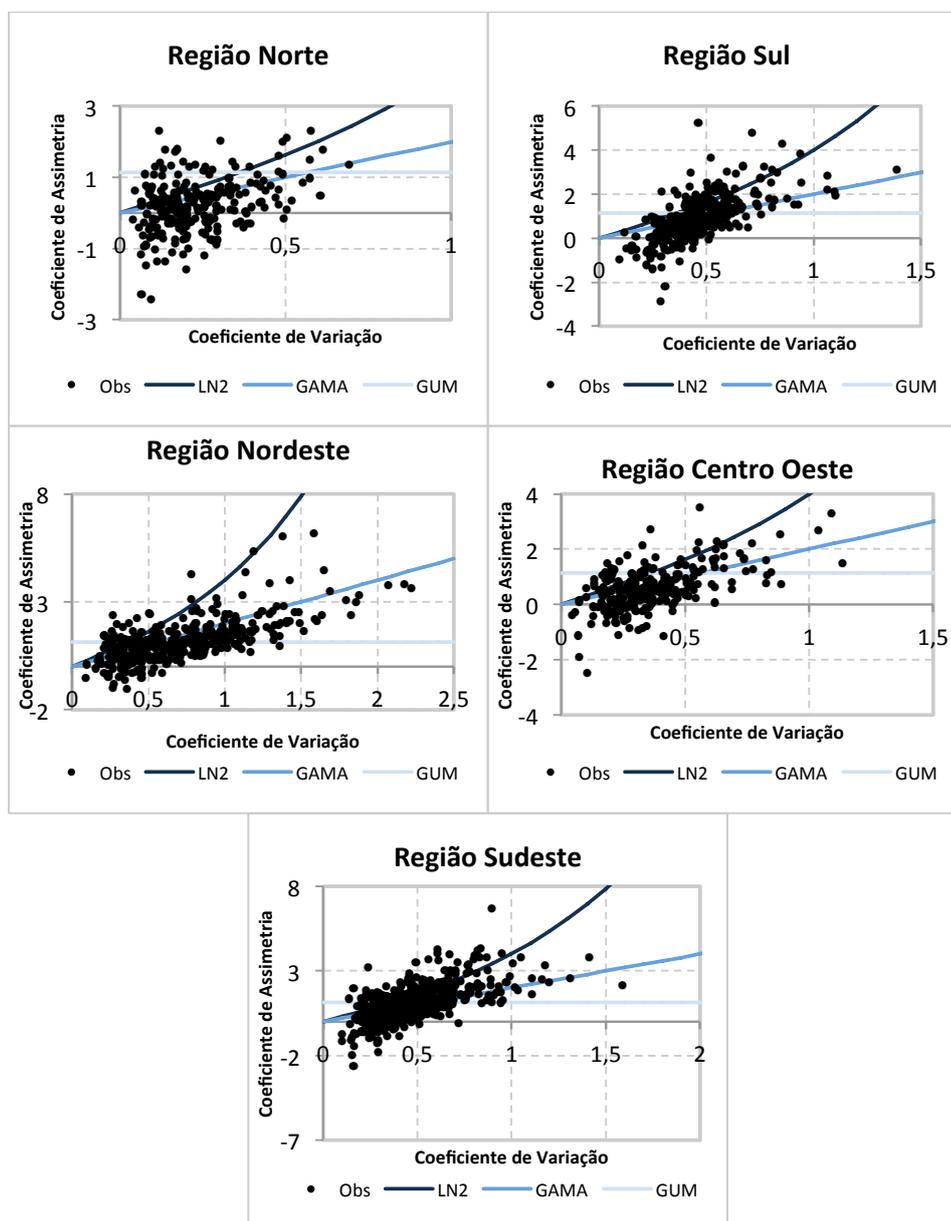
Algumas distribuições de dois parâmetros que serão utilizadas nas próximas etapas do presente estudo, apresentam uma relação teórica entre o coeficiente de assimetria e o coeficiente de variação. Para a distribuição LN2 tem-se que,  $\gamma_1 = 3 C_V + C_V^3$ , para a GUM  $\gamma_1 = 1,14$  e para a GAMA  $\gamma_1 = 2 C_V$ . Comparando essa relação teórica com a relação entre o coeficientes de assimetria e o coeficiente de variação dos dados observados, pode-se avaliar se determinada distribuição é adequada para os dados em questão. A figura 5.9 apresenta essa relação para as vazões máximas do Brasil.



**Figura 5.9** – Comparação entre a relação teórica entre os coeficientes de assimetria e de variação das distribuições LN2, GAMA e GUM e a relação entre os coeficientes de assimetria e de variação amostrais das vazões médias diárias máximas anuais

Observa-se que não há indícios de que as amostras analisadas pertençam a uma população gerada pela distribuição GUM, uma vez que a nuvem de pontos representando a relação entre os coeficientes de assimetria e de variação amostrais de maneira alguma tem o comportamento semelhante ao da reta que representa a distribuição GUM. As outras duas distribuições, LN2 e GAMA, no entanto, não podem ser consideradas inadequadas para modelagem dessa amostra. Embora elas não sejam capazes de descrever o comportamento das muitas amostras com assimetria negativa, elas se mostram adequadas para as demais amostras.

Ao se analisar as regiões geográficas, de acordo com a figura 5.10, percebe-se que não se pode descartar as distribuições GAMA e LN2 em nenhuma das regiões. Na região norte, há ainda indícios de que a distribuição GUM pode ser adequada para modelar as amostras da região. Ressalta-se que essa análise tem cunho exploratório, e que embora seus resultados sejam considerados no decorrer do trabalho, eles não podem ser considerados conclusivos.

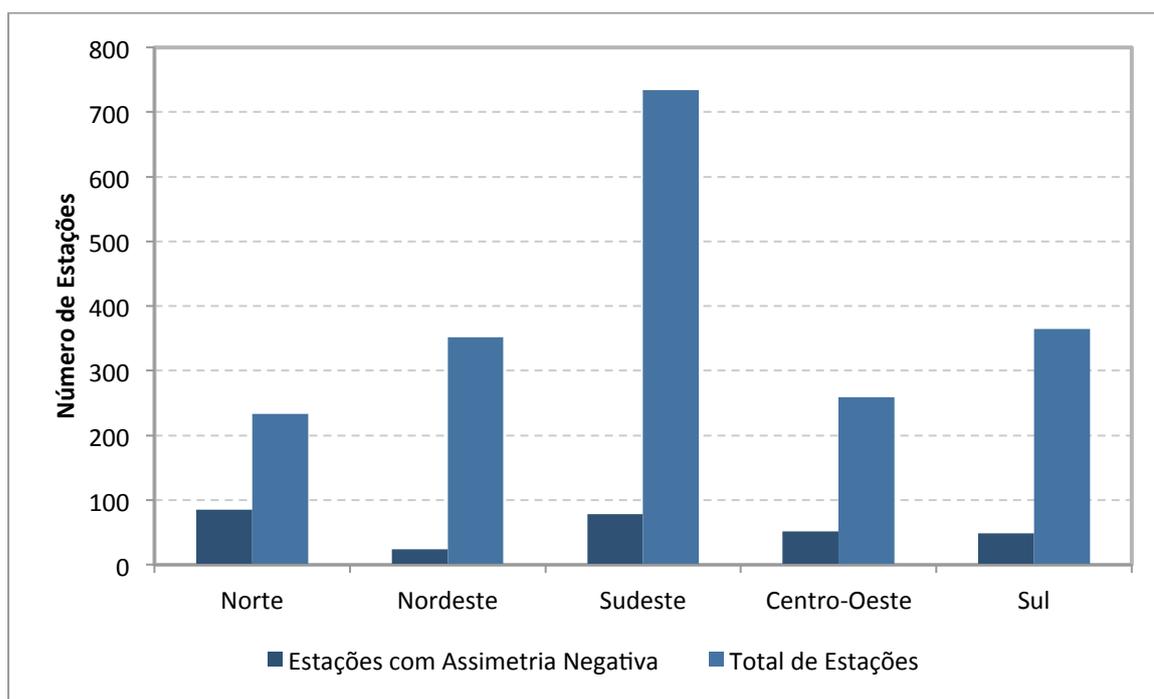


**Figura 5.10** - Comparação entre a relação teórica entre os coeficientes de assimetria e de variação das distribuições LN2, GAMA e GUM e a relação entre os coeficientes de assimetria e de variação amostrais das vazões médias diárias máximas anuais nas regiões geográficas do Brasil

### 5.1.3.2 Coeficiente de assimetria negativo

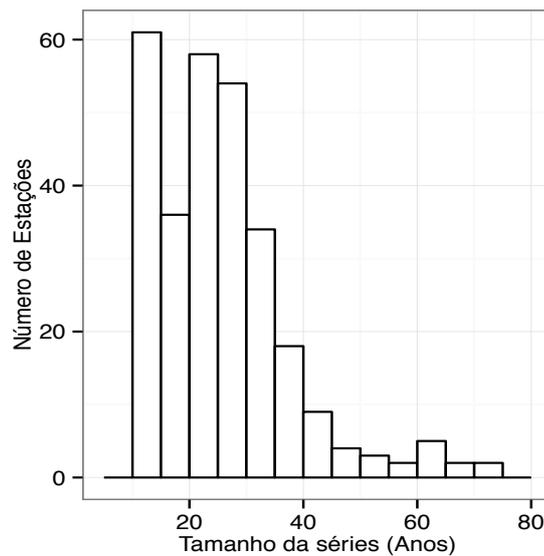
Analisando as estações com coeficiente de assimetria negativo é possível observar que, conforme exposto na figura 5.11, a região Norte é a que possui a maior proporção de estações com coeficiente de assimetria negativo (35% das estações da região). Todas as outras regiões possuem menos de 20% das estações com assimetria negativa. As estações com assimetria negativa na região Norte, estão localizadas principalmente nos estados do Acre (38,1% do total de estações desse estado possuem assimetria negativa), Amazonas (48,5%), Amapá (57%) e Pará (49%).

Pode-se discutir se essas assimetrias negativas são frutos de erros amostrais, uma vez que na maioria delas o desvio negativo em relação à média é muito pequeno (Em 63% das estações cujo coeficiente de assimetria é negativo, esse valor é maior que -0,5, e em 89%, esse valor é maior que -1). Ainda assim, no Amazonas, 9% das estações possui coeficiente de assimetria menor que -1 e no Mato Grosso do sul, 6%. Devido às altas proporções de estações com assimetria negativa nas regiões Norte e Centro-Oeste é difícil admitir que esses valores sejam frutos de erros amostrais. Sendo assim, é necessário buscar outras explicações para esses valores.



**Figura 5.11** – Comparação entre o número de estações com assimetria negativa e o total de estações em cada região geográfica do Brasil

Buscou-se então, associar a assimetria negativa a outras características dessas estações. A primeira característica analisada foi o tamanho das séries. A figura 5.12 mostra o tamanho das estações que possuem assimetria negativa. Comparando as figuras 5.1 e 5.12 e levando em conta a equação (5.1), é razoável admitir que o tamanho das séries não influencia no sinal coeficiente de assimetria.



**Figura 5.12 – Tamanho das séries com assimetria negativa**

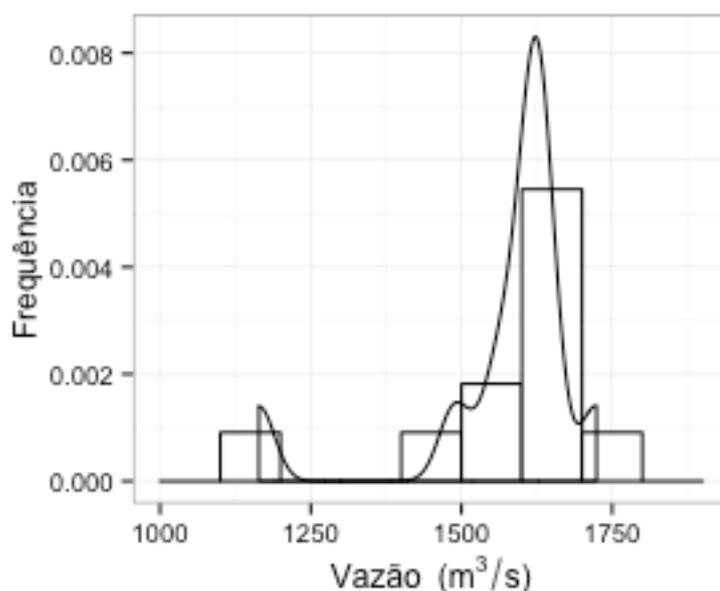
Ainda foram analisadas a variação dos recordes, das médias, considerando as vazões específicas nos dois casos, e dos coeficientes de variação das séries com assimetria negativa em relação ao conjunto total de dados (tabela 5.2). Não foi verificada linearidade entre nenhuma das estatísticas analisadas e a assimetria negativa, no entanto, foi possível observar que os recordes e os coeficientes das estações com assimetria negativa são geralmente menores que os de todas as estações, enquanto as médias não diferem significativamente.

**Tabela 5.2 – Diferença entre as médias, os recordes e os coeficientes de variação das estações com assimetria negativa em relação ao conjunto total de dados**

	Média		Recorde		Coeficiente de variação	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Estações com Assimetria Negativa	0,13	0,15	0,19	0,24	0,26	0,11
Todas as estações	0,14	0,17	0,33	0,51	0,47	0,27
Variação (%)	9,13	12,85	43,62	53,21	45,03	58,92

No caso do Amazonas (entre outros estados da região Norte), pode-se supor que as assimetrias negativas sejam resultado do processo de formação de vazões extremas nesses locais. Sabe-se que os rios dessa região são volumosos, que as vazões máximas tendem a se manter próximas da média das vazões máximas (o que é confirmado pelos baixos valores de coeficiente de variação das VMDMA) e que os totais pluviométricos são altos e bem distribuídos ao longo do ano. Assim, é possível supor que a assimetria negativa é tão comum

nas estações dessa região devido a menor frequência de anos secos. Assim, considerou-se que uma vazão média diária máxima anual pequena em relação à média das VMDMA teria uma frequência de ocorrência menor que uma VMDMA grande. De fato, nas estações em que se verificou o coeficiente de assimetria negativo na região Norte, as vazões extremas se concentram ao redor da média, sendo vazões extremas muito maiores que a média muito raras, enquanto as vazões extremas muito pequenas, embora não sejam muito frequentes, conferem esse grande desvio da média. A figura 5.13 apresenta a histograma de frequências da estação 1080000 no Amazonas. Essa estação tem um coeficiente de assimetria de -2,43 e o gráfico é característico das estações com assimetria negativa no estado do Amazonas.



**Figura 5.13** – Histograma de frequências absolutas da estação 10800000 no Amazonas

#### 5.1.4 Coeficiente de curtose das vazões médias diárias máximas anuais

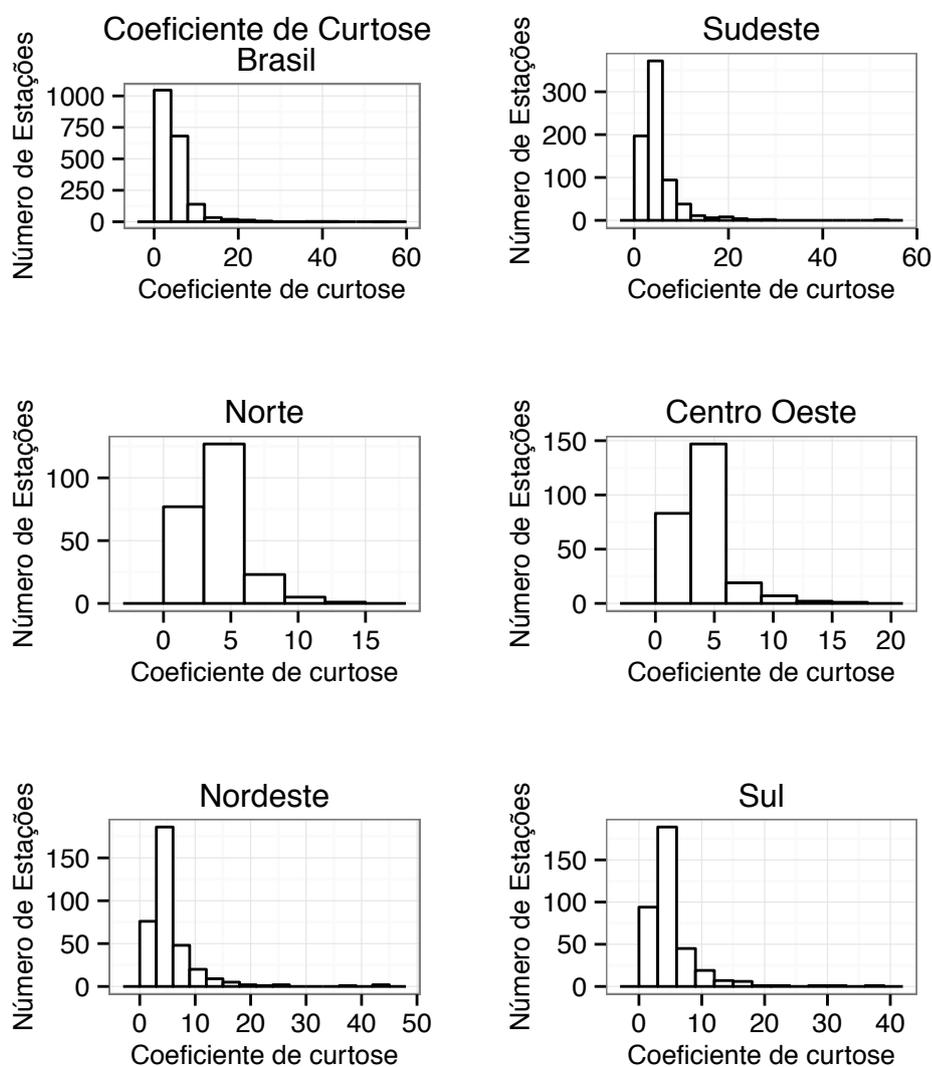
O coeficiente de curtose é utilizado para identificar o formato do histograma das vazões (pontagudo ou achatado), entretanto ele fornece melhores resultados para amostras grandes, de tamanho aproximadamente igual ou superior a 200. Ele é calculado a partir da seguinte equação:

$$k = \frac{N^2}{(N - 1)(N - 2)(N - 3)} \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{s^4} \quad (5.2)$$

Onde N representa o tamanho da amostra,  $x_i$ , os dados da amostra,  $\bar{x}$ , a média amostral e s, o desvio padrão amostral.

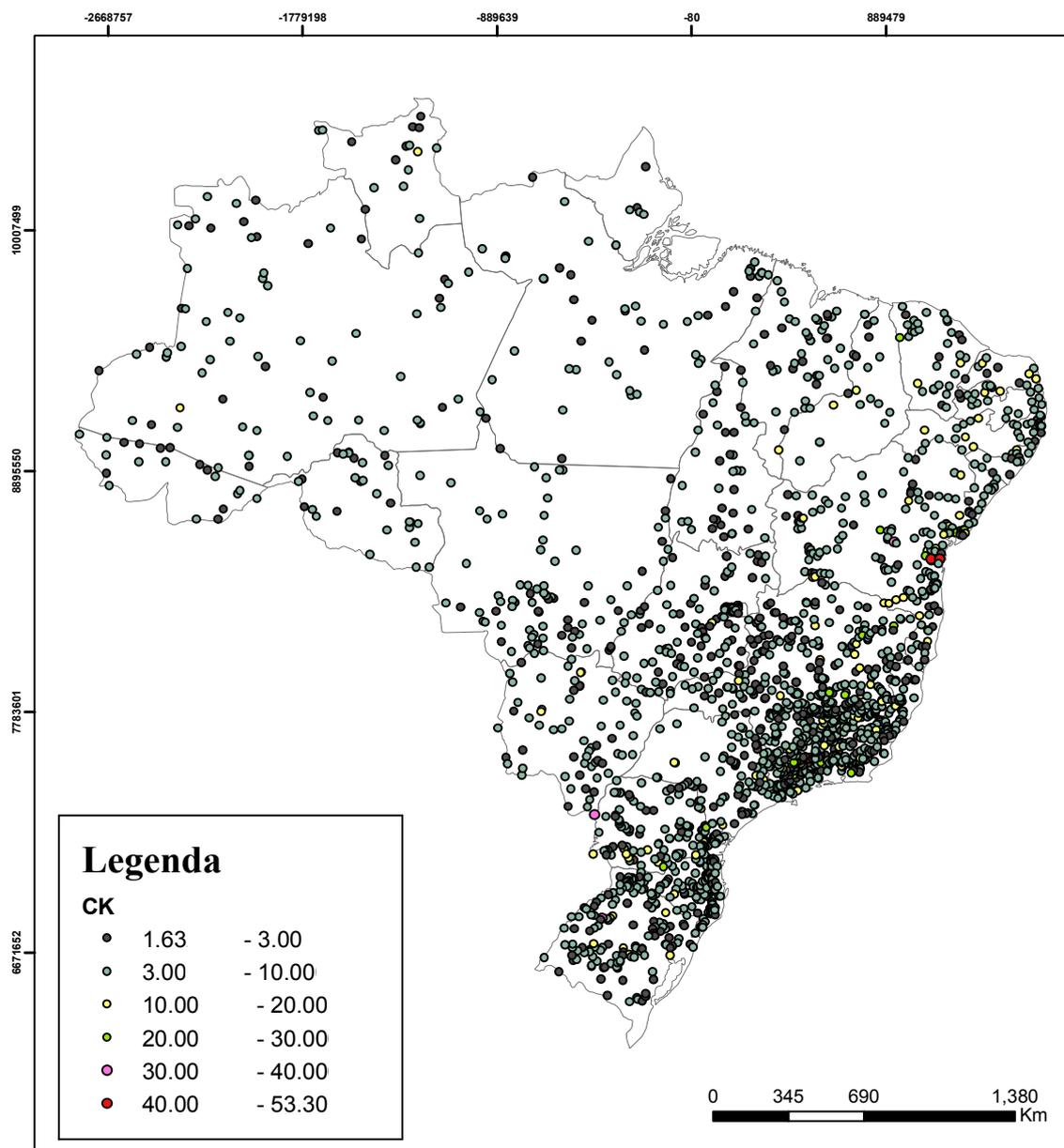
O coeficiente de curtose permite conhecer informações acerca das caudas inferior e superior da distribuição, dos pontos muito distantes ou muito próximos da média. Na hidrologia, o coeficiente de curtose é uma estatística descritiva pouco usada porque é difícil conseguir resultados confiáveis devido ao tamanho das amostras (geralmente menores que 100). No entanto, pode-se interpretar o resultado como uma sugestão ou indicação do formato dos histogramas.

A figura 5.14 apresenta seis histogramas que expõem a relação entre os coeficientes de curtose das amostras e a quantidade de estações. É possível observar que os coeficientes de curtose atingem valores muito altos, o que sugere que as distribuições são mais achatadas e que alguns valores de vazão são muito distantes da média.



**Figura 5.14** – Relação entre os coeficientes de curtose das VMDMA e o número de estações

O mapa da figura 5.15 permite visualizar a distribuição geográfica dos coeficientes de curtose. Os coeficientes de curtose cujos valores são menor que três, estão representados pelos quadrados. Em tais estações nota-se que as vazões são mais próximas da média, podendo assim inferir que o histograma dessas estações tem um formato pontiagudo. Observa-se que os maiores valores do coeficiente de curtose estão nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul.



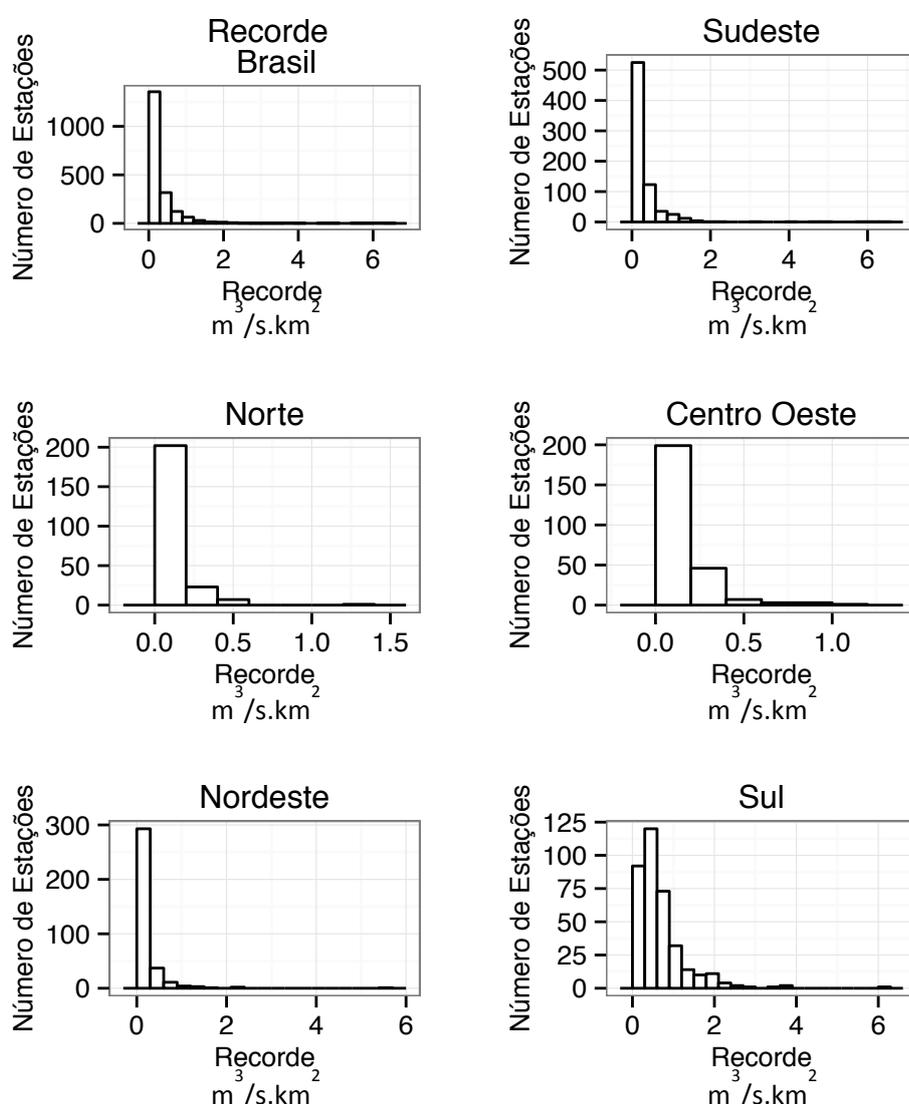
**Figura 5.15** – Mapeamento do coeficiente de curtose das vazões médias diárias máximas anuais

### 5.1.5 Recordes de vazão

Assim como no tópico anterior, com os dados das 1943 estações e utilizando as rotinas computacionais explanadas no item 4.1, foram determinados os recordes de vazão de cada

posto. Vale ressaltar que o recorde de vazão é o máximo diário de toda a série histórica, seja esta composta por vazões instantâneas ou vazões médias diárias. No Brasil, como mencionado previamente, a maioria dos postos são fluviométricos, fornecendo apenas as vazões médias diárias.

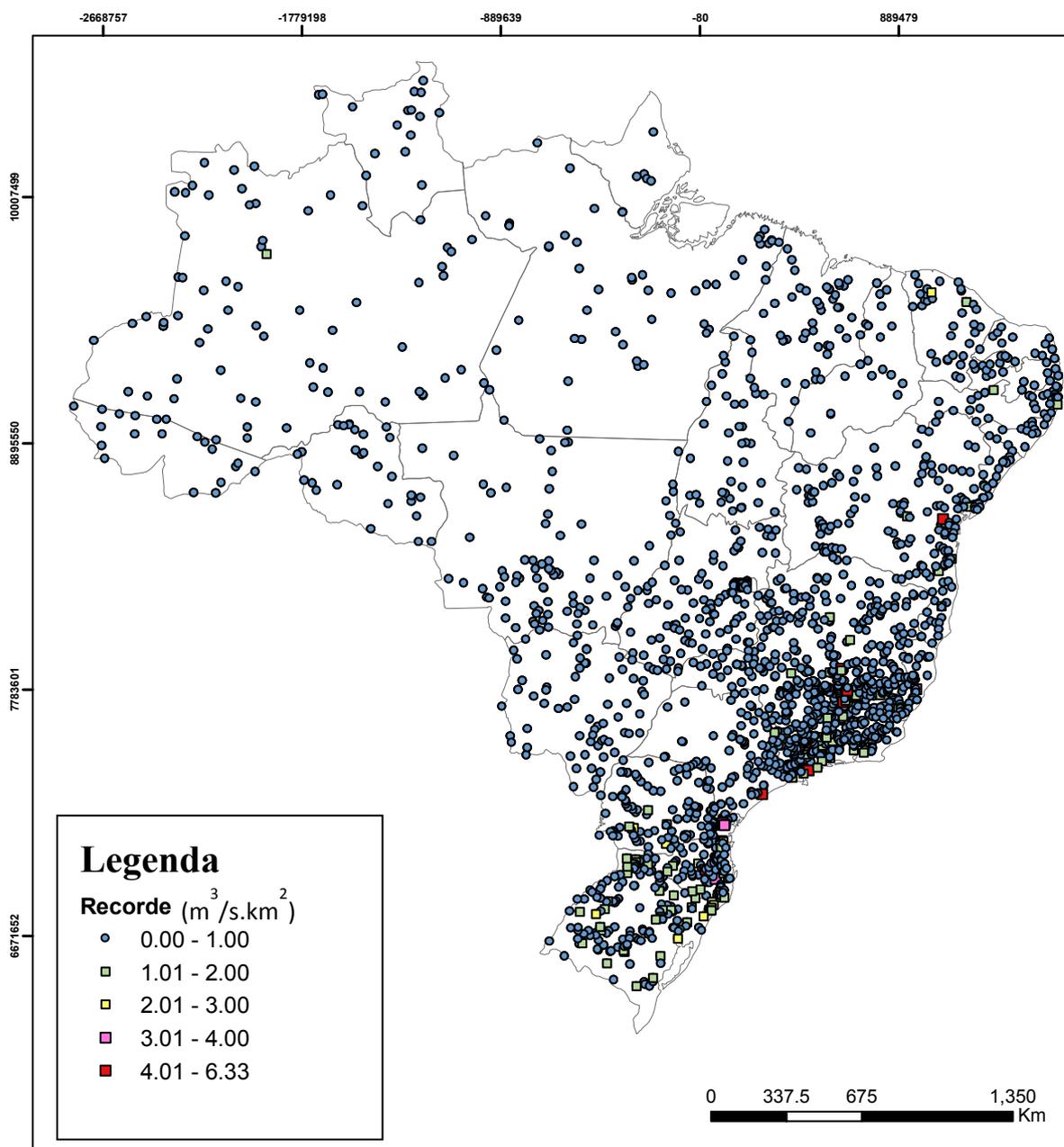
Nas análises realizadas no presente item, para que comparações pudessem ser feitas entre bacias hidrográficas de tamanhos distintos, o recorde de vazões foi dividido pela área de drenagem da bacia. Ou seja, assim como no item 5.1.1, na definição e análise dos recordes foram utilizadas as vazões específicas. A figura 5.16 apresenta seis histogramas que expõem a relação entre os recordes e o número de estações no Brasil e nas cinco regiões geográficas.



**Figura 5.16** – Relação entre os recordes de vazão em  $m^3/s.km^2$  e o número de estações

Os recordes de vazão no Brasil variam de 0,001 a  $6,33 m^3/s.km^2$ . No entanto, a maioria dos recordes está entre 0,001 e  $1 m^3/s.km^2$ , como pode ser observado na figura 5.16. A região

Norte e a região Centro-Oeste apresentam os registros mais baixos em média, enquanto a região Sul apresenta os mais altos registros. A figura 5.17 permite observar melhor a distribuição espacial dos registros.



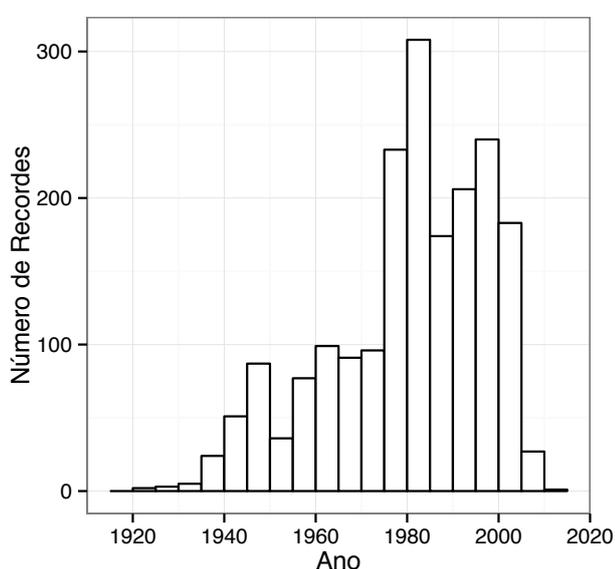
**Figura 5.17 – Mapeamento dos registros de vazão**

Embora a média dos registros das regiões Nordeste e Sudeste sejam mais baixos do que a média da região Sul, também existem valores altos de registros nessas regiões (considerando como valores altos, os registros acima de  $2 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ ). A tabela 5.3 mostra algumas estatísticas descritivas calculadas com os registros de vazão de cada região geográfica.

**Tabela 5.3 – Estatísticas descritivas dos recordes de vazão**

Recorde ( $\text{m}^3/\text{s.km}^2$ )				
Região	Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
Norte	0,14	0,119	1,376	0,021
Nordeste	0,206	0,399	5,564	0,001
Sudeste	0,339	0,554	6,333	0,003
Centro-Oeste	0,155	0,160	1,114	0,007
Sul	0,691	0,638	6,246	0,035

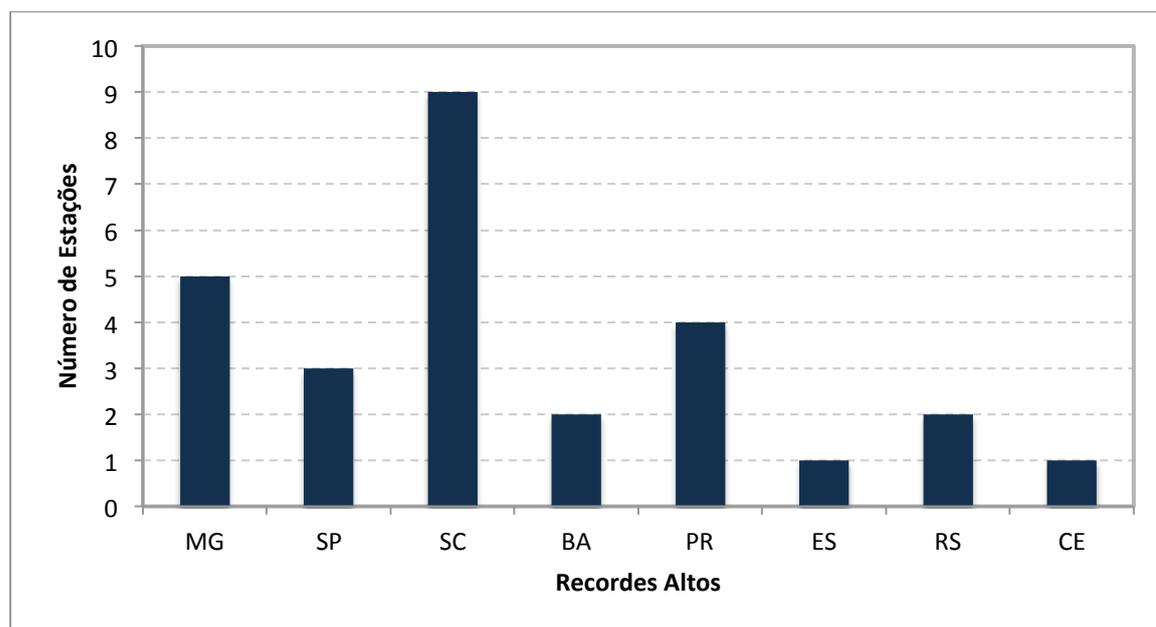
Também é interessante conhecer o ano em que os recordes acontecem. Tal análise pode indicar em que período aconteceram mais recordes, se há a presença de ciclos, algum ano de interesse, entre outros aspectos. A figura 5.18 mostra histogramas expondo a relação entre os recordes e os anos em que eles aconteceram no Brasil.

**Figura 5.18 – Recordes de vazão e os anos em que eles ocorreram**

Observe na figura 5.18, como a partir da década de 1970 o número de recordes aumenta drasticamente. Embora seja possível especular sobre a influência da urbanização do país (intensificada a partir da década de 50) sobre as vazões, é provável que tal aumento seja decorrente do maior número de postos de monitoramento no período após a década de 1970.

Entre todas as estações analisadas, apenas 27 apresentam recorde maior que  $2 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ . A figura 5.19 mostra o estado em que tais estações estão localizadas. É possível observar que 15 estações estão na região Sul do país, entre as quais 9 estão em Santa Catarina. O maior recorde de vazões encontrado ( $6,33 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ ) aconteceu em Minas Gerais em Fevereiro de

1957. Ressalta-se que as áreas de drenagem de todas essas estações são pequenas, entre 13 e 434 km<sup>2</sup>.



**Figura 5.19** – Estações com registros maiores que 2 m<sup>3</sup>/s.km<sup>2</sup>

### 5.1.6 Discussões

Nesse tópico serão discutidos os resultados dispostos nos itens anteriores, de forma a propor uma associação, mesmo que superficial, com as características climatológicas das regiões geográficas do país, principalmente no que diz respeito à precipitação. As informações acerca da climatologia do Brasil utilizadas no presente tópico encontram-se detalhadas nos trabalhos de Cavalcanti et. al. (2009), Nimer (1979) e Mendonça (2007).

Na região sul, o clima pode ser caracterizado pela sua homogeneidade, isto é, toda a região apresenta características climáticas semelhantes, exceto pelo extremo norte do Paraná, que apresenta características semelhantes à da região Sudeste. A precipitação é bem distribuída, tanto espacialmente, como ao longo do ano, de forma que nota-se a ausência de uma estação ou região seca. A variabilidade estacional e anual da precipitação pluviométrica é pequena, comparável à que se verifica na Amazônia. No caso das vazões máximas, como pode ser visto na figura 5.5, essa variabilidade apresenta valores maiores que os da região Norte, ainda que sejam pequenos comparados à outras regiões do Brasil.

As estações fluviométricas utilizadas no estudo possuem uma área de drenagem média pequena em relação à outras regiões do Brasil (exceto a região Sudeste, cujas estações tem as

menores áreas de drenagem do país). Por esse motivo, devido a presença de um regime pluviométrico com pouca variabilidade e intensidade alta e devido à características das bacias dessa região, como solo pouco permeável, declividades dos rios elevadas, e, conseqüentemente, coeficientes de escoamentos altos, as médias das vazões extremas e os maiores recordes de vazão estão localizados na região Sul.

A região Sudeste possui grande diversidade climática, apresenta áreas com os maiores índices pluviométricos do país e áreas com índices pluviométricos de pouca significância. Sendo assim, essa região é caracterizada por uma grande variabilidade espacial, anual e sazonal da precipitação. Em toda a região, a precipitação máxima ocorre nos meses de verão e a mínima nos meses de inverno, podendo haver áreas com meses secos.

Nessa região, as áreas em que ocorrem os mais altos índices pluviométricos coincidem com as áreas de maiores médias e recordes de vazões extremas. Como pode ser visto nas figuras 5.4 e 5.17, tais áreas estão localizadas próximas à Serra do Mar (no litoral sul do Rio de Janeiro e norte de São Paulo), à Serra da Mantiqueira (entre os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais), e à Serra da Canastra (centro-sul de Minas Gerais).

É possível observar que a região ao norte do estado de Minas Gerais possui estações com o coeficiente de variação mais alto. Esse local apresenta características de um clima semiárido, como o de boa parte do Nordeste brasileiro, tendo grandes variabilidade das vazões anuais.

De acordo com Nimer (1979), poucas regiões no mundo possuem tanta diversidade climática quanto o Nordeste brasileiro, levando em conta os totais de chuvas e o regime de secas. Cerca de 50% da área do Nordeste é ocupada por uma região de clima semiárido, onde além de estações registrando precipitações totais baixas, é comum a presença de grandes períodos secos. De fato, o regime de precipitação da região Nordeste se caracteriza por uma estação relativamente muito chuvosa, e um período seco, cujas chuvas, além de raras, ou inexistentes, mesmo nos locais onde os totais pluviométricos são relativamente altos.

Na área semiárida da região Nordeste é comum a presença de rios intermitentes, e durante o trabalho foram encontradas estações em que a vazão média diária máxima anual registrada era zero, ou muito próxima de zero. Muitos rios do Nordeste, no entanto, apresentam características regularizadas, e muitas vezes não há informações sobre a existência de barramentos ou de reservatórios. É comum que em anos secos, os reservatórios liberem menos

água do que o obrigado por lei, facilitando a ocorrência de escoamentos nulos em trechos de rios. Dentro desse contexto, era esperado que algumas estações da região Nordeste apresentassem valores altos de coeficiente de variação, como pode ser visto na figura 5.6.

As médias das vazões médias diárias máximas anuais da região Nordeste são maiores no litoral entre Pernambuco e o sul da Bahia, região em que os totais pluviométricos são relativamente altos. O estado do Maranhão se assemelha relativamente à região Norte do país, no que diz respeito à vazões máximas, funcionando como um estado de transição entre as características das regiões Nordeste e Norte. Os totais pluviométricos nesse estado também são mais altos do que o do centro da região Nordeste.

A região Norte possui o maior total pluviométrico anual entre todas as regiões do Brasil. A pluviosidade dessa região pode ser caracterizada pela sua heterogeneidade sazonal e espacial. As áreas de maior pluviosidade encontram-se no litoral do Amapá, próximo a foz do rio Amazonas, e na região ocidental da Amazônia, principalmente no noroeste do estado do Amazonas e no oeste do Acre. Quanto às características sazonais da pluviosidade, existem áreas em que não há período seco, e áreas em que esse período pode chegar a três meses. Ressalta-se que o que se entende por período seco na região Norte, é um período do ano em que as chuvas são menos frequentes.

As maiores médias de vazões médias diárias máximas anuais na região Norte estão localizadas principalmente nas áreas com maior total pluviométrico. Vale ressaltar que a região referente a foz do rio Amazonas não é representada por nenhuma estação fluviométrica no presente estudo, portanto, essa discussão não pode ser estendida para essa região, mesmo sendo uma região com alto total pluviométrico. O coeficiente de variação das vazões máximas nessa região é predominantemente baixo, ou seja, a variabilidade anual de vazões máximas, assim como a variabilidade anual da precipitação, é relativamente pequena.

As vazões médias diárias máximas anuais e os recordes dessa região podem ser considerados baixos, se comparados com o resto do país, devido ao fato de que as áreas de drenagem das estações fluviométricas utilizadas são grandes. Caso fossem analisados os valores de vazões máximas, sem relacionar com a área de drenagem, as maiores vazões máximas estariam localizadas nessa região.

O grande número de estações em que foram encontradas assimetrias negativas das vazões médias diárias máximas anuais na região Norte pode ser explicado pelo fato de que as vazões máximas se concentram ao redor da média, e a frequência de ocorrência de vazões máximas muito menores do que a média é pequena.

A região Centro-Oeste, assim como a região Sul, pode ser considerada uma região de clima homogêneo. Em toda a região é notada a ocorrência de um período chuvoso (no verão) e um período seco (no inverno). Quanto à distribuição espacial das chuvas, o norte do Mato Grosso possui os maiores índices pluviométricos, enquanto o sul do Mato Grosso do Sul estão localizados os menores índices pluviométricos, embora eles não sejam tão diferentes entre si.

A variabilidade anual da precipitação é pequena, assim como a variabilidade anual das vazões máximas, como pode ser observado na figura 5.6. As médias e os recordes de vazões máximas são predominantemente baixos, devido principalmente às grandes áreas de alagamento características da região. Além disso, pode-se observar nas figuras dispostas nos itens anteriores, que essa região apresenta características semelhantes à região Sudeste, no oeste de Minas Gerais e São Paulo.

## **5.2 Caracterização das amostras após a aplicação de testes estatísticos**

No item 4.2, foi descrita a aplicação de testes estatísticos para a adequação das amostras que seriam utilizadas em uma das etapas subsequentes do trabalho, a definição das distribuições de probabilidades que melhor se ajustam aos dados brasileiros. No presente tópico, serão discutidas as características das amostras finais e como os resultados dos testes estatísticos permitiram a definição de tais amostras.

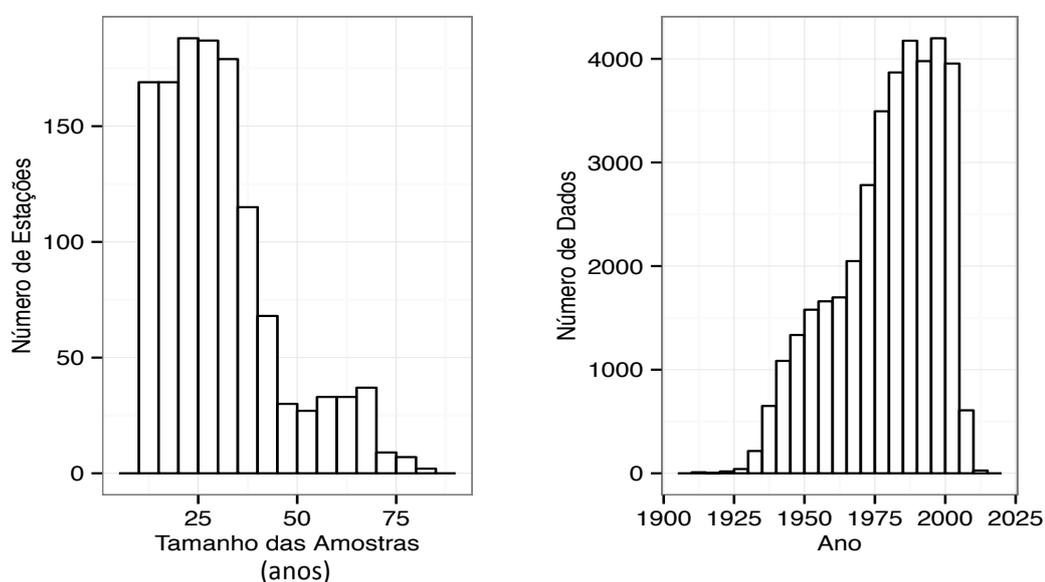
Os testes não-paramétricos de Mann-Whitney, Spearman e Pettit foram aplicados às 1943 amostras considerando um nível de significância de 10%, conforme detalhado no item 4.2. A partir da aplicação de tais testes, pôde-se concluir que 1409 amostras, ou 72,5% do total, podem ser consideradas homogêneas, 1364, ou 70,2% do total, estacionárias e 1610, ou 82,86% do total, não apresentam saltos na média. Apenas 1253 amostras não tiveram a hipótese nula rejeitada em nenhum dos três testes aplicados, e portanto, foram consideradas adequadas para serem utilizadas na próxima etapa do trabalho. Vale ressaltar que todas as amostras foram utilizadas para a construção da curva envoltória, a última etapa do trabalho.

Algumas comparações podem ser traçadas entre as 1253 estações consideradas após a aplicação dos testes estatísticos (amostras finais) e as 1943 estações consideradas inicialmente (amostras iniciais). A tabela 5.4 resume algumas dessas comparações.

**Tabela 5.4 –** Comparações entre as amostras consideradas inicialmente (amostras iniciais) e as amostras consideradas após a aplicação dos testes estatísticos (amostras finais)

	Amostras Iniciais	Amostras Finais
Quantidade de Estações	1943	1253
Total de Anos	62700	37430
Média	32,27	29,87
Representatividade espacial (%)	Norte	11,99
	Nordeste	18,12
	Sudeste	37,78
	Centro-Oeste	13,33
	Sul	18,79

É possível observar que embora o total de anos tenha sido reduzido drasticamente, a média não sofreu uma alteração tão significativa e a representatividade das regiões geográficas permaneceu quase constante. Dessa maneira, considera-se que as amostras finais sejam satisfatórias para o que foi proposto no trabalho. A figura 5.20 caracteriza tais amostras, e pode ser comparada às figuras 5.1 e 5.2.

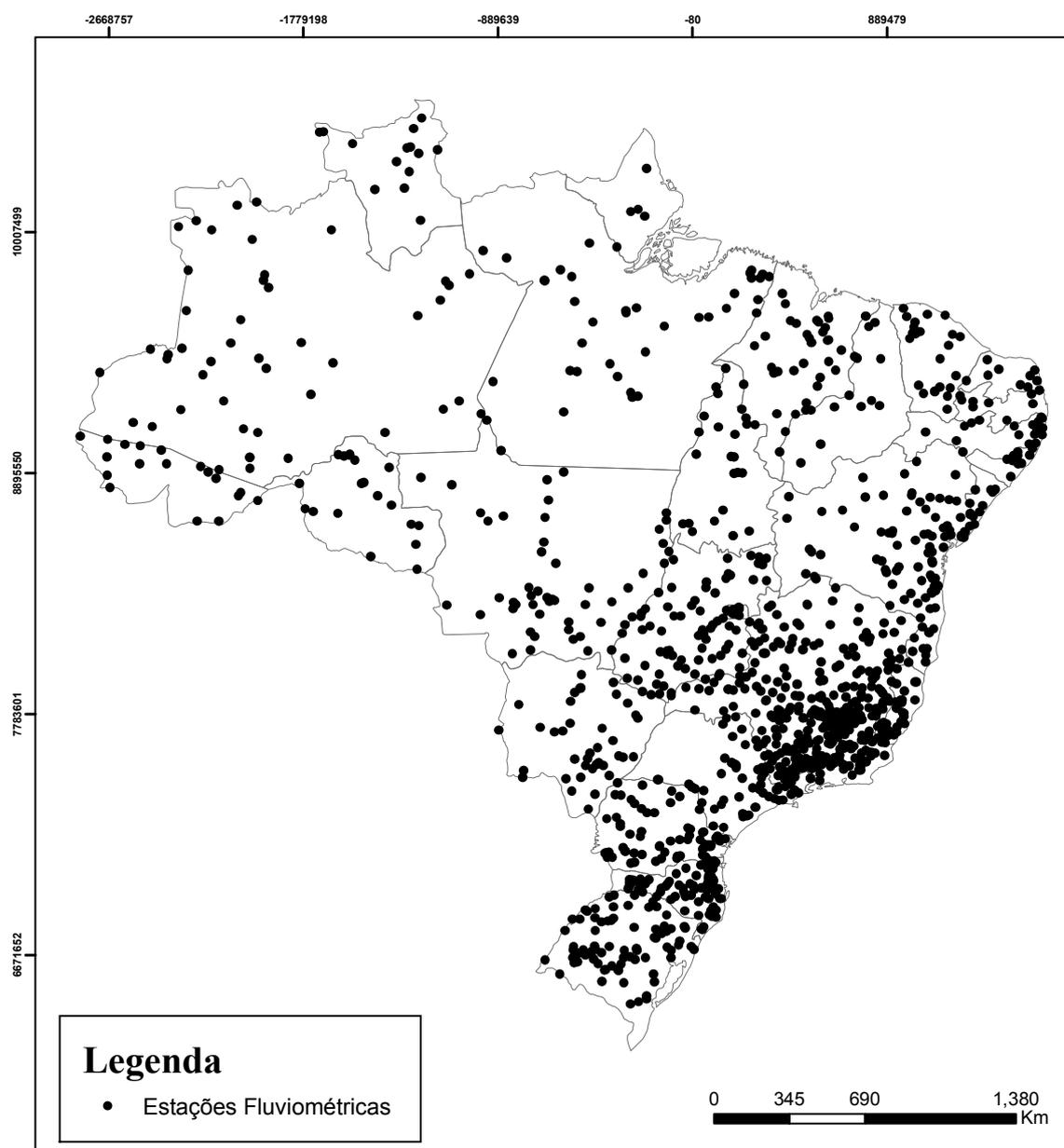


**Figura 5.20 –** Relação entre o número de estações e o tamanho da amostra de cada estação e o número de dados e os anos em que eles foram registrados

Observe que não houve mudanças significativas em nenhum dos dois casos expostos na figura 5.20. Mesmo com a exclusão de uma parcela das amostras consideradas inicialmente, ainda

existem mais estações com amostras de tamanho inferior a 30 anos e os dados continuam mais abundantes após a segunda metade da década de 1970.

A figura 5.21 apresenta a distribuição geográfica das 1253 amostras finais. Embora a porcentagem de estações na região Norte em relação ao total tenha sido similar a porcentagem calculada com as amostras iniciais, é visível a pouca quantidade de estações nessa região, que é a maior em dimensão do país. Ainda assim, no presente trabalho, admite-se que tais estações representem bem a região em que estão localizadas.

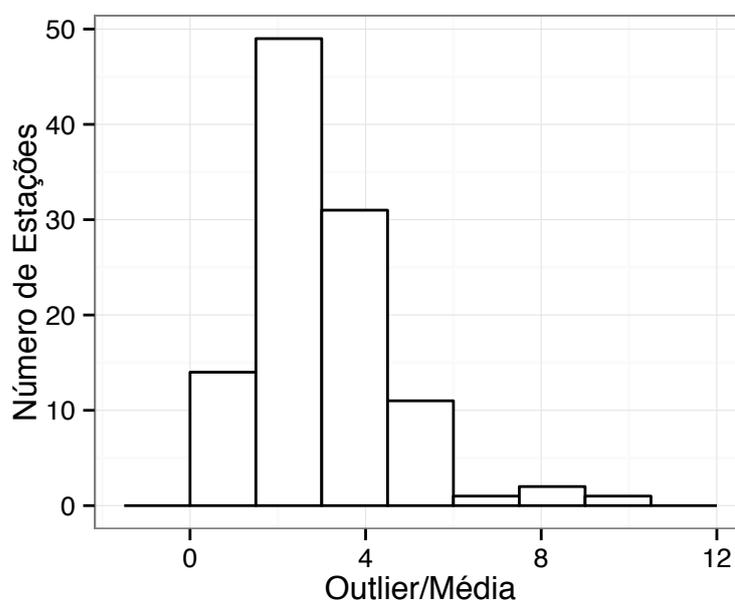


**Figura 5.21** – Mapeamento das estações consideradas no estudo após a aplicação dos testes estatísticos para a adequação das amostras

### 5.2.1 Análise dos pontos atípicos e escoamentos nulos

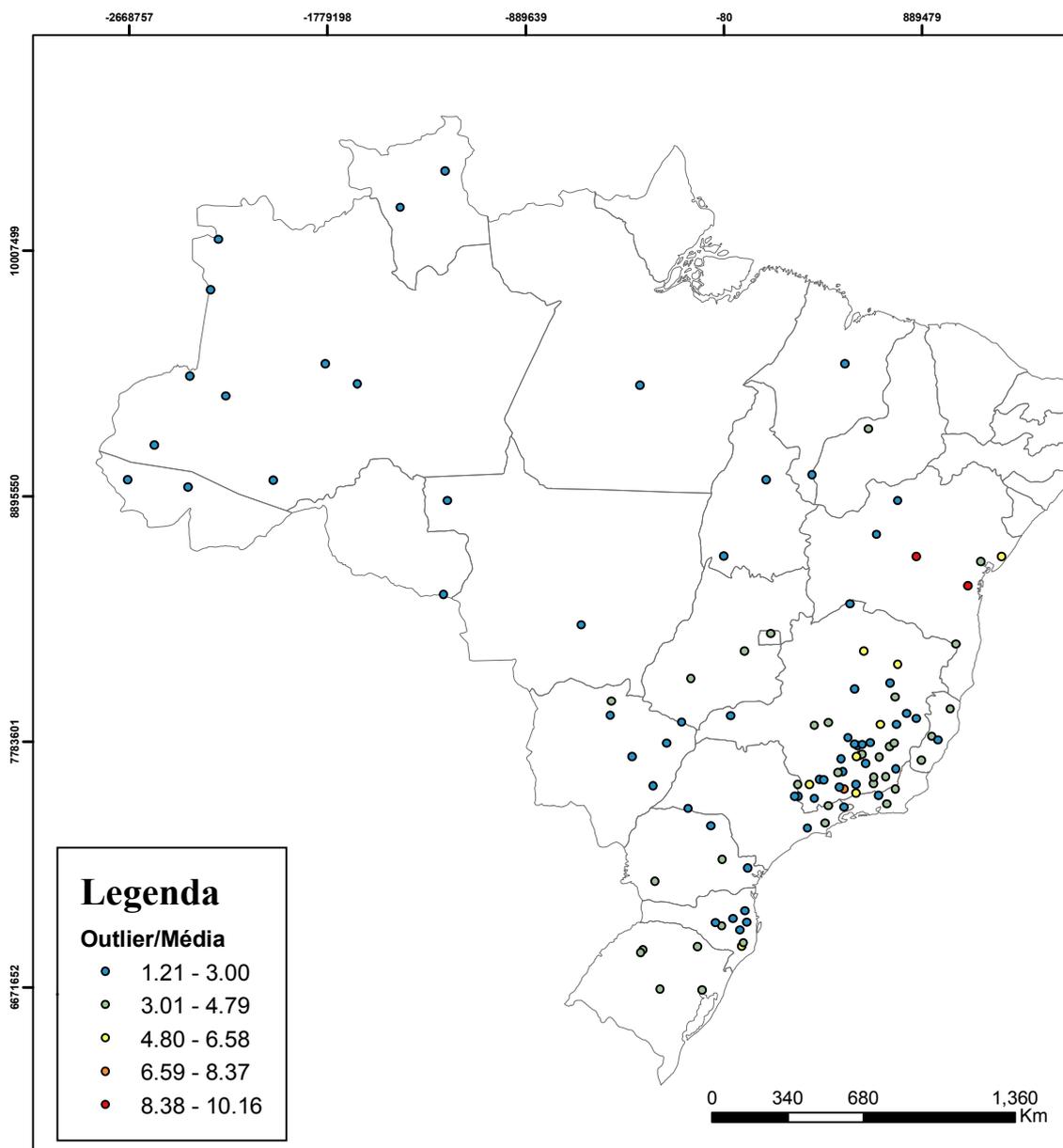
Ainda no item 4.2 foi proposta a identificação dos pontos atípicos através do teste de Grubbs e Beck e de registros de vazões inferiores a  $0,1\text{m}^3/\text{s}$ , que no presente trabalho foram considerados escoamentos nulos. No presente item, os *outliers* e os escoamentos nulos identificados foram analisados. Conforme explicitado no item 4.2, nenhum tipo de tratamento foi realizado com os *outliers*, devido à quantidade de amostras consideradas e a complexidade da decisão acerca da exclusão ou não dos *outliers*.

Foram encontradas 110 estações com pelo menos um ponto atípico. A figura 5.22 mostra a dimensão desses *outliers* em relação a vazão média de cada estação. O maior *outlier* detectado é 10,16 vezes maior do que a vazão média da amostra e está localizado no estado de Minas Gerais.



**Figura 5.22** – Relação entre o número de estações e a dimensão dos *outliers* (representada pela divisão dos *outliers* pela média da estação)

Na maioria das estações, os pontos atípicos encontrados são menores que o triplo da média do posto. A figura 5.3 apresenta um mapeamento dos *outliers*, dando ênfase à sua dimensão em relação a média da estação. Os dois maiores *outliers*, representados pelos círculos vermelhos, estão localizados no estado da Bahia.



**Figura 5.23 – Mapeamento dos pontos atípicos**

Foram detectados escoamentos nulos em apenas duas estações. Tais estações estão localizadas na região Nordeste, mais especificamente no semiárido, nos estados da Bahia e do Rio Grande do Norte. A estação localizada no Rio Grande do Norte apresenta dois registros de escoamento nulo. A tabela 5.5 expõe algumas estatísticas de cada amostra.

**Tabela 5.5 – Estatísticas das estações com escoamento nulo**

Estado	Tamanho	Média (m <sup>3</sup> /s)	Desvio Padrão (m <sup>3</sup> /s)	Máximo (m <sup>3</sup> /s)
RN	14	95,04	152,72	530,2
BA	26	33,11	17,85	68

### **5.3 Seleção dos modelos probabilísticos**

No item 4.3 foram apresentados alguns métodos que foram propostos para a seleção dos modelos probabilísticos mais adequados para os dados de vazão média diária máxima anual brasileiros. No presente item, serão discutidos os resultados referentes às aplicações de tais métodos. Foram utilizados nesta etapa as 1253 estações selecionadas mediante a aplicação dos testes estatísticos descritos nos itens 4.2 e 5.2.

Esses métodos foram aplicados considerando duas situações: uma com a eliminação dos anos de vazões nulas e outra sem essa eliminação. Não foram verificadas variações na escolha da distribuição de probabilidades com nenhum dos métodos utilizados quando os anos com vazões nulas identificados em duas estações foram eliminados. Dessa maneira, os resultados expostos nesse tópico se referem apenas ao caso em que os anos de escoamento nulo não foram eliminados.

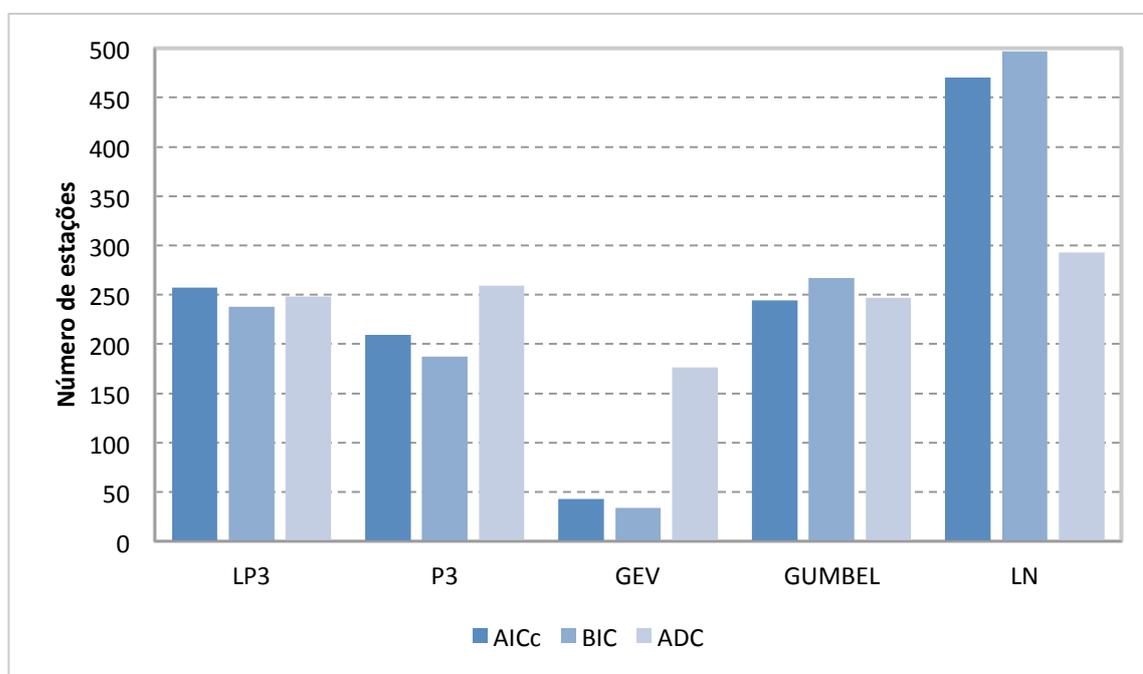
#### **5.3.1 Critérios de informação e seleção de modelos**

A aplicação dos critérios de informação foi realizada conforme explanado no item 4.3.1. Vale ressaltar que o critério de escolha entre a aplicação do AIC e do AICc depende do tamanho da amostra e da quantidade de parâmetros dos modelos testados ( $n/p > 40$ ), conforme exposto no item 3.2.3. A maior amostra considerada no presente trabalho tem 83 anos de dados. Como são considerados apenas modelos de 2 ou 3 parâmetros, decidiu-se utilizar o AICc em todas as amostras, uma vez que à medida que  $n$  aumenta, o valor do AICc converge para o valor do AIC. Entretanto, nas estações com mais de 80 anos de dados, as duas versões do critério de Akaike foram aplicadas.

A figura 5.24 expõe os resultados referentes a aplicação dos três critérios (AICc, BIC e ADC) aos dados das 1253 estações fluviométricas consideradas no estudo. É visível que os três métodos utilizados indicam com mais frequência a distribuição LN2. Em apenas 586 estações os três métodos indicaram a mesma distribuição de probabilidades, sendo que na maior parcela de estações, em 216 ou 37%, a distribuição indicada foi a LN2.

O AIC foi aplicado às duas estações de tamanho superior ou igual a 80 anos. A primeira estação (código: 36160000) está localizada no estado do Ceará e tem 83 anos de dados. Nessa estação o AIC, indicou como melhor modelo probabilístico a LP3, assim como todos os outros três métodos aplicados. Na segunda estação (código: 61135000), localizada no estado

de Minas Gerais, o AIC e o AICc indicaram a mesma distribuição, a GUM. Ao se analisar todas as estações, mesmo aquelas cujos tamanhos não satisfazem o critério de aplicação do AIC, não é observada uma diferença muito grande entre os resultados obtidos com o AIC e com o AICc. Em 92% das estações testadas, os resultados obtidos com o AIC e com o AICc foram iguais.



**Figura 5.24** – Distribuições de probabilidades indicadas com a aplicação do AICc, do AIC e do ADC

A tabela 5.6 apresenta a localização das estações que podem ser modeladas pelas distribuições de probabilidades indicadas com a aplicação dos três métodos. A seleção de um modelo só é contabilizada quando os três critérios indicam o mesmo modelo simultaneamente. A distribuição LN2 foi a mais indicada em quatro das 5 regiões. Somente na região Nordeste, a distribuição mais indicada foi a LP3 e na região Sudeste, a distribuição GUM foi indicada o mesmo número de vezes que a LN2. Ainda assim, na região Nordeste, a LN2 foi a segunda distribuição mais indicada.

**Tabela 5.6** - Modelos probabilísticos selecionados com a aplicação do AICc, BIC e ADC, segundo as regiões geográficas brasileiras

Regiões Geográficas	Distribuições				
	LP3	PE3	GEV	GUM	LN2
Norte	14	11	6	11	35
Nordeste	35	18	2	17	31
Sudeste	31	33	9	68	68
Centro-Oeste	15	13	1	18	42
Sul	20	16	2	29	40

A escolha da função MSCLaio2008 se deu devido à facilidade de aplicação. No entanto, pôde-se perceber algumas limitações de se utilizar uma função desenvolvida por terceiros. Uma delas foi a impossibilidade de acrescentar outros modelos probabilísticos na análise. Por esse motivo, apenas os cinco modelos vistos nesse item foram utilizados. Uma outra limitação foi a presença de erros inerentes ao programa, que não puderam ser contornados. Em 30 estações, os resultados não foram analisados devido a tais erros. Notou-se também que embora o princípio da parcimônia esteja implícito no cálculo dos critérios de informação, conforme explicado no item 3.2, algumas vezes os resultados obtidos com a análise de dois modelos eram semelhantes. Entretanto, nem sempre o modelo selecionado era o mais simples. Mesmo com tais limitações, considerou-se que os resultados obtidos com a aplicação da função MSCLaio2008 foram satisfatórios de acordo com os objetivos do trabalho.

### **5.3.2 SEAF – Sistema especialista de análise de frequência**

O software SEAF foi aplicado a cada uma das 1253 estações fluviométricas, conforme descrito no item 4.3.2, utilizando a ferramenta Sikuli Script para automatizar o processo de aplicação. Para cada estação analisada, o SEAF define uma ordem de classificação das distribuições de probabilidade testadas, sendo o primeiro lugar ocupado pela distribuição que melhor se ajusta aos dados da estação, entre todos os modelos considerados plausíveis.

A tabela 5.7 expõe os resultados referentes à aplicação do software SEAF aos dados das 1253 estações fluviométricas consideradas no estudo. Nessa tabela, é possível observar a quantidade de vezes em que uma distribuição foi classificada em qualquer ordem (da primeira à sétima). Percebe-se que a distribuição mais indicada pelo software para modelar os dados brasileiros é a GUM, seguida pela LN2. No entanto, em muitas estações o SEAF ordena apenas algumas das distribuições consideradas nas análises, uma vez que as distribuições podem ser rejeitadas de acordo com alguns critérios adotados pelo software. Sendo assim, a distribuição que foi considerada viável e classificada pelo software em qualquer ordem mais vezes foi a LN2.

**Tabela 5.7 – Ordem de classificação das distribuições pelo software SEAF**

DIST	CLASSIFICAÇÃO						
	1	2	3	4	5	6	7
EXP	79	46	56	60	22	1	0
GUM	366	272	164	69	67	25	4
LN2	327	298	222	81	37	30	3
PE3	170	250	305	66	5	1	0
GPA	17	22	7	0	0	0	0
GEV	141	108	57	46	5	0	0
LP3	35	66	62	12	7	0	0

A tabela 5.8 apresenta a localização das distribuições de probabilidades classificadas como as mais indicadas para os dados dos postos fluviométricos (primeiro lugar na tabela 5.7). Observa-se que nas regiões Norte e Centro-Oeste, a distribuição mais indicada como a distribuição mais adequada pelo SEAF é a LN2, o que coincide com o resultado obtido com os critérios de informação (item 5.4.2). Nas demais regiões, a GUM foi a distribuição mais indicada. O resultado da região Sudeste também coincide com o resultado obtido no item 5.4.2.

**Tabela 5.8 – Modelos probabilísticos com a aplicação do software SEAF segundo as regiões geográficas brasileiras**

Regiões Geográfica	Distribuições						
	LP3	PE3	GEV	GUM	LN2	EXP	GPA
Norte	0	16	2	41	71	9	1
Nordeste	6	39	29	66	36	27	7
Sudeste	18	59	73	142	98	27	6
Centro-Oeste	4	24	12	46	65	4	1
Sul	7	32	25	71	57	11	2

Novamente algumas limitações foram observadas durante a utilização do SEAF. Uma delas é a impossibilidade de acrescentar outras distribuições cuja análise foi proposta pelo presente trabalho, como a LN3 e a GAM. Embora remover uma distribuição das análises feitas pelo software seja simples, acrescentar as outras distribuições é uma tarefa complexa, e por isso, decidiu-se que ela não seria realizada. Uma outra limitação do uso do SEAF são os erros que o programa apresenta. Devido a tais erros, 119 estações, distribuídas proporcionalmente entre as regiões geográficas (cerca de 10% do total de dados de cada região) não foram analisadas. Por outro lado, o princípio da parcimônia utilizado pelo SEAF é refletido nos resultados, uma vez que os dois modelos mais indicados possuem apenas dois parâmetros.

### 5.3.3 Número de excedências esperado

O método de Beard foi aplicado a cada uma das 1253 estações fluviométricas, conforme descrito no item 4.3.4. Para cada tempo de retorno analisado ( $T= 10, 20, 100$  e  $1000$  anos) foi realizada uma contagem do número de vezes em que os quantis calculados ultrapassavam os valores observados, considerando tanto a probabilidade de excedência especificada ( $P_S=1/T$ ) quanto a probabilidade de excedência esperada (valores calculados conforme a tabela 3.2).

A tabela 5.9 mostra o número de excedências calculado com a probabilidade de excedências esperada ( $P_N$ ) e a especificada ( $P_S$ ). Os valores obtidos são comparados com o número de excedências teórico, ou o quociente do valor total de anos pelo tempo de retorno, e com os intervalos de confiança calculados considerando que o número de excedências siga uma distribuição binomial, conforme especificado no item 3.2.2. Os valores destacados com um asterisco estão dentro do intervalo de confiança calculado. Pode-se perceber que para cada tempo de retorno, foram obtidos resultados diferentes, o que pode indicar que distribuições diferentes podem ser selecionadas como a melhor distribuição para se ajustar a uma mesma amostra dependendo do tempo de retorno em interesse. Somente com a distribuição LN3 foram obtidos valores dentro do intervalo de confiança em todos os tempos de retorno analisados.

**Tabela 5.9** – Comparação entre o número de excedências calculado para diversos tempos de retorno e o número de excedências teórico

Distribuição	T=10		T=20		T=100		T=1000	
	$P_S$	$P_N$	$P_S$	$P_N$	$P_S$	$P_N$	$P_S$	$P_N$
LN2	3173	3519	1328	1617	229	353*	39*	61
EXP	3129	3489	1120	1437	116	202	15	28*
GAMA	3530	3879	1743	2054	365*	530	66	123
PE3	3622	3977	1778	2127	277	454	39*	76
GEV	3802*	4147	1853*	2218	270	427	62	86
GUM	3555	3938	1659	2002	316	478	46*	83
LP3	3545	3856*	1680	2010	393*	521	168	202
LN3	3766*	4127	1806*	2182	229	390*	20	43*
GPA	3361	3584	1974	2219	847	989	608	659
Num. De Excedências Teórico	3743		1871,5		374,3		37,43	
Intervalo	3629	3857	1789	1946	337	412	25	49

Uma outra maneira de analisar os resultados obtidos com o método de Beard é calcular o erro relativo entre o número de excedências determinado com o uso do método (NEO) e o número de excedências teórico (NET), conforme a equação 5.3.

$$ER = \frac{|NET - NEO|}{NET} \quad (5.3)$$

As tabelas 5.10 e 5.11 mostram esse erro para os números de excedências calculados com as probabilidades de excedência especificada e esperada, respectivamente.

**Tabela 5.10** – Erro entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência especificada e o número de excedências teórico

	LN2	EXP	GAMA	PE3	GEV	GUM	LP3	LN3	GPA
10	0,152	0,164	0,057	0,032	0,016	0,050	0,053	0,006	0,102
20	0,290	0,402	0,069	0,050	0,010	0,114	0,102	0,035	0,055
100	0,388	0,690	0,025	0,260	0,279	0,156	0,050	0,388	1,263
1000	0,042	0,599	0,763	0,042	0,656	0,229	3,488	0,466	15,244
Media	0,218	0,464	0,228	0,096	0,240	0,137	0,923	0,224	4,166

Novamente, nas duas tabelas, é possível observar resultados diferentes em cada tempo de retorno analisado. Na tabela 5.10, a distribuição PE3 apresenta o menor erro médio. E em cada tempo de retorno observa-se uma distribuição diferente com o menor erro. Já na tabela 5.11, a distribuição LN3 apresenta o menor erro médio, e também o menor erro para os números de excedências calculados com 100 e 1000 anos de tempo de retorno.

**Tabela 5.11** - Erro entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência esperada e o número de excedências teórico

	LN2	EXP	GAMA	PE3	GEV	GUM	LP3	LN3	GPA
10	0,060	0,068	0,036	0,063	0,108	0,052	0,030	0,103	0,042
20	0,136	0,232	0,098	0,137	0,185	0,070	0,074	0,166	0,186
100	0,057	0,460	0,416	0,213	0,141	0,277	0,392	0,042	1,642
1000	0,630	0,252	2,286	1,030	1,298	1,217	4,397	0,149	16,606
Media	0,221	0,253	0,709	0,361	0,433	0,404	1,223	0,115	4,619

De maneira geral, os resultados obtidos e expostos nas tabelas acima mostram que embora tenham sido calculados números de excedências próximos aos valores teóricos com a distribuição LN3 em todos os tempos de retorno, outras distribuições obtiveram resultados melhores, quando se analisa a distância entre o número de excedências calculado e o teórico

em um tempo de retorno específico. Ainda assim, considera-se que a distribuição LN3 é a mais indicada para os dados brasileiros considerando esse método.

A tabela 5.12 mostra o erro médio entre o número de excedências determinado com o uso do método e o número de excedências teórico nas regiões geográficas do Brasil. Observa-se que em cada região uma distribuição diferente obteve resultados melhores. No Norte do país, o melhor resultado obtido foi com a LN3, no Nordeste com a LN2, no Centro-Oeste e no Sul com a LN3 e no Sudeste, com a EXP. No geral, como exposto nas tabelas 5.9, 5.10 e 5.11, a distribuição LN3 obteve o melhor resultado.

**Tabela 5.12** - Erro entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência esperada e o número de excedências teórico nas regiões geográficas do Brasil

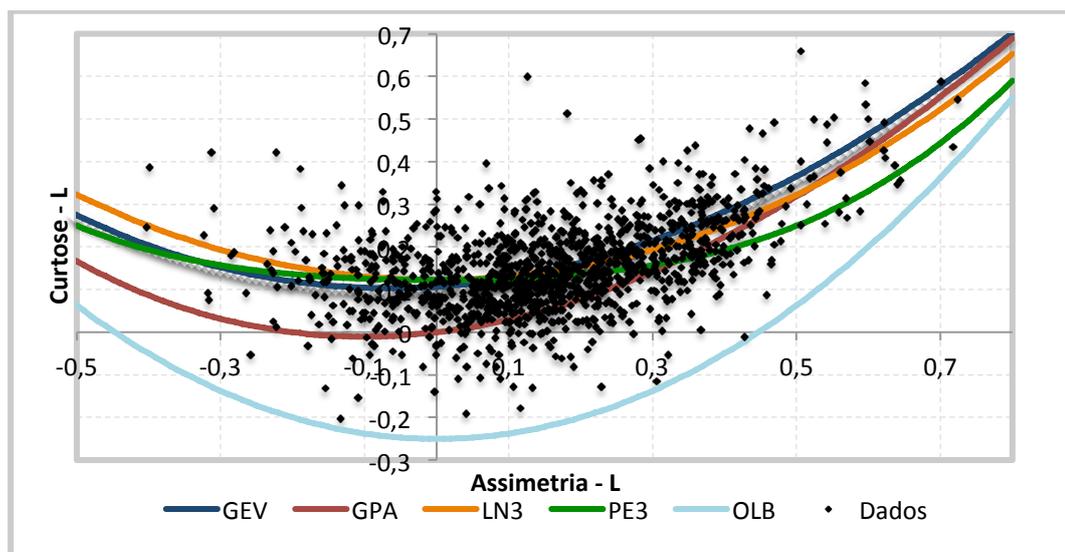
	LN2	EXP	GAMA	PE3	GEV	GUM	LP3	LN3	GPA
Norte	0,304	0,668	0,467	0,219	0,946	0,441	1,109	0,194	7,877
Nordeste	0,198	0,224	0,294	0,206	0,286	0,705	1,355	0,231	3,289
Sudeste	0,376	0,157	1,164	0,513	0,381	0,638	1,246	0,203	4,192
Centro-Oeste	0,226	0,487	0,376	0,196	0,638	0,166	1,062	0,099	6,313
Sul	0,157	0,306	0,577	0,404	0,349	0,339	1,304	0,147	3,904

A grande vantagem deste método é a sua simplicidade. No entanto, Beard (1974) recomenda que sejam utilizadas amostras com um tamanho mínimo de 30 anos, o que não é o caso do presente estudo. Portanto, o tamanho reduzido das amostras utilizadas pode ter influenciado os resultados obtidos. Um outro comentário que se pode fazer sobre o método, é que, de maneira geral, modelos com três parâmetros obtiveram resultados melhores que os modelos com dois parâmetros, o indica que o princípio da parcimônia não é considerado na aplicação desse método.

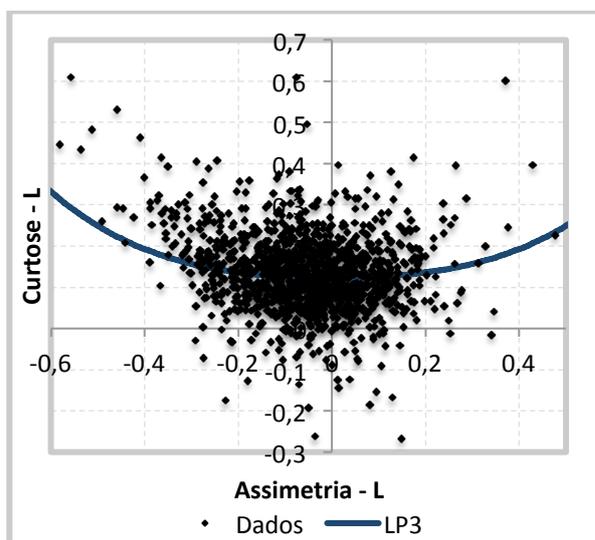
### 5.3.4 Diagrama dos momentos-L

A construção dos diagramas dos momentos-L foi realizada conforme descrito no item 4.3.4. As figuras 5.25, 5.26 e 5.27 mostram os diagramas construídos. A figura 5.25 compara a relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$  das vazões médias diárias máximas anuais com as relações teóricas das distribuições GEV, GPA, LN3 e PE3. A curva denominada OLB representa o limite inferior da relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$ . É difícil definir a distribuição mais adequada para as vazões máximas anuais somente com a análise dessa figura, devido à grande quantidade de dados. No entanto, observa-se que nenhuma das distribuições analisadas pode ser descartada. Uma análise complementar a essa figura é exposta na tabela 5.13, que apresenta os AWODs

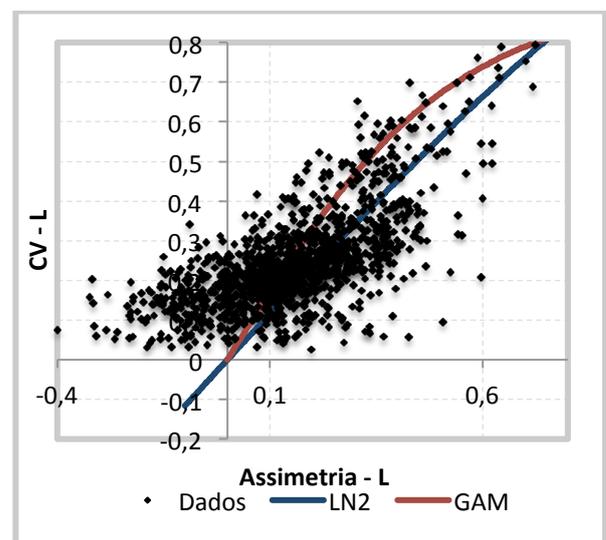
calculados para cada distribuição. Já a figura 5.26 apresenta uma comparação da relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$  dos logaritmos naturais das vazões máximas anuais com as relações teóricas da distribuição PE3, representando a distribuição LP3. Assim como na figura anterior, não é possível descartar a distribuição LP3, uma vez que aparentemente a curva que representa tal distribuição cruza os dados em um ponto próximo do centro geométrico da massa de dados. A figura 5.27 mostra a comparação da relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_2$  das vazões máximas anuais com as relações teóricas das distribuições LN2 e GAMA. Em tal figura é possível observar que nenhuma das distribuições analisadas é adequada para o ajuste dos dados brasileiros de vazão.



**Figura 5.25** - Diagrama de momentos-L mostrando a relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$  para as vazões máximas anuais



**Figura 5.26** – Diagrama de momentos-L mostrando a relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$  para os logaritmos naturais das VMDMA



**Figura 5.27** - Diagrama de momentos-L mostrando a relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_2$  para as VMDMA

A tabela 5.13 complementa a análise dos diagramas de momentos-L apresentando os AWODs calculados para o Brasil, e também apresenta uma análise das regiões geográficas. As distribuições GUM e EXP não foram utilizadas nesta análise, uma vez que não é possível calcular o AWOD com elas. Como o menor valor de AWOD indica a distribuição mais adequada para a região analisada, pode-se afirmar que no caso dos dados brasileiros, a distribuição mais adequada é a LP3. Analisando as regiões brasileiras, a distribuição mais adequada para a região Norte, de acordo com esse método, é a LN3, para o Nordeste, o Sudeste e o Sul, a LP3, e para o Centro-Oeste, tanto a PE3 quanto a LN3 e a LP3 mostram-se adequadas.

**Tabela 5.13** – Cálculo dos AWODs para diversas distribuições no Brasil e nas regiões geográficas

		GEV	GPA	LN3	PE3	LP3	LN2	GAM
Regiões Geográficas	Brasil	0,062	0,089	0,061	0,063	0,058	0,109	0,138
	Norte	0,078	0,128	0,073	0,074	0,078	0,139	0,175
	Nordeste	0,075	0,071	0,067	0,060	0,057	0,131	0,109
	Sudeste	0,054	0,086	0,055	0,061	0,053	0,092	0,140
	Centro-Oeste	0,065	0,095	0,063	0,063	0,063	0,113	0,138
	Sul	0,057	0,084	0,058	0,062	0,056	0,109	0,139

Conforme mencionado previamente, a maior vantagem dos diagramas dos momentos-L é poder utilizar apenas um elemento gráfico para analisar o ajuste de várias distribuições a um grande número de amostras. Entretanto, como foi observado no presente item, a análise dos diagramas de momentos-L pode ser subjetiva, caso ela não seja complementada por outros parâmetros. Os resultados obtidos mostraram que o método apresenta resultados melhores com distribuições de 3 parâmetros. Isso talvez possa ser atribuído ao fato de que os dados brasileiros extrapolam os intervalos em que a aproximação polinomial da relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_2$  definida por Vogel (1996) foi definida.

### 5.3.5 Regiões com características similares

A divisão do país em seis regiões similares foi realizada conforme descrito no item 4.3.5. No presente item serão discutidos os resultados obtidos com a aplicação dos procedimentos descritos nos itens 4.3.1 a 4.3.4 em todas as seis regiões. Com a aplicação dos métodos AIC, BIC e ADC, descrita no item 4.3.1, observou-se que apenas na região 4 a distribuição mais indicada pelos três métodos não era a LN2. A tabela 5.14 mostra o número de vezes em que uma distribuição foi indicada pelos três métodos citados.

**Tabela 5.14 – Resultado obtido com a aplicação do AIC, BIC e ADC nas seis regiões selecionadas**

Região	LP3	PE3	GEV	GUM	LN2
1	6	5	5	15	35
2	17	15	2	28	37
3	14	15	1	8	22
4	28	12	2	9	19
5	26	28	9	59	60
6	24	16	1	24	43

A tabela 5.15 mostra os resultados obtidos com a aplicação do software SEAF, descrita no item 4.3.2. O software SEAF indica com mais frequência as distribuições LN2, para as regiões 1,3 e 6, e GUM, para as regiões 2, 4 e 5.

**Tabela 5.15 - Resultado obtido com a aplicação do software SEAF nas seis regiões selecionadas**

Região	LP3	PE3	GEV	GUM	LN2	EXP	GPA
1	1	6	1	44	63	6	1
2	7	26	25	68	54	10	1
3	1	20	6	23	35	4	0
4	4	26	25	42	21	26	7
5	18	57	61	131	89	19	5
6	4	35	23	58	65	13	3

A tabela 5.16 mostra o erro médio entre o número de excedências determinado com o uso do método e o número de excedências teórico nas seis regiões selecionadas no estudo. Embora, conforme discutido previamente, o método indique a distribuição LN3 como a mais adequada para o Brasil, quando se analisam as regiões, tal distribuição é a mais adequada apenas na 3. É interessante observar que distribuições de dois parâmetros foram indicadas nas outras cinco regiões, ainda que o princípio da parcimônia não seja considerado na aplicação desse método .

**Tabela 5.16 – Erro médio entre o número de excedências calculado com a probabilidade de excedência esperada e o número de excedências teórico nas seis regiões selecionadas**

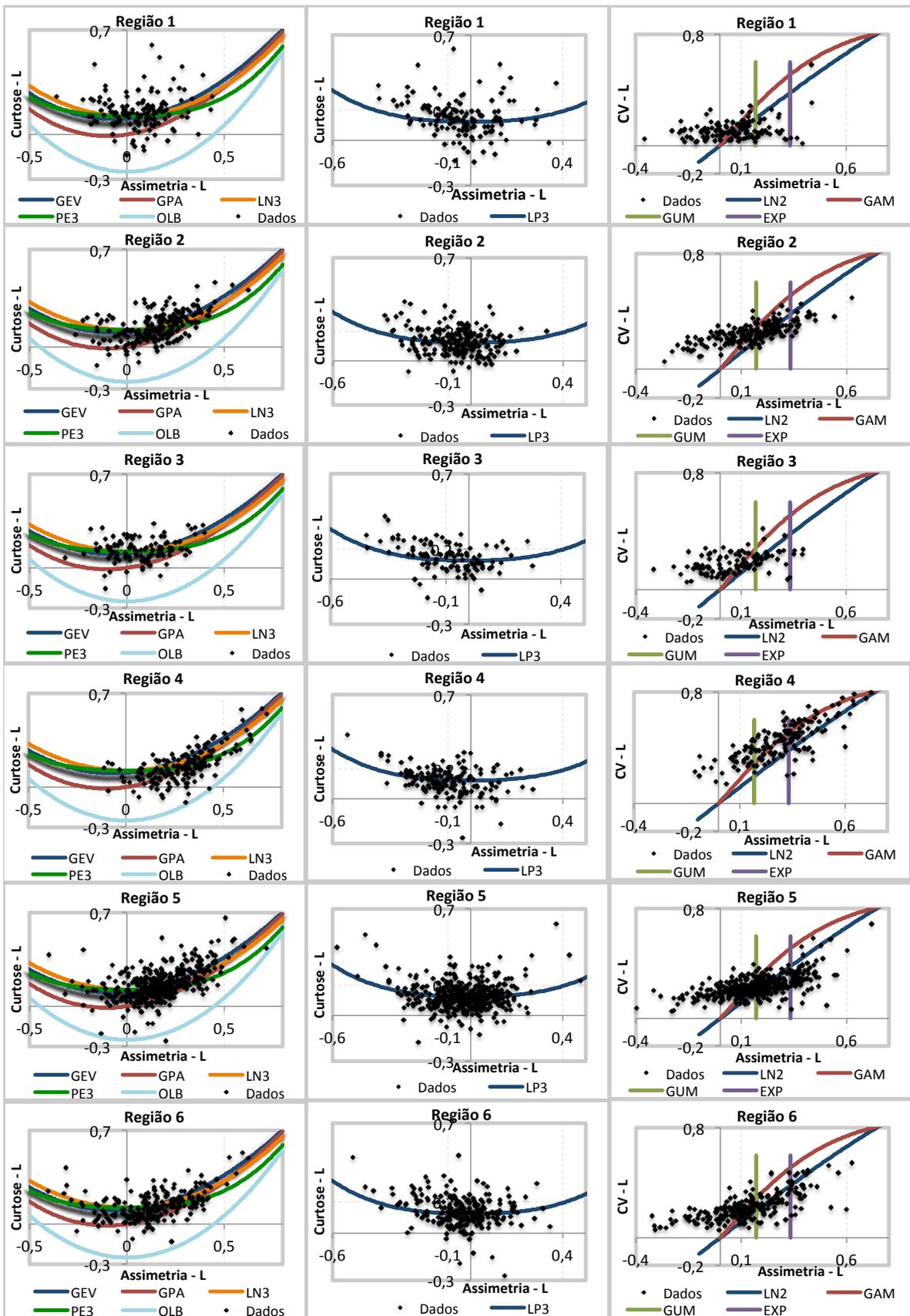
Região	LN2	EXP	GAMA	PE3	GEV	GUM	LP3	LN3	GPA
1	0,307	0,625	0,551	0,375	1,293	0,345	1,377	0,343	10,057
2	0,155	0,219	0,799	0,573	0,503	0,551	1,496	0,191	4,138
3	0,171	0,602	0,112	0,399	0,901	0,284	1,904	0,099	7,590
4	0,335	0,122	0,262	0,143	0,316	1,037	1,576	0,296	1,451
5	0,406	0,158	1,163	0,449	0,297	0,566	0,931	0,192	4,021
6	0,193	0,450	0,390	0,134	0,380	0,133	0,853	0,229	4,759

Os diagramas de quocientes de momentos-L, expostos na figura 5.28 para todas as regiões, permitem observar que, embora as distribuições de dois parâmetros não sejam adequadas para descrever os dados do país, de acordo com esse método, em algumas regiões essas distribuições mostraram resultados melhores. Na região 4, por exemplo, não se pode desconsiderar a distribuição GAM de acordo com o diagrama exposto na figura 5.28. No entanto, conforme exposto na tabela 5.16, outras distribuições ainda obtiveram AWODs com valores menores.

A tabela 5.17 mostra os AWODs calculados para cada uma das seis distribuições selecionadas. Analisando as regiões, a distribuição LP3 se mostrou a mais adequada (ou uma das mais adequadas) para todas as regiões. Apenas nas regiões 3 e 4 outras distribuições obtiverão resultados tão bons quanto a LP3: na região 3, a PE3 e na região 4, a GEV.

**Tabela 5.17** - Cálculo dos AWODs para diversas distribuições nas regiões

Regiões	GEV	GPA	LN3	PE3	LP3	LN2	GAM
1	0,079	0,115	0,076	0,080	0,075	0,147	0,167
2	0,063	0,089	0,060	0,058	0,056	0,092	0,121
3	0,068	0,087	0,064	0,062	0,062	0,117	0,146
4	0,052	0,087	0,053	0,059	0,052	0,107	0,145
5	0,057	0,076	0,056	0,057	0,053	0,103	0,132
6	0,069	0,102	0,070	0,074	0,067	0,119	0,142



**Figura 5.28** - Diagramas de momentos-L mostrando a relação entre  $\tau_3$  e  $\tau_4$  para as vazões máximas anuais,  $\tau_3$  e  $\tau_4$  para os logaritmos naturais das vazões máximas anuais, e  $\tau_3$  e  $\tau_2$  para as vazões máximas anuais de cada região selecionada (em cada coluna um tipo de diagrama, em cada linha uma região)

### 5.3.6 Discussões

Todos os métodos discutidos previamente possuem embasamento diferente, como foi evidenciado nos itens 3.2 e 4.3, e, somente com as análises realizadas no presente trabalho não é possível afirmar se um método conduz a resultados melhores que os demais. Sendo assim, cada resultado é avaliado individualmente, não havendo uma forma de comparar quantitativamente os resultados obtidos. No entanto, pode-se observar que todos os métodos indicam a mesma família de distribuições de probabilidades, ou até a mesma distribuição, como a mais adequada para os dados brasileiros.

Diante desse contexto, ao se analisarem os resultados obtidos para todos os dados brasileiros, percebe-se que as distribuições log-normal de dois e de três parâmetros são as mais indicadas por todos os métodos. Apenas nos casos do software SEAF, em que uma outra distribuição (a GUM) obteve um resultado tão bom quanto a log-normal, e do diagrama de quocientes de momentos-L, em que a distribuição LP3 obteve resultados constantemente melhores do que os das demais distribuições. Analisando as regiões geográficas e as regiões homogêneas, percebe-se uma maior diversidade de distribuições indicadas. Apenas nas regiões Norte e Centro Oeste todos os métodos indicaram uma mesma distribuição (a log-normal). Ainda assim, pôde-se perceber que as distribuições log normal de dois e três parâmetros sempre estão entre as mais adequadas de acordo com todos os métodos.

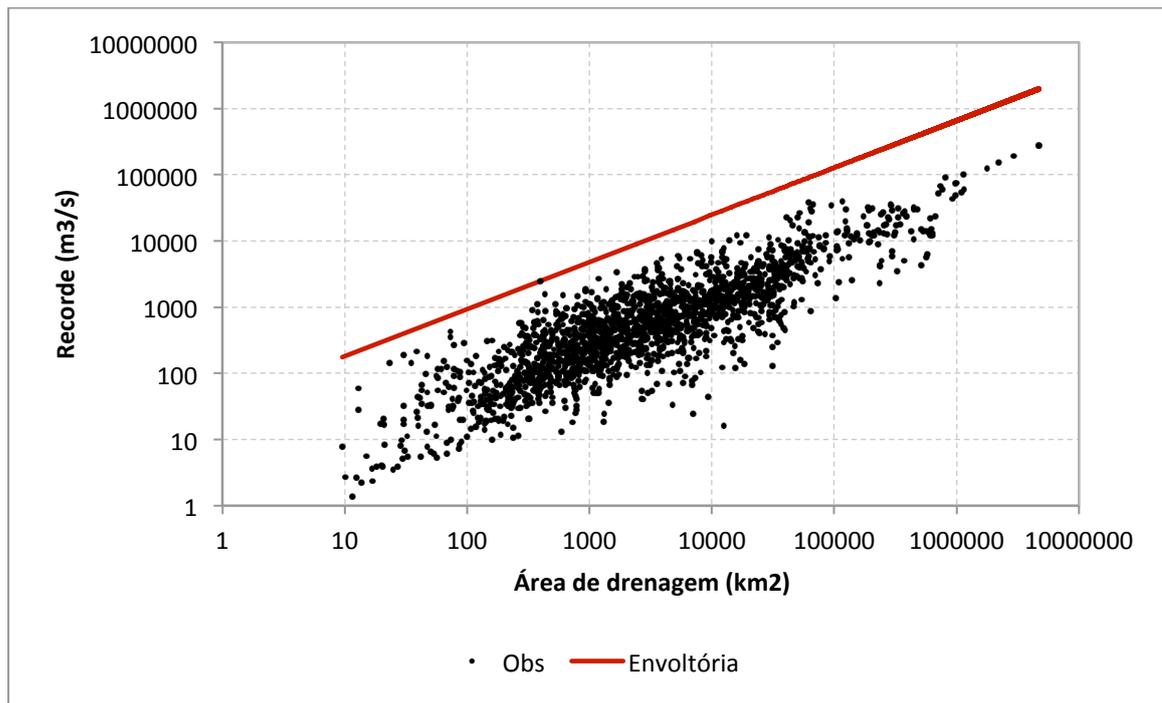
De todas as distribuições de probabilidades analisadas no presente trabalho, a única que não se mostrou adequada aos dados brasileiros, sendo indicada pouquíssimas vezes pelos métodos adotados e obtendo resultados ruins em relação às outras distribuições, foi a GPA. Todas as outras distribuições foram indicadas como a mais adequada para o Brasil ou para uma região pelo menos uma vez.

Embora não seja possível conhecer a população a partir da qual os dados de vazões são originados, estudos como este podem fornecer alguma orientação sobre quais distribuições de probabilidades podem ser utilizadas para descrever aproximadamente tal população. É importante que existam indicações acerca da melhor distribuição de probabilidades para a análise de frequência, uma vez que a escolha entre as distribuições de probabilidade pode influenciar grandemente os valores utilizados nos projetos. Diante do que foi exposto neste tópico, pode-se assumir que existem indícios que a distribuição log-normal seja adequada para os dados brasileiros.

#### 5.4 Curva envoltória de recordes de vazão

As características estatísticas dos recordes de vazão considerados no presente trabalho foram discutidas e relacionadas com a climatologia do Brasil no item 5.1. No presente item, serão expostas as curvas envoltórias de recordes de vazão, construídas conforme o procedimento descrito no item 4.4. São considerados 1943 recordes, um em cada estação de monitoramento avaliada no estudo.

Em um primeiro momento, foi construída uma curva envoltória utilizando todos os recordes de vazão brasileiros, apresentada na figura 5.29. As áreas de drenagem das estações de monitoramento consideradas estão entre 9,6 e 4.670.000 km<sup>2</sup>, enquanto os recordes estão entre 1,37 e 280.000 m<sup>3</sup>/s. Essa grande amplitude de valores está bem representada na curva envoltória de recordes. As vazões aumentam de acordo com o tamanho da área de drenagem, de modo que a maior vazão registrada aconteceu na estação de monitoramento com maior área de drenagem. O maior pico de vazão identificado e a partir do qual a curva foi desenhada, corresponde a uma vazão de 2479,8 m<sup>3</sup>/s em uma área de 397 km<sup>2</sup>.

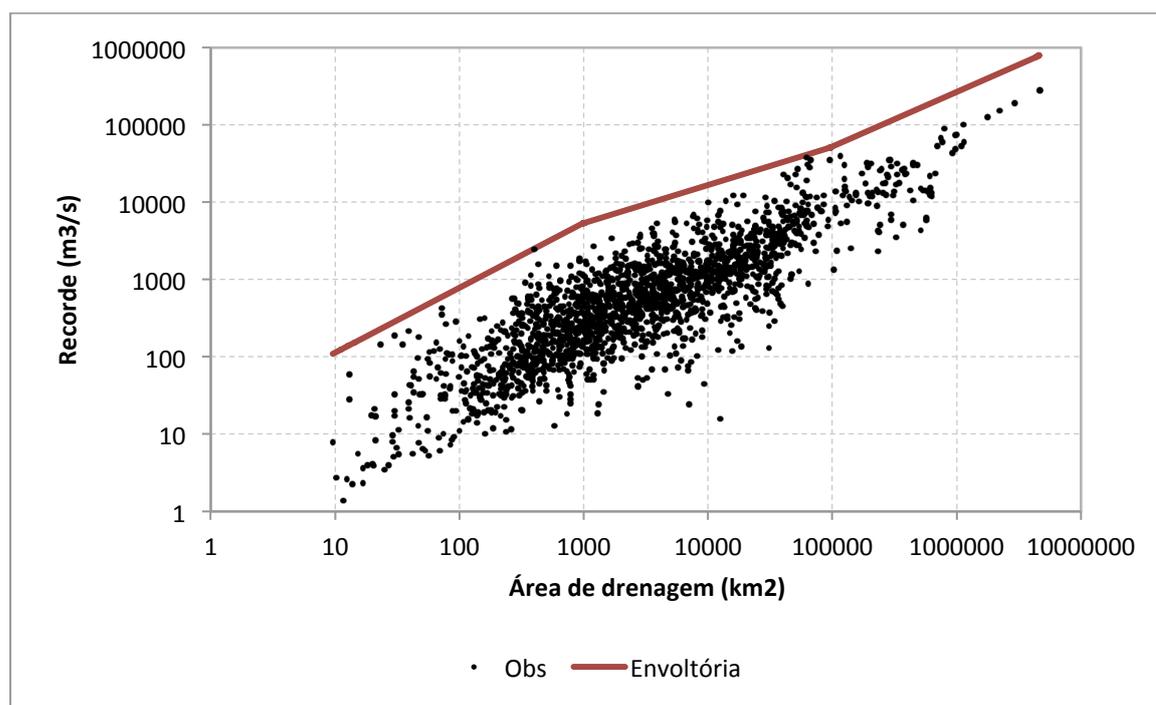


**Figura 5.29** – Curva envoltória de recordes de vazão do Brasil

A equação (5.4) é a equação empírica que descreve a curva envoltória de recordes de vazão do Brasil, exposta na figura 5.29.

$$Q = 3,55 A^{0,71} \qquad 9,6 \leq A \leq 4.670.000 \text{ km}^2 \qquad (5.4)$$

Observa-se que, a medida que as áreas de drenagem aumentam, a curva envoltória se afasta significativamente dos valores observados, representando vazões com até uma ordem de grandeza a mais que os dados. Para melhorar a representatividade da curva envoltória, decidiu-se dividi-la em três trechos, de acordo com a área de drenagem, para se obter inclinações diferentes. A figura 5.30 mostra essa divisão.



**Figura 5.30** – Curva envoltória de recordes de vazão do Brasil dividida em três trechos com inclinações diferentes

As equações (5.5) a (5.7) descrevem os três trechos da curva envoltória exposta na figura 5.30.

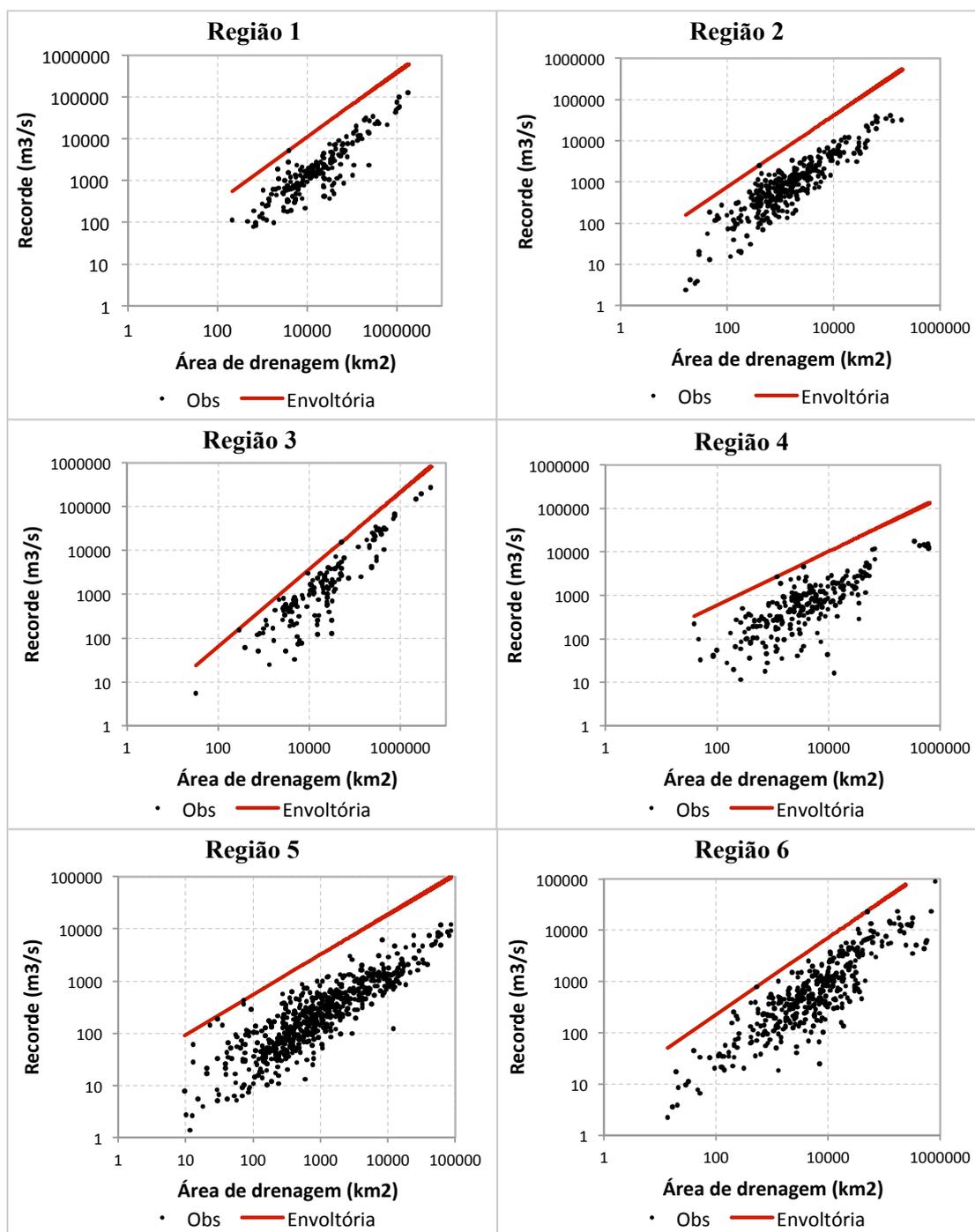
$$Q = 2,80 A^{0,84} \qquad 9,6 \leq A \leq 1.000 \text{ km}^2 \qquad (5.5)$$

$$Q = 5,18 A^{0,49} \qquad 1.000 \leq A \leq 100.000 \text{ km}^2 \qquad (5.6)$$

$$Q = 2,71 A^{0,71} \qquad 100.000 \leq A \leq 4.670.000 \text{ km}^2 \qquad (5.7)$$

Em um segundo momento, foram construídas as curvas envoltórias de recordes das regiões delimitadas no item 4.3. Tal divisão é justificável pelo fato de que Brasil é um país grande e com características climatológicas e hidrológicas distintas. A figura 5.31 apresenta as curvas

envoltórias de recordes de vazão das seis regiões. Comparando as curvas envoltórias, é possível observar diferenças nas inclinações e na abrangência das áreas de drenagem em cada região.



**Figura 5.31** – Curvas envoltórias de recordes de vazão de diversas regiões do Brasil

As equações empíricas que descrevem as curvas envoltórias das seis regiões consideradas estão expostas na tabela 5.18.

**Tabela 5.18** – Equações empíricas que descrevem as curvas envoltórias das regiões do Brasil

Região	Equação		
1	$Q = 2,17 A^{0,78}$	$209 \leq A \leq 1.780.000 \text{ km}^2$	(5.8)
2	$Q = 2,60 A^{0,87}$	$17 \leq A \leq 190.000 \text{ km}^2$	(5.9)
3	$Q = 0,08 A^{0,88}$	$33 \leq A \leq 4.670.000 \text{ km}^2$	(5.10)
4	$Q = 3,51 A^{0,62}$	$39 \leq A \leq 631.000 \text{ km}^2$	(5.11)
5	$Q = 2,76 A^{0,77}$	$9,6 \leq A \leq 84.900 \text{ km}^2$	(5.12)
6	$Q = 1,96 A^{0,75}$	$14 \leq A \leq 804.000 \text{ km}^2$	(5.13)

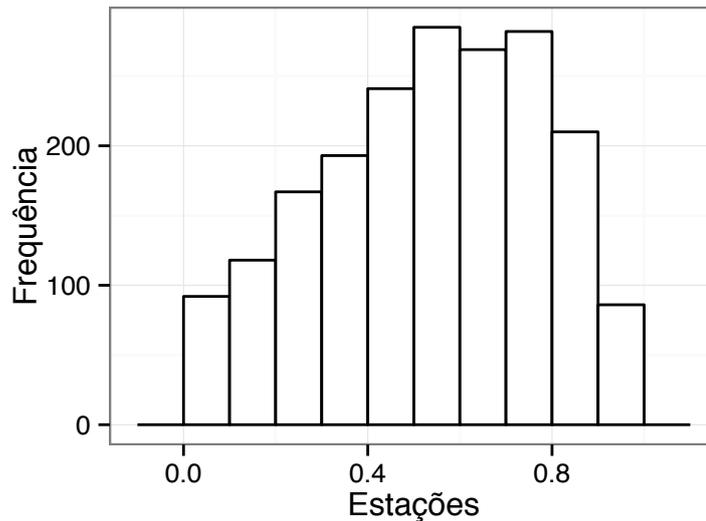
É importante ressaltar que tais curvas podem ser utilizadas como ferramentas para auxiliar na análise de frequência. Embora não seja possível determinar a vazão de projeto com o uso das curvas, é possível avaliar a coerência dos valores calculados a partir de outros métodos, apenas conhecendo a área de drenagem da bacia em estudo.

É necessário que as curvas sejam atualizadas frequentemente. As séries de vazões máximas anuais no Brasil são curtas, em geral. Dessa maneira, é possível que grande parte dos recordes utilizados na construção das curvas expostas no presente trabalho sejam ultrapassados dentro de alguns anos.

### **5.5 Estimação da probabilidade de excedência dos recordes de vazão**

Com o intuito de atribuir uma probabilidade de excedência aos recordes de vazão, adaptou-se o procedimento realizado por Douglas e Vogel (2006) aos 1943 recordes considerados no presente estudo, conforme mencionado no item 4.4. A distribuição LN2 foi selecionada como distribuição-mãe, uma vez que os resultados expostos no item 5.3 apontam para a referida distribuição.

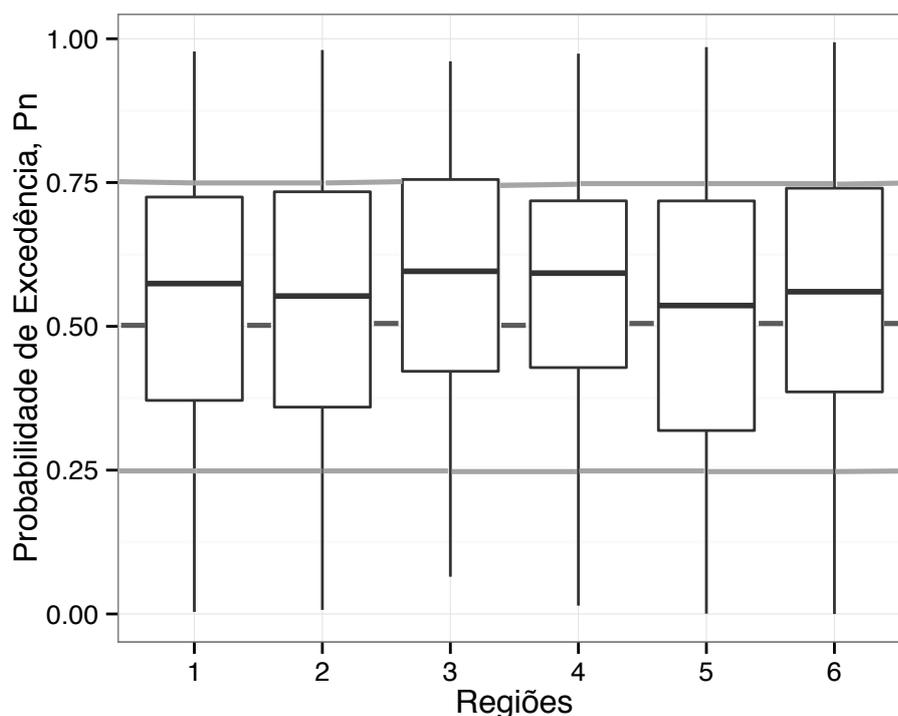
A figura 5.32 apresenta um histograma dos valores de probabilidade de excedência de todos os recordes brasileiros estimada com o uso da distribuição LN2. Douglas e Vogel (2006) sugerem que se for verificada independência entre os recordes de vazão das estações de monitoramento (independência entre as séries), a probabilidade de excedência  $p_n$  será uniformemente distribuída com uma mediana de 0,5 e quartis inferior e superior de 0,25 e 0,75, respectivamente. É esperado que exista uma dependência entre as séries, uma vez que existem estações em locais próximos, cujo recorde pode ter ocorrido durante o mesmo evento extremo. Sendo assim, a figura 5.32 ilustra essa dependência entre as séries.



**Figura 5.32** – Histograma dos valores de probabilidade de excedência ( $P_n$ ) calculados com todos os recordes brasileiros

A mediana das  $p_n$  expostas na figura é de 0,559, um pouco maior do que a mediana de 0,5. Isso indica que, em geral, os eventos tem sido menos extremos do que o que seria esperado se eles fossem completamente independentes. Isso pode ser explicado pelo fato de que existem amostras curtas no estudo, cujo recorde de vazões possivelmente será ultrapassado nos próximos anos. De fato, aumentando o tamanho das amostras consideradas, a mediana tende a apresentar valores menores, embora a diferença não seja tão grande. A mediana das  $p_n$  obtidas com amostras maiores que 50 anos é de 0,551.

O mesmo procedimento foi realizado considerando as regiões definidas em no item 4.3.5. A figura 5.33 apresenta a distribuição das  $p_n$  dos recordes observados de tais regiões. Em todas as regiões pode ser observada a não uniformidade e as medianas maiores que 0,5, podendo-se estender as mesmas discussões realizadas com a análise geral das  $p_n$  dos recordes brasileiros.

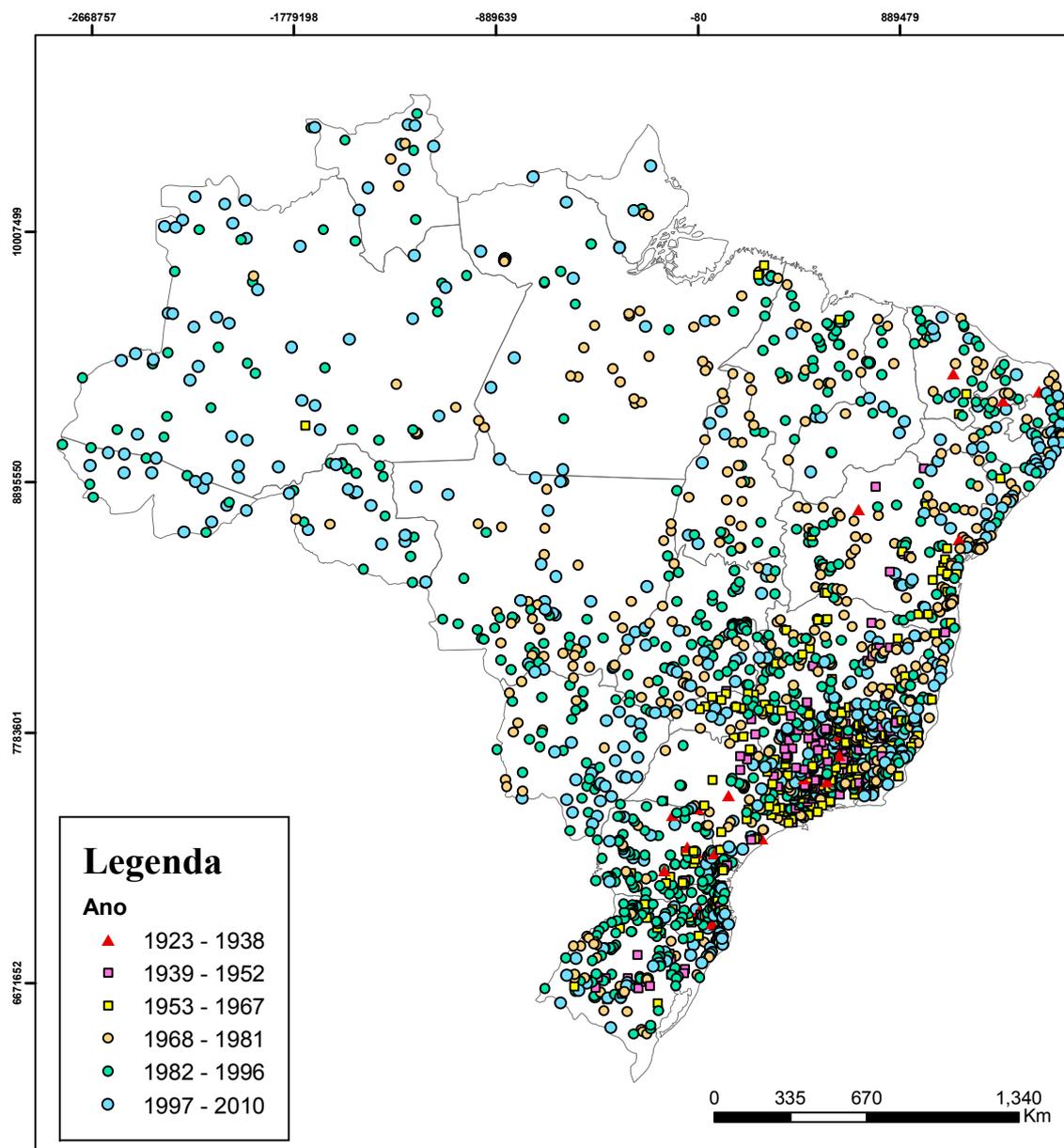


**Figura 5.33** – Distribuição das probabilidades de excedência dos recordes observados nas seis regiões pré-definidas

Uma outra análise importante é a verificação da existência de uma relação entre a distribuição espacial e a distribuição temporal das vazões recordes no Brasil. Como mencionado previamente, é razoável admitir que um único evento pode ser o responsável pela geração dos recordes de diversas séries de estações localizadas próximas umas das outras. Caso isso ocorra, espera-se encontrar recordes em estações adjacentes no mesmo ano e com probabilidade de excedências similares. Douglas e Vogel (2006) afirmam que uma justificativa lógica para a não uniformidade das probabilidades de excedência estaria justamente ligada ao fato de que alguns recordes são relacionados no tempo e no espaço.

Para verificar se existe de fato alguma ligação entre a distribuição espacial e a temporal dos recordes, foram construídos dois mapas, um com os anos em que os recordes ocorreram (figura 5.34) e o outro com as probabilidades de excedência dos recordes (figura 5.35).

Neste primeiro mapa, é possível verificar que grande parte dos recordes brasileiros são recentes, o que coincide com o fato de que a maior parte das amostras são recentes. É possível também observar que existem muitas regiões em que os recordes aconteceram na mesma época, como por exemplo, no litoral dos estados de Pernambuco e Paraíba e no litoral do Rio de Janeiro.

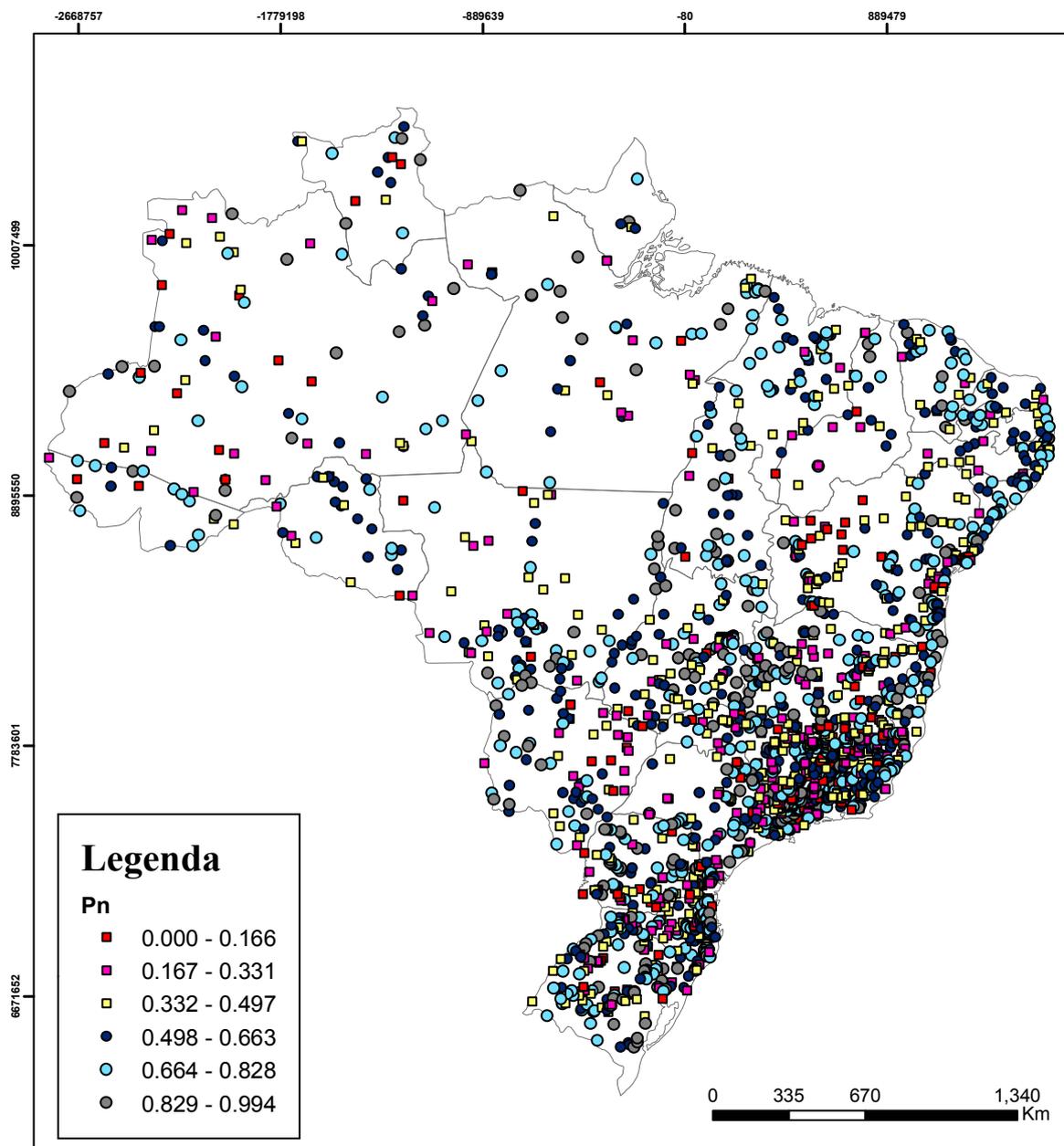


**Figura 5.34** – Distribuição espacial dos anos em que as vazões recorde ocorreram

No segundo mapa, é possível observar que as probabilidades de excedência mais extremas e as menos extremas,  $p_n < 0,166$  e  $p_n > 0,83$ , respectivamente, representadas pelo quadrado vermelho e círculo cinza, respectivamente, não acontecem em uma quantidade expressiva de estações, enquanto as probabilidades de excedência entre 0,332 e 0,663, representadas pelo quadrado amarelo e pelo círculo roxo, são bem mais frequentes.

Ainda assim é possível verificar a ocorrência de probabilidades de excedências semelhantes em estações adjacentes em diversos locais, como por exemplo, na divisa entre os estados de Pernambuco, Bahia e Alagoas e no estado do Mato Grosso do Sul. No entanto, comparando com os resultados obtidos por Douglas e Vogel (2006), os agrupamentos encontrados no

Brasil são menores que os encontrados nos Estados Unidos. Isso se deve ao fato de que eventos extremos com uma área de ocorrência grande o bastante para envolver diversas estações de monitoramento, como furacões e grandes tempestades, não são tão comuns no Brasil, como eles são nos Estados Unidos.



**Figura 5.35** – Distribuição espacial das probabilidades de excedência dos registros

Caso os registros fossem espacialmente independentes, seria esperado observar valores dispersados de maneira aleatória, não sendo comum encontrar grupos de estações com probabilidades de excedência semelhantes ou onde os registros ocorreram nos mesmos anos, como é possível verificar em partes das regiões Norte e Centro Oeste. Talvez esses

agrupamentos sejam menos comuns nessas regiões simplesmente devido à pequena quantidade de estações próximas umas das outras. De qualquer maneira, analisando as duas figuras, é possível perceber que as probabilidades de excedência dos recordes tendem a se agrupar tanto numa análise temporal, quanto na espacial.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta dissertação propôs avaliar a adequação de diversos modelos probabilísticos aos dados de vazão média diária máxima anual brasileiros. Diante dos resultados expostos no capítulo anterior, podem ser obtidas as conclusões discutidas a seguir.

Os dados foram coletados através do web service da ANA, seguindo alguns critérios pré-estabelecidos para eliminar séries com muitas falhas e com muitos dados inconsistentes. As vazões médias diárias máximas anuais foram caracterizadas de acordo com estatísticas, como a média e os coeficientes de variação, assimetria e curtose e essas estatísticas foram associadas com as características climatológicas do país, principalmente no que diz respeito à precipitação. As discussões realizadas nesta etapa foram realizadas em função da interpretação dos dados coletados, de maneira que, a qualidade dos dados do Webservice da ANA exerce grande influência sobre as conclusões obtidas.

Na região Sul, foram verificados os maiores recordes e médias de vazões máximas. Isso pode ser explicado pela pouca variabilidade e alto índice pluviométrico do local e por características das bacias da região, como o solo pouco permeável, a declividade dos rios elevada e o consequente coeficiente de escoamento elevado, além do fato de que as áreas de drenagem das estações de monitoramento nessa região são menores que as outras estações. Na região Sudeste, foi verificada uma grande variabilidade espacial e temporal nas vazões máximas. No entanto, as regiões com os mais altos índices pluviométricos coincidem com as áreas de maiores médias e recordes na região. Também foi possível observar a influência de regiões com clima semiárido no norte do estado de Minas Gerais, onde as estações possuíam coeficientes de variação altos. No Nordeste, também foram observados coeficientes de variação altos, e também a ocorrência de duas estações com anos de escoamento nulo. Na região Norte, foram observados recordes e médias de vazões máximas baixos. Entretanto, se a área de drenagem dessas estações não for considerada na análise, os valores de vazão se tornam os mais altos do país. A variabilidade anual das vazões, assim como a variabilidade anual da precipitação, é pequena nessa região. Foram observados também um grande número de estações com assimetria negativa, sendo que em alguns estados, mais de 50% das estações possuíam assimetria negativa. Na região centro-oeste, verificou-se que a variabilidade das vazões máximas é pequena, e que as médias e os recordes de vazões máximas são predominantemente baixos.

Antes da aplicação dos métodos utilizados para a seleção dos modelos probabilísticos, as amostras foram testadas sobre a homogeneidade, a estacionariedade e a presença de saltos. O número de amostras considerados para a próxima etapa foi reduzido para 1253 estações.

Os primeiros métodos para a seleção dos modelos probabilísticos mais adequados aos dados brasileiros de vazão média diária máxima anual utilizados foram os AIC, BIC e ADC, sendo o último um critério baseado no teste de aderência de Anderson-Darling. Em todos os três métodos os resultados indicaram que a distribuição LN2 é a mais adequada para os dados brasileiros. Notou-se também que embora o princípio da parcimônia esteja implícito no cálculo dos critérios de informação, algumas vezes os resultados obtidos com a análise de dois modelos eram semelhantes, entretanto, nem sempre o modelo selecionado era o mais simples. Além disso, tal proximidade entre os resultados dificulta o processo de decisão acerca da distribuição mais adequada.

O software SEAF incorpora uma análise comparativa dos quocientes de momentos-L amostrais e teóricos e uma avaliação das posições de plotagem empíricas e teóricas por meio do teste de Filliben. Esse software foi utilizado para avaliar o ajuste de sete distribuições aos dados em estudo. Os resultados obtidos mostram que as distribuições mais indicadas para os dados brasileiros são a GUM e a LN2. No entanto, um número elevado de estações (119) não foram avaliadas devido a erros que o programa apresenta. Vale ressaltar que as duas distribuições mais indicadas são distribuições de dois parâmetros, o que reflete o princípio da parcimônia utilizado pelo SEAF.

Parte do experimento realizado por Beard foi adaptado para os dados brasileiros no presente trabalho. No geral, a distribuição LN3 se mostrou a mais adequada, considerando os critérios de avaliação escolhidos, embora ela não fosse o melhor resultado para todos os tempos de retorno utilizados. Vale ressaltar que outras distribuições como a LN2 e a GUM também se mostrassem adequadas. No entanto, grande parte das amostras é menor do que o recomendado por Beard (1974), o que pode ter influenciado os resultados obtidos.

O método do diagrama dos momentos-L possibilita a avaliação do ajuste das distribuições de probabilidades aos dados de todas as estações em poucos elementos gráficos. No entanto, trata-se de um método subjetivo. Por isso, outra medida, denominada AWOD, foi utilizada para complementar a aplicação desse método. Embora os resultados indiquem que todas as distribuições consideradas não podem ser descartadas, a distribuição LP3 obteve um menor

valor de AWOD, o que a torna a mais adequada para os dados brasileiros de acordo com esse método.

Todos os métodos discutidos previamente possuem embasamentos diferentes e somente com as análises realizadas no presente trabalho não é possível afirmar se um método conduz a resultados melhores que os demais. Sendo assim, cada resultado é avaliado individualmente, não havendo uma forma de comparar quantitativamente os resultados obtidos. No entanto, pode-se observar que todos os métodos indicam a mesma família de distribuições de probabilidades, ou até a mesma distribuição, como a mais adequada para os dados brasileiros.

Dentro desse contexto, ao se analisarem os resultados obtidos para todos os dados brasileiros, percebe-se que as distribuições log-normal de dois e de três parâmetros são indicadas entre as mais adequadas por todos os métodos. No entanto, no método do diagrama dos quocientes de momentos-L, a distribuição LP3 obteve resultados melhores que a log-normal, e no caso do software SEAF, a distribuição GUM obteve um resultado tão bom quanto a log-normal. De todas as distribuições de probabilidades analisadas no presente trabalho, a única que não se mostrou adequada aos dados brasileiros, sendo indicada pouquíssimas vezes pelos métodos adotados e obtendo resultados ruins em relação às outras distribuições, foi a GPA.

Esses métodos foram aplicados também às regiões geográficas do Brasil e a regiões com características similares definidas através da análise de clusters no presente trabalho. Os resultados obtidos nesses dois casos apresentaram uma maior diversidade, não sendo possível definir a melhor distribuição para cada região analisada. Apenas nas regiões Norte e Centro Oeste todos os métodos indicaram uma mesma distribuição (a log-normal). Ainda assim, pôde-se perceber que as distribuições log normal de dois e três parâmetros sempre estão entre as mais adequadas de acordo com todos os métodos.

Embora não seja possível conhecer população a partir da qual os dados de vazões são originados, estudos como este podem fornecer alguma orientação sobre quais distribuições de probabilidades podem ser utilizadas para descrever aproximadamente tal população. É importante que existam indicações sobre a melhor distribuição de probabilidades para a análise de frequência, uma vez que a escolha entre as distribuições de probabilidade pode influenciar grandemente os valores utilizados nos projetos. Diante do que foi exposto no presente trabalho, pode-se admitir que existem indícios que as distribuições log-normal de dois e de três parâmetros sejam adequada para os dados de vazão média diária máxima anual

brasileiros, embora outras distribuições não possam ser descartadas, e, o comportamento de algumas regiões brasileiras não seja coerente com as distribuições log-normal (como por exemplo, as assimetrias negativas na região Norte).

Nas últimas etapas do trabalho, foi focado o estudo dos recordes de vazão. Foram construídas curvas envoltórias de recordes de vazão para o Brasil e para as regiões com características similares delimitadas no presente trabalho e suas equações empíricas foram definidas em função somente da área de drenagem. Essas curvas podem ser utilizadas como uma ferramenta auxiliar na análise de frequência, avaliando a coerência das vazões de projeto calculadas a partir de outros métodos e conhecendo apenas a área de drenagem da região em estudo. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de atualização frequente das curvas, uma vez que as séries de vazões máximas no Brasil são curtas e é possível que os recordes utilizados na construção dessas curvas sejam ultrapassados em algum tempo.

Na última etapa do trabalho, foram atribuídas probabilidades de excedência de cada um dos 1943 recordes estudados. Verificou-se que as probabilidades de excedência dos recordes não são distribuídas uniformemente no espaço e no tempo, e que há muitos casos em que os recordes de estações adjacentes ocorreram no mesmo ano e possuem probabilidades de excedência similares. Observou-se ainda que, de maneira geral, os recordes tem sido menos extremos do que eles seriam, caso eles fossem distribuídos de maneira uniforme.

Recomenda-se que estudos mais aprofundados sobre os recordes de vazão brasileiros e sobre curvas envoltórias de recordes sejam realizados, para que seja possível aplicar métodos para estimar a probabilidade de excedência dessas curvas, aumentando a sua utilidade para a prática da engenharia.

No presente trabalho, foi exposta a importância que a padronização da análise de frequência tem na engenharia, mostrando a grande diferença entre os ajustes de várias probabilidades ao mesmo conjunto de dados. Essa padronização pode ser feita através de diretrizes para a análise de frequência, com recomendações sobre a distribuição e sobre os métodos de estimação de parâmetros mais adequados para cada região do Brasil, como acontece em outros países. Essas diretrizes serviriam como ponto de partida para os projetos, não descartando a necessidade de estudos hidrológicos mais aprofundados, mas minimizando a subjetividade inerente à análise de frequência.

Por fim, recomenda-se que haja continuidade na discussão acerca da padronização da análise de frequência no Brasil. Recomenda-se também que outros estudos aplicando métodos diferentes sejam realizados, principalmente métodos de análise de frequência regionalizada, uma vez que eles não são abordados nesse estudo, enriquecendo a literatura sobre esse tema, que é tão diversa em outros países, porém ainda é escassa no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AKAIKE, H., Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: *Second International Symposium on Information Theory*. P. 267-281. Acad. Kiadó, Budapest, 1973.
- ARNOLD, B. C., BALAKRISHNAN N., e NAGARAJA, H. N., Records, John Wiley, Hoboken, N. J, 1998.
- BAYAZIT, M., ONOZ, B.,. Envelope curves for maximum floods in Turkey. *Digest* 2004, 927–931, 2004.
- BEARD, L. R., Probability estimates based on small normal distribution samples. *Journal of geophysical research*. v. 65, n. 7, p. 2143-2148, 1960.
- BEARD, L. R., Flood flow frequency techniques. *Center for research in water resources*, University of Texas, Austin. 216 p., 1974.
- BENSON, M. A., Uniform flood frequency estimating methods for federal agencies. *Water resources research*, v. 4, n. 5, p. 891-908, 1968.
- BOBÉE, B., CAVADIAS, G., ASHKAR, F., BERNIER, J., e RASMUSSEN, P., Towards a systematic approach to comparing distributions used in flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*. v. 142, p. 121-136, 1993.
- BOX, G. E. P., e JENKINS, G. M., Time Series Analysis: Forecasting and Control, *Holden-Day*, San Francisco, California, 1970.
- BURNHAM, K. P., e ANDERSON, D. R., Model Selection and Multimodel Inference, 2nd ed. Springer, New York, 2002.
- CAHILL, A. T., Significance of AIC differences for precipitation intensity distributions, *Advances on Water Resources*, v. 26, p. 457–464, 2003.
- CÂNDIDO, M. O., 2003. SEAF Um Protótipo de um Sistema Especialista para Análise de Frequência Local de Eventos Hidrológicos Máximos Anuais. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil
- CANDIDO, M. O. e NAGHETTINI, M. C., SEAF – A prototype of an expert system for at-site frequency analysis of hydrological annual maxima. *Avances en Recursos Hidráulicos*. N. 18, p. 37-56, 2008.
- CASTELLARIN, A., VOGEL, R. M. E MATALAS, N. C. Probabilistic behavior of a regional envelope curve. *Water Resources Research*, v.41, 2005
- CASTELLARIN, A., VOGEL, R. M., MATALAS, N. C., Multivariate probabilistic regional envelopes of extreme floods. *Journal of Hydrology*. V. 336, p. 376-390, 2007.
- CHANDLER, K. N., The distribution and frequency of record values, *J. R. Stat. Soc., Ser. B*, 14, 220–228, 1952.
- CHOW, V. T., The log probability law and its engineering applications. *Proceedings ASCE*, v. 80, n. 536, p. 1-25, 1954.
- CHOW, V. T., Statistical and probability analysis of hydrologic data. *Handbook of applied hydrology*, McGraw-Hill, New York. 1964.
- CHOWDHURY, J.D., STEDINGER, J.R., e LU, L.H. Goodness-of-fit tests for regional generalized extreme value flood distributions. *Water Resources Research*. v. 27, n. 7, p.1765-

1776, 1991.

COELHO FILHO, J. A. P. Metodologia de curvas envoltórias probabilísticas para a estimação de cheias de projeto em bacias não monitoradas no estado de Minas Gerais. 2010. 242 f. *Dissertação (Mestrado)* - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2010.

COSTA, J. E., A Comparison of the Largest Rainfall-Runoff Floods in the United States with Those of the People's Republic of China and the World, *Journal of Hydrology*, v. 96, p. 101-115, 1987.

CREAGHER, W. P., JUSTIN, J. D. E HINDS, J. Engineering for dams: Volume 1, General design, *John Wiley and Sons*, New York, New York, 1945.

CRIPPEN, J. R.; BUE, C. D. Maximum flood flows in the conterminous United States. *Geological Survey Water Supply Paper 1887*, US GPO, Washington, 1977.

CRIPPEN, J. R. Envelope curves for extreme flood events, *Journal of Hydraulic Division American Society of Civil Engineers*, v.108, n.10, p. 1208– 1212, 1982.

CUDWORTH, A.G. JR. Flood Hydrology Manual. *A Water Resources Technical Publication*, U.S. Department of Interior, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, 243 p, 1989.

CUNNANE, C., Review of statistical models for flood frequency estimation. *Hydrologic frequency modeling*, V. P. Singh, ed., D. Reidel, Dordrecht, Holland, p. 49–95, 1987.

DOUGLAS, E. M. e VOGEL, R. M., Probabilistic behavior of floods od record in the United States. *Journal of hydrologic engineering*, v. 11, n. 5, p. 482-488, 2006.

EA – ENGINEERS AUSTRALIA, Revision Process. Disponível em: <<http://www.arr.org.au>>, 2013.

ENGLAND, J. F. Envelope curve probabilities for dam safety, *U.S.Department of the Interior*, Bureau of Reclamation, 21 p., 2005.

FERNANDES, W. e NAGHETTINI, M., O uso da teoria estatística dos recordes e de uma distribuição de probabilidades limitada superiormente na análise de frequência de vazões máximas. *XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. São Paulo, 2007.

FILLIBEN, J. J., The Probability Plot Correlation Coefficient Test for Normality. *Technometrics*. v. 17, n. 1, p. 111-117, 1975.

FULLER, W.E., Flood flows. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, n. 1293, v. 77, pp. 564–617 1914.

GREENWOOD, J.A., KANDWHER, J.M., MATALAS, N.C. e WALLIS,J.R., Probability weighted moments; definition and relation to parameters expressible in inverse forms. *Water Resources Research*. v. 15, n. 5, p. 1049-1054, 1979.

GRIFFIS, V., W. E STEDINGER, J. R., Log-Pearson type 3 distribution and its applications in flood frequency analysis. I: Distribution characteristics. *Journal of Hydrological Engineering*, v. 12, n. 5, p. 482-491, 2007.

GUNASEKARA, T. A. G. E CUNNANE, C., Expected probabilities of exceedance for non-normal flood distributions. *Journal of Hydrology*, v. 128, p.101-113, 1991.

GUNASEKARA, T.A.G. e CUNNANE, C., Split sampling technique for selecting a flood frequency analysis procedure. *Journal of Hydrology*. v. 130, p. 189-200, 1992.

GUSE, B., THIEKEN, A. H., CASTELLARIN, A., MERZ, B., Deriving probabilistic

regional envelope curves with two pooling methods. *Journal of Hydrology*. N. 380, p. 14-26, 2010.

HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L.. *Análise Multivariada de Dados*. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

2005.HERSCHY, R. World catalogue of maximum observed floods. *IAHS Publication*, 284 p., 2003.

HOSKING, J. R. M., L-moments: Analysis and estimation of distributions using linear combinations or order statistics. *Journal of the Royal Statistical Society Series B Methodology*. v. 52, p. 105–124, 1990.

HOSKING, J. R. M., e WALLIS, J. R., Parameter and quantile estimation for the generalized Pareto distribution. *Technometrics*. V. 29, p. 339-349, 1987.

HOSKING, J. R. M., e WALLIS, J. R., Regional frequency analysis: An approach based on L-moments. *Cambridge University Press*, New York, 1997.

HOSKING, J. R. M., WALLIS, J. R., WOOD, E. F., Estimation of the generalized extreme-value distribution by the method of probability weighted moments. *Technometrics*. v. 27, p. 251-261, 1985.

IACWD - INTERAGENCY COMMITTEE ON WATER DATA, Guidelines for determining flood flow frequency: Bulletin 17B (revised and corrected), *Hydrology Subcommittee*. Washington, D.C., v. 28, 1982.

IEA – INSTITUTION OF ENGINEERS AUSTRALIA, Australian rainfall and runoff: a guide to flood estimation. *Institution of engineers Australia*, Canberra, Australia, v.1, 149 p., 1977.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, Normais Climatológicas (1961-1990), Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Brasil: Departamento Nacional de Meteorologia. Versão Revista e Ampliada. Brasília, 2010.

JARRETT, R. D.; TOMLINSON, E. M. Regional interdisciplinary paleoflood approach to assess extreme flood potential, *Water Resources Research*, v. 36, n. 10, p. 2957–2984, 2000.

JARVIS, C. S. Flood flow characteristics. *Transactions ASCE*, n. 88, p. 985-1032, 1925.

JARVIS, C. S. Floods in the United States, magnitude and frequency. *U.S. Geological Survey Water-Supply*, Paper 771, 497 p., 1936.

Jenkinson, A.F. The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) of meteorological elements. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 81, 158-171, 1955.

KADOYA, M. Study on record flood peaks in Japan. *Proceedings of the Japanese Academy*, series b, 68, p. 133-138, Tokyo, 1992.

KINNISON, H.B. e COLBY, B.R. Flood formulas based on drainage basin characteristics. *Trans. Am. Soc. Civ. Eng.*, n. 2248, vol. 110, pp. 849-876, 1945.

KROLL, C. N., e VOGEL, R. M., Probability distribution of low streamflow series in the United States. *Journal of Hydrologic Engineering*. v. 7, n. 2, p. 137 – 146, 2002.

LAIO, F., Cramer – von Mises and Anderson-Darling goodness of fit tests for extreme value distributions with unknown parameters, *Water Resources Research*, v. 40, 2004.

LAIO, F., DI BALDASSARRE, G., E MONTANARI, A., Model selection techniques for the

- frequency analysis of hydrological extremes, *Water Resources Research*. v. 45, 2009.
- LINSLEY, R.K., KOHLER, M.A., AND PAULHUS, J.L.H. (1949) *Applied hydrology*. McGraw-hill, New York, 689 p.
- LINSLEY, R. K.; KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L. H. *Hydrology For Engineers*. New York: McGraw-Hill, 340 P., 1958.
- LOONEY, S.W. e GULLEDGE, T.R., Use the correlation coefficient with normal probability plots. *The American Statistician*. v. 39, n.1, p.78-79, 1985.
- MARCHETTI, G. *Sulle Massime Portate Di Piena Osservate Nei Corsi D'acqua Italiani A Tutto Il 1953*, *G. Genio Civ.*, 93, 3-4, 1955.
- MATALAS, N.C. *Stochastic Hydrology In The Context Of Climate Change*. *Clim. Change*, v. 37, p. 89-101, 1997.
- MCMAHON, T.A. e SRIKANTHAN, R., Log Pearson III distribution - is it applicable to flood frequency analysis of Australian streams? *Journal of Hydrology*. v. 52, p. 139-148, 1981.
- MIMIKOU, M. *Envelope Curves For Extreme Flood Events In North-Western And Western Greece*. *Journal Of Hydrology*, v. 67, P. 55-66, 1984.
- MUTUA, F. M., The use of the Akaike information criterion in the identification of an optimum flood frequency model, *Hydrology Science Journal*, v. 39, n. 3, p. 235-244, 1994.
- NAGHETTINI, M., E PINTO, E. J. A., *Hidrologia estatística*. Belo Horizonte: CPRM. P. 561, 2007.
- NERC, Natural environment research council. *Flood Studies Report*. London, 1975
- NEVZOROV, V. B., *Records, Theory Prob. Appl.*, 32(2), 201-228, 1987.
- NEVZOROV, V. B., e BALAKRISHNAN, N., A record of records, in *Hand- book of Statistics*, vol. 16, *Order Statistics: Theory and Methods*, editado por N. Balakrishnan e C. R. Rao, pp. 515-570, North-Holland, New York, 1998.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Estimating Probabilities of Extreme Floods*. National Research Council, National Academy Press, Washington, 141 p., 1987.
- ÖNÖZ, B. e BAYAZIT, M., Best-fit distributions of largest available flood samples. *Journal of Hydrology*. v. 167, n. 1-4, p. 195-208, 1995.
- PAPALEXIOU, S. M., e KOUTSOYIANNIS, D. (2013), *Battle Of Extreme Value Distributions: A Global Survey On Extreme Daily Rainfall*, *Water Resources Research*, v. 49, p. 1-15, 2013.
- PEEL, M. C., WANG, Q. J., VOGEL, R. M., MCMAHON, T. A., The utility of L-moments ratio diagrams for selecting a regional probability distribution. *Hydrological sciences – Journal des sciences hydrologiques*. v. 46, n. 1, 2001.
- PETTITT, A. N. (1979) *A Non-Parametric Approach To The Change-Point Problem*. *Appl Stat* 28:126-135
- PINHEIRO, M. C., *Cheias: análise de frequências e regionalização de quantis*. 228 f. *Dissertação (Mestrado)* - Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE, Rio de Janeiro, 1982.
- SCHWARZ, G., *Estimating the dimension of a model*. *The annals of mathematical statistics*. v. 6, n. 2, p. 461-464, 1978.

- SINGH, V. P., GUO, H., Parameter estimation for 3-parameter generalized pareto distribution by the principle of maximum entropy (POME). *Hydrological Sciences – Journal des Sciences Hydrologiques*. V. 40, n. 2, 1995.
- STEDINGER, J. R. E GRIFFIS, V. W., Flood frequency analysis in the United States: Time to update. *Journal of hydrologic engineering*, v.13, n. 4, p. 199-204, 2008.
- TURKMAN, K. F., The choice of extremal models by Akaike's information criterion, *Journal of Hydrology*. V. 82, p. 307–315, 1985.
- USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY, Updating Bulletin 17B. Disponível em: <www.usgs.gov/water>2013.
- VILLARINI, G., SMITH, J. A., Flood peak distributions for the eastern United States. *Water Resources Research*, v. 46, 2010.
- VILLARINI, G., SERINALDI, F., SMITH, J. A., KRAJEWSKI, W. F., On the stationarity of annual flood peaks in the continental United States during the 20th century. *Water Resources Research*, v. 45, 2009.
- VILLARINI, G., SMITH, J. A., BAECK, M. L., KRAJEWSKI, W. F., Examining flood frequency distributions in the Midwest US 1. *Journal of the American Water Resources Association*. V. 47, n. 3, p. 447–463, 2011a.
- VILLARINI, G., SMITH, J. A., SERINALDI, F., NTELEKOS, A. A., Analyses of seasonal and annual maximum daily discharge records for central Europe. *Journal of Hydrology*. V. 399, n. 3–4, p. 299–312, 2011b.
- VOGEL, R.M., The probability plot correlation coefficient test for the normal, lognormal, and Gumbel distributional hypothesis. *Water Resources Research*. v.22, n.4, p.587-590, 1986.
- VOGEL, R.M. e MCMARTIN. D.E., Probability plot goodness-of-fit and skewness estimation procedures for the Pearson type III distribution. *Water Resources Research*. v.27, n.12, p.3149-3158, 1991.
- VOGEL, R.M., THOMAS, JR., W.O. e MCMAHON, T.A., Flood-flow frequency model selection in southwestern United States. *Journal of water resources planning and management, ASCE*. v. 119, n. 3, p. 353-366, 1993a.
- VOGEL, R.M., MCMAHON, T.A. e CHIEW, F.H.S., Flood flow frequency model selection in Australia. *Journal of Hydrology*. v. 146, p. 421-449, 1993b.
- VOGEL, R. M. e FENNESSEY, N. M. L-moment diagrams should replace product-moment diagrams. *Water Resources Research*. v. 29, n. 6, p. 1745-1752, 1993.
- VOGEL, R. e WILSON, I. Probability Distribution of Annual Maximum, Mean, and Minimum Stream flows in the United States. *Journal of Hydrologic Engineering*. v. 1 n. 2, p. 69–76, 1996.
- VOGEL, R. M., ZAFIRAKOU-KOULOOURIS A., AND MATALAS N. C. Frequency Of Record Breaking Floods In The United States, *Water Resources Research*, v. 37, n. 6, p. 1723– 1731, 2001.
- VOGEL, R. M., MATALAS, N. C., ENGLAND JR., J. F., e CASTELLARIN. A., An assessment of exceedance probabilities of envelope curves, *Water Resources Research*, v. 43, 2007.
- WALLIS, J. R., e WOOD, E. F., Relative accuracy of log Pearson III procedures. *Journal of Hydraulic Engineering*. v. 111, p. 1043–1056, 1985.

WRC – WATER RESOURCES COUNCIL, A uniform technique for determining flood flow frequencies: Bulletin 15. *Hydrology committee*. Water resources council. Washington D.C., 1967.

WRC – WATER RESOURCES COUNCIL, Guidelines for determining flood flow frequencies: Bulletin 17A. *Hydrology committee*. Water resources council. Washington D.C., 1976.

YONGQUAN, W., Solar activity and maximum floods in the world. *Extreme Hydrological Events: Precipitation, Floods and Droughts*; Proc. Yokohama Symposium, International Association of Hydrological Sciences, Wallingford, U.K., p. 121 – 127. 1993

YUE, S., e HASHINO, M., Probability distribution of annual, seasonal, and monthly precipitation in Japan. *Hydrological Sciences Journal*. v. 52, n.5, p. 863–877, 2007.

# ANEXO I – MOMENTOS-L E ESTIMADORES DOS PARÂMETROS DAS DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES

## 1. Distribuição Exponencial

*Momentos-L*

$$\lambda_1 = \xi + \alpha \quad (\text{A.1})$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{2}\alpha \quad (\text{A.2})$$

$$\tau_3 = \frac{1}{3} \quad (\text{A.3})$$

$$\tau_4 = \frac{1}{6} \quad (\text{A.4})$$

*Parâmetros*

Se  $\xi$  é conhecido,  $\alpha$  é dado por  $\alpha = \lambda_1 - \xi$ . Se  $\xi$  não é conhecido, os parâmetros são estimados por:

$$\alpha = 2\lambda_2 \quad \xi = \lambda_1 - \alpha \quad (\text{A.5})$$

## 2. Distribuição Gumbel

O valor de  $\gamma$  corresponde à constante de Euler, ou seja,  $\gamma = 0,5772 \dots$

*Momentos-L*

$$\lambda_1 = \xi + \alpha\gamma \quad (\text{A.6})$$

$$\lambda_2 = \alpha \log 2 \quad (\text{A.7})$$

$$\tau_3 = \frac{\log \frac{9}{8}}{\log 2} = 0,1699 \quad (\text{A.8})$$

$$\tau_4 = \frac{16 \log 2 - 10 \log 3}{\log 2} = 0,1504 \quad (\text{A.9})$$

*Parâmetros*

$$\alpha = \lambda_2 / \log 2 \quad \xi = \lambda_1 - \gamma \alpha \quad (\text{A.10})$$

### 3. Distribuição Generalizada de Pareto

*Momentos-L*

Os momentos-L são definidos para  $k > -1$ .

$$\lambda_1 = \xi + \alpha / (1 + k) \quad (\text{A.11})$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{(1 + k)(2 + k)} \quad (\text{A.12})$$

$$\tau_3 = \frac{1 - k}{3 + k} \quad (\text{A.13})$$

$$\tau_4 = \frac{(1 - k)(2 - k)}{(3 + k)(4 + k)} \quad (\text{A.14})$$

*Parâmetros*

Se  $\xi$  é conhecido,  $\alpha$  e  $k$  são dados por:

$$k = \frac{\lambda_1 - \xi}{\lambda_2 - 2} \quad \alpha = \frac{1 + k}{\lambda_1 - \xi} \quad (\text{A.15})$$

Se  $\xi$  não é conhecido, os parâmetros são estimados por:

$$k = \frac{1 - 3\tau_3}{1 + \tau_3} \quad \alpha = (1 + k)(2 + k)\lambda_2 \quad \xi = \lambda_1 - (2 + k)\lambda_2 \quad (\text{A.16})$$

### 4. Distribuição Generalizada de Valores Extremos

*Momentos-L*

Os momentos-L são definidos para  $k > -1$ .

$$\lambda_1 = \xi + \alpha(1 - \Gamma(1 + k))/k \quad (\text{A.17})$$

$$\lambda_2 = \alpha(1 - 2^{-k})\Gamma(1 + k)/k \quad (\text{A.18})$$

$$\tau_3 = \frac{2(1 - 3^{-k})}{1 - 2^{-k}} - 3 \quad (\text{A.19})$$

$$\tau_4 = \frac{5(1 - 4^{-k}) - 10(1 - 3^{-k}) + 6(1 - 2^{-k})}{1 - 2^{-k}} \quad (\text{A.20})$$

*Parâmetros*

$$k = 7,8590c + 2,9554c^2 \quad c = \frac{2}{3 + \tau_3} - \frac{\log 2}{\log 3} \quad (\text{A.21})$$

$$\alpha = \frac{\lambda_2 k}{(1 - 2^{-k})\Gamma(1 + k)} \quad \xi = \lambda_1 - \alpha(1 - \Gamma(1 + k))/k \quad (\text{A.22})$$

## 5. Distribuição Lognormal

*Momentos-L*

$$\lambda_1 = \xi + \alpha(1 - e^{-\frac{k^2}{2}})/k \quad (\text{A.23})$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{k} e^{-\frac{k^2}{2}} \left( 1 - 2\Phi\left(-\frac{k}{\sqrt{2}}\right) \right) \quad (\text{A.24})$$

$$\tau_3 = -k \frac{A_0 + A_1 k^2 + A_2 k^4 + A_3 k^6}{1 + B_1 k^2 + B_2 k^4 + B_3 k^6} \quad (\text{A.25})$$

$$\tau_4 = \tau_4^0 + k^2 \frac{C_0 + C_1 k^2 + C_2 k^4 + C_3 k^6}{1 + D_1 k^2 + D_2 k^4 + D_3 k^6} \quad (\text{A.26})$$

Onde os valores das constantes A, B, C, D e  $\tau_4^0$  podem ser encontrados na tabela A.1 do livro de Hosking e Wallis (2007).

*Parâmetros*

$$k = -\tau_3 \frac{E_0 + E_1\tau_3^2 + E_2\tau_3^4 + E_3\tau_3^6}{1 + F_1\tau_3^2 + F_2\tau_3^4 + F_3\tau_3^6} \quad (\text{A.27})$$

$$\alpha = \frac{\lambda_2 k e^{-k^2/2}}{1 - 2\Phi(-k/\sqrt{2})} \quad \xi = \lambda_1 - \alpha(1 - e^{-k^2/2})/k \quad (\text{A.28})$$

Onde os valores das constantes E e F podem ser encontrados na tabela A.1 do livro de Hosking e Wallis (2007).

## 6. Distribuição Pearson tipo III

*Momentos-L*

$$\lambda_1 = \xi + \alpha\beta \quad (\text{A.29})$$

$$\lambda_2 = \pi^{-\frac{1}{2}}\beta\Gamma\left(\alpha + \frac{1}{2}\right)/\Gamma(\alpha) \quad (\text{A.30})$$

*Parâmetros*

Se  $0 < |\tau_3| < 1/3$  e  $z = 3\pi\tau_3^2$ ,

$$\alpha = \frac{1 + 0,2906z}{z + 0,1882z^2 + 0,0442z^3} \quad (\text{A.31})$$

Se  $1/3 < |\tau_3| < 1$  e  $z = 1 - |\tau_3|$ ,

$$\alpha = \frac{0,36067z - 0,59567z^2 + 0,25361z^3}{1 - 2,78861z + 2,56096z^2 - 0,77045z^3} \quad (\text{A.32})$$

$$\gamma = 2\alpha^{-\frac{1}{2}}\text{sign}(\tau_3) \quad \alpha = \lambda_2\pi^{\frac{1}{2}}\alpha^{\frac{1}{2}}\Gamma(\alpha)/\Gamma\left(\alpha + \frac{1}{2}\right) \quad \mu = \lambda_1 \quad (\text{A.33})$$

## ANEXO II – ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
10200000	Palmeiras Do Javari	-5,14	-72,81	16500	28	1470,9	1304,85
10300000	Santa Maria	-4,58	-71,41	25200	20	2177,0	1933,63
10500000	Estirão Do Repouso	-4,34	-70,91	61400	31	5154,6	4498,11
10800000	Seringal Do Itui	-4,73	-70,30	19200	11	1724,0	1569,64
10900000	Ladário	-4,73	-70,30	19200	15	1481,0	1352,87
10910000	Ladário - Jusante	-4,58	-70,26	36900	14	4912,5	3579,26
11200000	Teresina	-4,36	-69,73	985000	20	74340,5	66308,34
11400000	São Paulo De Olivença	-3,44	-68,76	1010000	37	76177,6	66690,21
11444900	Ipiranga Novo	-2,93	-69,68	106000	13	13776,0	11065,67
11450000	Ipiranga Velho	-2,94	-69,52	107000	30	13872,1	11404,61
11500000	Santo Antônio Do Içá	-3,11	-67,93	1130000	38	100190,8	82415,64
12100000	Colocação Caxias Novo	-5,39	-68,98	10700	28	1297,3	1044,76
12150000	Conceição (Ex. Ilha Da Nova Sorte)	-4,90	-68,66	17600	10	1733,3	1620,56
12200000	Barreira Alta	-4,22	-67,89	35500	24	3144,8	2833,18
12240000	Porto Seguro	-3,34	-67,49	64400	14	4680,4	3881,41
12360000	Foz Do Breu	-9,41	-72,72	7690	28	2091,7	1360,45
12370000	Taumaturgo	-8,93	-72,79	16100	30	2796,7	2328,92
12390000	Porto Walter	-8,27	-72,74	22200	13	3863,7	2584,88
12400000	Serra Do Moa	-7,45	-73,66	1030	37	600,6	250,60
12500000	Cruzeiro Do Sul	-7,63	-72,66	37800	44	4430,4	3209,09
12510000	Seringal Bom Futuro	-7,85	-72,05	3400	13	567,3	466,37
12520000	Ipixuna	-7,06	-71,69	56100	29	3883,1	3214,19
12530000	Fazenda Paranacre	-7,95	-71,48	2070	15	454,0	304,35
12540000	Seringal Santo Amaro	-7,27	-70,98	7350	13	858,9	754,12
12550000	Eirunepé - Montante	-6,68	-69,88	77300	27	3781,6	3372,20
12560000	Seringal São Luiz	-8,62	-71,55	5360	13	1390,9	969,73

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
12600001	Tarauacá - Jusante	-8,15	-70,72	15600	23	2358,8	2047,62
12640000	Seringal Santa Helena	-8,69	-70,55	12800	14	2369,8	1684,38
12650000	Feijó	-8,16	-70,36	17000	26	2327,2	1866,98
12680000	Envira	-7,43	-70,02	49700	32	4258,9	3659,28
12700000	Santos Dumont	-6,44	-68,25	144000	28	10610,6	9037,60
12840000	Gavião	-4,84	-66,85	164000	37	10213,4	8958,64
12845000	Vila Bittencourt	-1,39	-69,43	206000	30	31455,7	24305,86
12850000	Acanaui	-1,82	-66,60	249000	34	27237,9	21928,26
12860000	Abacatal	-1,60	-66,55	0	13	2476,0	1792,38
12870000	Barreirinha	-2,10	-66,42	3880	28	5337,2	3849,52
12875000	Fazenda Boa Esperança	-5,23	-66,58	1720	12	611,0	504,33
12880000	Estirão Da Santa Cruz	-4,29	-65,20	13700	24	1700,7	1112,11
13100000	Seringal Moreira	-5,11	-63,98	8200	27	788,7	549,07
13150000	Itapéua	-4,06	-63,03	1780000	37	127163,7	113765,18
13180000	Manoel Urbano	-8,88	-69,27	32800	23	4851,5	3615,32
13300000	Seringal São José	-9,37	-68,72	11200	23	1550,6	1166,57
13405000	Seringal Guarany	-9,11	-68,99	6110	24	879,6	664,29
13410000	Seringal Da Caridade	-9,04	-68,58	63100	42	7744,4	5218,62
13450000	Assis Brasil	-10,94	-69,57	3760	22	1570,5	992,74
13470000	Brasiléia	-11,02	-68,75	7020	22	1803,0	1161,57
13550000	Xapuri	-10,65	-68,51	8270	38	1698,6	1158,17
13580000	Fazenda Santo Afonso	-10,09	-67,90	6330	11	752,1	564,20
13600002	Rio Branco	-9,98	-67,80	23500	41	1990,7	1497,76
13650000	Floriano Peixoto	-9,07	-67,40	34400	38	2802,4	2179,45
13710000	Valparaíso - Montante	-8,65	-67,37	105000	11	7337,0	6182,82
13710001	Valparaíso - Montante	-8,65	-67,38	105000	34	8441,9	6455,09
13740000	Fazenda Borangaba	-7,55	-67,55	23300	17	2414,4	1921,07
13750000	Seringal Fortaleza	-7,72	-67,00	154000	43	12318,3	9817,71

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
13849000	Jurené	-8,77	-65,88	17300	11	1556,8	1342,96
13870000	Lábrea	-7,26	-64,80	226000	72	14619,1	11032,60
13880000	Canutama	-6,54	-64,39	236000	37	13589,1	12631,41
13885000	Cristo	-7,46	-64,24	7030	23	1313,2	793,20
13886000	Bacaba	-6,32	-64,89	37800	20	3308,4	2997,85
14100000	Manacapuru	-3,31	-60,61	2200000	35	152690,9	137680,11
14110000	Cucuí	1,22	-66,85	74300	26	11442,0	9745,56
14220000	Louro Poço	1,34	-68,69	4600	23	629,8	525,19
14230000	Missão Içana	1,07	-67,59	23600	25	4472,0	3681,56
14250000	São Felipe	0,37	-67,31	124000	30	19940,1	15969,25
14260000	Uaraçu	0,48	-69,13	40200	28	7266,5	5150,27
14280001	Taraqua	0,13	-68,54	44300	30	7540,0	5757,79
14300000	Pari Cachoeira	0,25	-69,79	1970	24	611,1	397,97
14310000	Cunuri	0,21	-69,38	4250	24	956,1	765,16
14330000	Curicuriari	-0,20	-66,80	194000	30	28873,8	23432,34
14350000	Jusante Da Cachoeira Do Caju	-0,25	-67,01	13100	25	2134,4	1776,78
14420000	Serrinha	-0,48	-64,83	293000	30	35001,5	30041,27
14430000	Vila Conceição	0,13	-63,96	6800	19	470,6	307,79
14440000	Posto Ajuricaba	0,88	-62,62	16900	23	2010,0	1545,57
14450000	Jalauaca	-0,30	-62,76	22700	16	1483,8	1197,36
14485000	Missão Auari	3,98	-64,47	710	10	83,8	65,87
14485010	Missão Auaris - Jusante	4,00	-64,32	621	10	76,7	65,44
14488000	Uaicás	3,55	-63,17	16100	17	2075,0	1534,98
14495000	Fazenda Cajupiranga	3,44	-61,04	36900	22	3924,0	2968,55
14500000	Mocidade	3,46	-60,91	43900	12	5794,0	3715,17
14515000	Fazenda Passarão	3,21	-60,57	50200	28	9090,0	4165,89
14526000	Bom Fim	3,38	-59,82	9860	21	1758,1	1430,96
14530000	Vila Surumu	4,20	-60,79	2280	18	1112,4	756,65

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
14540000	Fazenda Bandeira Branca	4,63	-60,47	3210	21	1031,0	635,19
14550000	Maloca Do Contão	4,17	-60,53	5780	30	2316,0	1353,80
14680001	Fé E Esperança	2,87	-61,44	12200	31	1499,2	901,33
14690000	Mucajaí	2,47	-60,92	19800	10	1735,2	1336,55
14710000	Caracarai	1,82	-61,12	126000	36	15734,8	9517,09
14750000	Missão Catrimani	1,75	-62,28	6180	11	605,3	417,84
14845000	Fazenda São José	0,52	-60,47	5680	17	1228,0	763,06
14850000	Base Alalau	-0,86	-60,52	7080	23	947,2	590,92
15030000	Jatuarana	-3,06	-59,65	2930000	30	192926,5	169902,53
15042000	Rio Preto Da Eva	-2,70	-59,70	976	11	133,8	86,13
15050000	Pontes E Lacerda	-15,22	-59,35	2990	33	188,3	135,75
15120001	Mato Grosso	-15,01	-59,96	22500	28	786,5	393,31
15124009	Cabixi	-13,51	-60,53	3600	15	182,0	139,92
15130000	Pimenteiras	-13,49	-61,05	54400	22	1299,7	975,64
15150000	Pedras Negras	-12,85	-62,90	110000	25	2350,0	1805,25
15170000	Cachoeira Do Cachimbo	-11,93	-62,15	1420	14	315,7	188,48
15245000	Seringal São Luiz	-11,07	-64,08	1050	15	125,0	99,37
15246000	Boa Vista Do Pacaás	-11,21	-64,91	5480	14	381,9	248,76
15248010	Boca Do Pompeu - Jusante	-10,92	-65,04	4390	16	647,0	346,54
15250000	Guajará-Mirim	-10,79	-65,35	609000	33	21895,0	15789,05
15320002	Abunã	-9,70	-65,36	921000	25	43097,4	35895,07
15324000	Plácido De Castro	-10,34	-67,18	7740	10	378,9	321,60
15326000	Morada Nova - Jusante	-9,78	-65,53	31100	17	7380,0	2736,46
15400000	Porto Velho	-8,75	-63,92	976000	38	48565,6	38307,47
15430000	Ariquemes	-9,93	-63,07	8140	35	1050,4	700,61
15431000	Fazenda Rio Branco	-9,89	-62,98	988	26	163,2	104,49
15432000	Mineração Ponte Massangana	-9,76	-63,29	852	25	138,1	92,04
15450000	São Pedro	-8,98	-63,28	13600	11	1345,0	956,64

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
15460000	Cach Do Samuel	-8,75	-63,47	14700	12	1408,5	959,63
15470000	Ponte Da Br-364	-8,77	-63,49	209	12	112,1	60,03
15550000	Santa Isabel	-8,80	-63,71	12700	28	1284,4	908,72
15552600	Fazenda Flor Do Campo	-11,75	-60,87	4360	22	652,0	385,66
15552700	Ponte Comemoração (Pimenta Bueno)	-11,67	-61,18	5790	17	726,3	523,01
15553500	Fazenda Expansão	-12,49	-61,05	3610	14	305,9	213,44
15556010	Pch Primavera Jusante	-11,90	-61,24	9600	15	1291,3	908,81
15558000	Pimenta Bueno	-11,68	-61,19	10100	23	928,4	714,09
15559000	Sítio Bela Vista	-11,65	-61,22	16100	18	1445,4	1157,22
15560000	Jiparaná	-10,87	-61,94	32800	27	3266,3	2419,84
15565000	Jaru	-10,45	-62,47	3960	22	619,0	400,30
15575000	Piratiniga	-9,35	-61,93	4650	18	413,8	323,97
15580000	Tabajara	-8,93	-62,06	60200	26	5400,0	4141,21
15590000	Mineração Jacundá	-9,18	-62,95	1200	20	246,0	127,17
15630000	Humaitá	-7,50	-63,02	1090000	38	53718,3	42216,87
15650000	Maloca Tenharim	-7,96	-62,04	3630	22	772,0	535,47
15700000	Manicoré	-5,82	-61,30	1150000	40	59959,8	47926,53
15750000	Humboldt	-10,17	-59,47	15200	26	1324,8	947,14
15795000	Leontino	-7,74	-60,58	16200	17	1270,8	1018,06
15800000	Boca Do Guariba	-7,71	-60,59	70100	29	5269,5	4033,43
15820000	Concisa	-9,82	-60,69	24300	16	2100,0	1549,95
15828000	Fazenda Boa Lembrança	-7,59	-60,71	59500	17	7096,8	4570,75
15910000	Santarém Sucunduri	-6,80	-59,04	12700	31	1858,0	1436,94
15930000	Acari Br-230	-7,10	-59,68	4990	20	693,1	560,74
16080000	Balbina P-8 (Uhe Balbina)	-1,94	-59,48	18900	13	1769,7	1289,31
16100000	Cachoeira Morena	-2,11	-59,34	20400	30	2120,5	1463,45
16200000	Base Da Siderama	-1,64	-58,52	24600	22	3160,9	2043,68
16430000	Garganta	-1,00	-57,04	39000	12	7342,0	4315,60

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
16460000	Caramujo	-1,07	-57,06	51700	12	15718,9	7200,89
16480000	Aldeia Wai-Wai	-0,69	-57,97	21600	14	2403,5	1862,92
16500000	Estirão Da Angélica	-1,10	-57,06	25800	24	4148,4	2236,64
16700000	Tirios	2,22	-55,96	819	22	127,1	87,28
17050000	Óbidos - Porto	-1,95	-55,51	4670000	48	280000,0	236297,40
17050001	Óbidos - Linigrafo	-1,92	-55,51	4670000	37	274600,0	239210,00
17090000	Boca Do Inferno	-1,50	-54,87	19800	31	1532,0	742,03
17091000	Fazenda Tucunaré	-13,46	-59,00	4360	13	195,0	173,24
17093000	Fontanilhas	-11,36	-58,34	55900	27	2445,5	2115,36
17095000	Fazenda Tombador	-11,72	-58,05	24700	22	1088,8	880,88
17120000	Porto Dos Gaúchos	-11,54	-57,42	37100	34	2060,8	1391,74
17200000	Porto Roncador	-13,56	-55,33	10800	34	2016,5	1103,84
17210000	Teles Pires	-12,67	-55,79	13900	21	1601,8	1223,42
17230000	Lucas Do Rio Verde	-13,05	-55,91	5435	29	329,0	222,38
17280000	Cachoeirão	-11,65	-55,70	34600	27	2718,0	1904,24
17300000	Fazenda Tratex	-10,96	-55,55	40700	12	2979,8	2118,97
17340000	Indeco	-10,11	-55,57	52200	29	3985,3	2731,67
17345000	Base Do Cachimbo	-9,34	-54,91	465	24	104,7	77,32
17350000	Cachimbo	-9,82	-54,89	1010	25	280,0	148,39
17355000	Pch Braço Norte Jusante	-9,82	-55,02	3100	19	659,6	411,31
17380000	Jusante Foz Peixoto De Azevedo	-9,64	-56,02	81600	19	7717,3	4858,41
17410000	Santa Rosa	-8,86	-57,40	131000	19	9186,0	7542,94
17420000	Três Marias	-7,61	-57,95	138000	21	11696,0	8584,64
17430000	Barra Do São Manuel	-7,34	-58,16	333000	27	22612,0	17257,30
17500000	Fortaleza	-6,05	-57,64	363000	20	26151,8	22031,31
17650002	Acará Do Tapajós	-4,89	-56,72	390000	11	23566,8	20007,38
18121006	Barragem - Conj.4	-2,82	-54,30	16200	29	746,6	467,94
18200000	Arapari	-1,78	-54,40	12400	33	1242,6	617,17

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
18250000	Uruará	-3,68	-53,55	2960	24	338,0	207,44
18280000	Apalai	1,22	-54,66	7230	23	814,3	463,87
18300000	Fazenda Paqueira	-0,42	-53,69	29500	16	1837,0	1470,94
18409000	Passagem Da Br-309	-14,61	-54,00	706	10	99,3	62,13
18420000	Fazenda Itaguaçu	-13,14	-54,45	3840	27	327,3	189,72
18460000	Boa Sorte	-6,74	-52,00	210000	22	13249,0	9287,78
18470000	Uhe São Félix	-6,80	-52,00	210000	29	11968,0	8304,90
18500000	Boa Esperança	-6,75	-51,77	42400	28	4449,0	3036,14
18510000	São Félix Do Xingú	-6,60	-52,05	255000	21	17604,0	12214,67
18514000	Uhe Pombal	-5,92	-52,59	266000	29	17828,0	11641,10
18520000	Belo Horizonte	-5,39	-52,88	281000	20	21259,0	14313,05
18600000	Laranjeiras	-5,70	-54,25	58700	13	6904,0	4290,27
18640000	Aldeia Baú	-7,35	-54,82	18300	10	1927,0	1436,10
18650000	Cajueiro	-5,65	-54,52	35600	29	3763,2	2529,87
18700000	Pedra Do Ó	-4,53	-54,01	122000	21	12235,4	8464,12
18849100	Uhe Altamira	-3,30	-52,20	447000	29	30238,0	20940,24
18850000	Altamira	-3,21	-52,21	448000	35	32330,0	22982,73
18870000	Aldeia Bacajá	-4,92	-51,43	12800	15	1082,1	786,43
18880000	Fazenda Cipauba	-3,73	-51,57	24700	12	2105,9	1244,45
18901080	Uhe Belo Monte	-3,10	-51,78	482000	29	30147,0	20877,41
19100000	Iratapuru	-0,55	-52,57	4470	23	757,3	243,92
19150000	São Francisco	-0,57	-52,57	51500	34	5545,0	3020,54
19985000	Pacajás	-3,85	-50,64	2682	22	819,0	626,79
20050000	Ponte Quebra Linha	-14,98	-48,67	11200	42	3397,6	1171,05
20100000	Jaraguá	-15,72	-49,32	1970	41	454,3	159,02
20200000	Uruana	-15,50	-49,69	3700	44	677,6	347,92
20250000	Ceres	-15,28	-49,55	10600	42	2418,1	894,34
20490000	Colônia Dos Americanos	-14,74	-49,06	18400	21	3072,4	1687,52

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
20500000	Porto Uruaçu	-14,52	-49,04	34600	24	10397,1	3571,75
20700000	Porto Rio Bagagem	-14,37	-48,20	2910	27	1448,8	592,49
20899000	São Luiz Do Tocantins	-14,24	-48,02	4500	10	2462,9	1065,12
20900000	Tocantinzinho	-14,18	-48,09	4680	24	1623,3	631,94
20950000	Ponte Rio Preto	-13,99	-47,93	878	26	485,2	242,09
21050000	São Félix (A/B)	-13,53	-48,14	57400	24	13243,5	5522,38
21050020	Ahe São Félix - Mira B / S. Félix	-13,53	-48,14	57400	21	9916,2	4184,55
21080000	Fazenda Barreiro	-12,74	-48,24	63800	28	9319,7	4216,63
21220000	Flores De Goiás	-14,45	-47,05	7210	29	680,6	407,56
21300000	Alvorada Do Norte	-14,48	-46,49	3760	31	900,8	394,90
21500000	Nova Roma (Faz.Sucuri)	-13,76	-46,84	22600	34	2109,5	1158,48
21510000	Ponte São Mateus	-13,81	-46,65	1020	29	219,4	119,58
21560000	Fazenda Veneza	-13,50	-46,78	2840	29	390,4	242,92
21580000	São Vicente	-13,55	-46,47	409	27	134,3	60,80
21600000	Ponte Paranã	-13,42	-47,14	29600	36	4249,7	1899,97
21650000	Montante Da Barra Do Palma	-12,62	-47,89	40200	27	5637,3	3138,15
21750000	Lavandeira	-12,79	-46,51	1040	31	477,3	187,14
21850000	Rio Da Palma	-12,42	-47,20	12400	32	2882,5	1340,72
21890000	Barra Do Palma	-12,60	-47,86	17700	33	3532,6	1812,32
21900000	Paraná	-12,61	-47,89	57900	31	13272,1	5036,57
22040000	Fazenda Angical	-12,25	-48,35	126000	31	14472,6	8256,48
22050001	Peixe	-12,02	-48,53	128000	35	13914,0	8236,30
22100000	Colonha	-12,39	-48,71	8720	28	1102,0	579,11
22150000	Jacinto	-11,98	-48,66	13900	33	1479,5	775,42
22190000	Porto Alegre	-11,61	-47,04	1780	30	244,6	169,26
22220000	Porto Jerônimo - Faz. Piracicaba	-11,76	-47,84	10300	26	1793,0	1065,37
22250000	Fazenda Lobeira	-11,53	-48,29	14500	35	2227,0	1379,92
22350000	Porto Nacional	-10,70	-48,42	174000	58	23696,8	10264,52

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
22500000	Miracema Do Tocantins	-9,57	-48,38	185000	35	17464,1	9985,01
22680000	Jatobá (Fazenda Boa Nova)	-10,00	-47,47	16900	34	2980,0	1338,09
22700000	Novo Acordo	-9,96	-47,67	18000	35	3004,0	1352,33
22730000	Porto Gilândia	-10,77	-47,78	4730	12	844,0	452,33
22750000	Rio Das Balsas	-10,00	-47,83	12100	18	2131,2	1105,79
22850000	Dois Irmãos	-9,31	-47,81	9520	28	3058,1	1147,82
22900000	Porto Real	-9,31	-47,93	44100	38	4923,5	2727,70
23100000	Tupiratins	-8,39	-48,11	242000	37	25627,8	13028,81
23130000	Próximo Colinas De Tocantins	-8,07	-48,45	386	12	61,0	47,56
23150000	Itacaja	-8,39	-47,77	2800	33	501,8	301,25
23220000	Cachoeira Monte Lindo	-7,99	-46,93	3120	23	558,0	183,32
23230000	Jacaré	-7,96	-47,26	4100	23	579,7	389,52
23250000	Goiatins	-7,71	-47,31	10100	32	992,3	606,47
23300000	Carolina	-7,34	-47,47	275000	44	22965,0	13770,93
23600000	Tocantinópolis	-6,29	-47,39	289000	32	35237,3	16658,15
23700000	Descarreto	-5,79	-47,47	297000	33	29241,6	17036,16
24050000	Alto Araguaia	-17,30	-53,22	2080	42	154,4	96,87
24070000	Montante Do Ribeirão Babilônia	-17,22	-53,16	1760	10	191,8	137,80
24100000	Cachoeira Grande	-17,17	-53,13	4460	27	525,9	317,62
24180000	Barra Do Peixe	-16,56	-52,67	10800	16	2645,4	1701,40
24200000	Torixoreu	-16,20	-52,55	18400	33	3911,0	2025,66
24500000	Tesouro	-16,08	-53,55	5280	39	1999,0	951,75
24650000	General Carneiro	-15,71	-52,75	1950	36	643,0	272,09
24700000	Barra Do Garças	-15,89	-52,23	36800	30	8634,1	3990,73
24750000	São Ferreira	-16,30	-51,47	6430	33	1497,7	913,05
24780000	Piranhas	-16,43	-51,82	1360	32	467,9	256,72
24800000	Peres	-15,89	-51,85	12000	35	2489,5	1261,75
24850000	Araguaiana	-15,74	-51,83	50100	28	6721,3	4331,82

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
24900000	Ivolândia	-16,51	-51,00	2060	32	736,5	236,04
24950000	Montes Claros De Goiás	-15,57	-51,63	10100	34	1492,6	791,48
25100000	Balneário Cachoeira Grande	-15,92	-50,17	229	31	211,8	100,56
25120000	Colônia Dos Alemães	-15,90	-50,44	261	22	97,9	47,83
25130000	Travessão	-15,52	-50,70	5310	33	1267,0	604,30
25200000	Aruanã	-14,90	-51,08	76300	36	8453,4	4170,64
25500000	Ponte Rio Tesouras	-14,72	-50,50	1800	10	368,6	228,08
25700000	Bandeirantes	-13,69	-50,80	92300	33	5866,3	4248,11
25800000	Jusante Do Rio Pintado	-13,56	-50,40	18300	22	1000,5	720,17
25950000	Luiz Alves	-13,21	-50,59	117000	34	5350,8	4240,08
26015000	Jusante Barra Do Forquilha	-12,88	-50,83	10500	19	371,7	332,22
26030000	Fazenda Telesforo	-11,92	-50,67	131000	23	5596,0	3918,50
26040000	Rio Das Mortes	-15,31	-54,18	5230	26	295,6	224,06
26050000	Toriqueje	-15,25	-53,06	17700	34	1516,6	871,49
26100000	Xavantina	-14,67	-52,36	25300	37	2340,2	1409,33
26200000	Trecho Médio	-14,09	-51,70	41100	25	3291,8	2171,85
26300000	Santo Antônio Do Leverger	-12,29	-50,96	59300	36	3462,0	2214,39
26350000	São Félix Do Araguaia	-11,62	-50,66	194000	32	9611,0	7081,22
26700000	Jusante Crisostomo	-10,28	-50,42	228000	10	8892,3	7147,17
26710000	Barreira Do Pequi	-12,09	-49,99	8150	20	804,8	695,72
26720000	Praia Alta	-12,42	-49,59	6610	21	1229,6	446,29
26750000	Projeto Rio Formoso	-12,07	-49,73	8090	14	398,8	343,91
26800000	Barreira Da Cruz	-10,56	-49,93	35800	21	2959,3	2109,56
27380000	Ponte Rio Piranhas	-9,18	-49,38	1660	23	87,5	66,24
27500000	Conceição Do Araguaia	-8,27	-49,26	332000	38	31312,0	14070,07
27550000	Arapoema	-7,61	-49,05	1150	19	198,8	133,87
28150000	Muricilândia	-7,15	-48,61	1580	33	170,6	112,18
28240000	Piraquê	-6,67	-48,47	3470	28	491,9	315,70

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
28300000	Xambioá	-6,41	-48,54	377000	38	27596,9	15913,01
28850000	Araguatins	-5,63	-48,13	388000	33	23320,7	16283,46
29050000	Marabá	-5,34	-49,12	703000	26	53331,2	28257,90
29100000	Fazenda Alegria	-5,49	-49,22	37500	31	3994,8	2092,15
29200000	Itupiranga	-5,13	-49,32	746000	29	67251,0	31075,07
29700000	Tucuruí	-3,76	-49,65	764000	27	60438,7	32716,48
30070000	Cunani	2,70	-51,36	296	10	151,6	115,94
30080000	Capivara	0,99	-51,71	10600	24	1679,9	1189,20
30200000	Leônidas (Bambu)	0,79	-51,61	15200	17	2345,0	1517,00
30300000	Serra Do Navio	0,90	-52,01	10800	33	1241,7	891,14
30400000	Porto Platon	0,71	-51,44	30400	40	3802,0	2640,12
31020000	Cachoeira Tracambeua	-3,51	-49,21	5000	20	615,4	465,37
31490000	Vila Capoeira	-1,87	-47,05	3440	28	430,0	275,77
31520000	Bom Jardim	-1,54	-47,07	5220	41	726,8	438,58
31600000	Marambaia	-1,65	-47,12	32,7	32	5,5	2,50
31650000	Tauri	-3,50	-48,83	20400	10	1332,0	873,10
31680000	Fazenda Maringa	-3,14	-48,08	25900	23	1354,5	942,51
31700000	Badajós	-2,51	-47,77	32200	33	1678,0	1099,38
32350000	Nova Mocajuba	-1,27	-46,89	1130	13	250,0	163,77
32400000	Sete Ilhas	-1,86	-46,71	1800	28	443,2	276,21
32450000	Tararua	-1,70	-46,60	2680	14	420,4	331,29
32450002	Tararua - Ponte	-1,74	-46,59	2630	27	474,4	352,53
32540000	Fazenda Rural Zebu	-3,32	-46,85	16300	17	328,0	225,86
32550000	Cafezal	-2,77	-46,80	4690	20	204,4	165,94
32620000	Alto Bonito	-1,80	-46,32	32900	33	2181,0	1504,63
32740000	Maracacume	-2,05	-45,96	2200	33	772,0	428,62
32830000	Alto Turi	-2,94	-45,67	3870	34	496,6	326,08
32850000	Br-316 / Rio Paruá	-2,50	-45,79	724	23	116,7	81,99

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
33025000	Vale Do Pindare	-4,70	-46,93	5480	22	111,4	61,85
33050000	Ponte Br-222	-4,30	-46,49	4750	24	33,3	17,75
33170000	Esperantina	-4,03	-45,78	5930	34	315,5	164,06
33190000	Pindaré-Mirim	-3,66	-45,46	35400	33	1870,0	906,84
33205000	Fazenda Remanso	-5,77	-45,98	3730	26	191,0	116,55
33215000	Rio Corda Ii	-5,74	-45,32	3000	24	50,2	36,58
33250000	Barra Do Corda	-5,50	-45,24	13200	40	324,6	174,60
33260000	Santa Vitória	-5,10	-44,96	15400	33	254,0	163,75
33270000	Flores	-5,42	-44,93	1320	33	24,4	12,33
33280000	Pedreiras	-4,57	-44,61	24000	13	558,0	289,92
33281000	Pedreiras Ii	-4,57	-44,61	24000	21	692,4	337,68
33286000	São Luiz Gonzaga	-4,37	-44,68	25200	16	578,3	343,67
33290000	Bacabal	-4,22	-44,77	25500	30	1036,0	381,52
33320000	Grajau	-5,82	-46,13	4510	14	617,0	345,40
33321000	Grajau Ii	-5,82	-46,14	4510	27	591,7	308,02
33330000	Fortaleza	-5,59	-46,24	3590	26	415,6	164,24
33380000	Aratoi Grande	-3,77	-45,22	20300	34	1104,1	524,88
33420000	Mirador	-6,37	-44,36	6060	35	89,6	49,03
33450000	Campo Largo	-6,07	-44,71	5750	33	72,8	53,52
33460000	Porto Do Lopes	-6,01	-44,34	6890	35	76,4	55,62
33480000	Colinas	-6,02	-44,24	15000	37	204,3	111,77
33520000	Mendes	-5,71	-43,59	5320	35	216,7	63,03
33530000	Montevideu	-5,34	-43,88	27300	30	388,8	187,55
33550000	Caxias	-4,87	-43,36	32700	41	700,0	287,25
33590000	Codó	-4,46	-43,88	37200	37	1300,6	580,12
33620000	Fazenda Sobral	-4,47	-43,93	5560	33	528,9	267,34
33630000	Coroata	-4,13	-44,13	43800	30	2195,1	905,44
33638000	Pedras	-3,93	-44,02	1010	12	162,7	123,00

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
33660000	Piritoró	-3,72	-44,28	3060	14	593,0	293,87
33661000	Piritoró Ii	-3,71	-44,29	3060	21	511,8	294,95
33680000	Cantanhede	-3,63	-44,38	49900	37	2946,8	1317,54
33730000	Munim	-3,58	-43,70	4210	31	392,4	220,99
33760000	São Benedito	-3,33	-43,53	3990	30	241,9	95,06
33770000	Iguara	-3,55	-43,87	2630	24	268,1	168,48
33780000	Nina Rodrigues	-3,46	-43,90	12600	41	1012,2	525,18
34020000	Alto Parnaíba	-9,11	-45,93	12900	32	1388,0	463,04
34040000	Fazenda Paracati	-8,28	-45,67	25500	19	862,2	570,50
34060000	Ribeiro Gonçalves	-7,57	-45,25	31300	32	1579,2	721,12
34070000	Sítio Do Velho	-7,38	-44,83	35300	25	1193,4	670,13
34090000	Fazenda Bandeira	-7,39	-44,61	15600	38	120,5	76,20
34130000	Balsas	-7,53	-46,04	9040	39	533,7	280,63
34170000	São Félix De Balsas	-7,08	-44,81	24700	41	1488,6	724,87
34230000	Contrato (União)	-9,58	-45,03	750	14	50,3	24,53
34250000	Cristino Castro	-8,82	-44,22	31000	14	129,0	96,86
34251000	Cristino Castro Ii	-8,79	-44,21	31000	30	252,0	92,77
34270000	Barra Do Lance	-7,25	-43,64	47000	32	1178,7	276,93
34311000	Barão De Grajaú	-6,76	-43,03	140000	22	2541,7	1475,94
34410000	Pedra Redonda	-8,01	-41,50	4720	22	435,0	150,48
34450000	Maria Preta	-7,55	-41,30	7180	18	814,0	264,44
34470000	Santa Cruz Do Piauí	-7,19	-41,77	17700	21	883,0	244,96
34480000	Fazenda Talhada	-6,97	-42,11	29100	26	1414,3	370,94
34571000	São Francisco Do Piauí	-7,23	-42,54	34400	23	290,1	77,73
34600000	Francisco Ayres	-6,62	-42,70	73700	20	2323,0	588,90
34660000	Fazenda Veneza	-5,57	-43,02	235000	38	4308,0	1994,93
34690000	Teresina - Chesf	-5,14	-42,81	237000	24	4077,2	2067,71
34730000	Croatá	-4,42	-40,91	1030	38	264,8	35,33

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
34750000	Fazenda Boa Esperança	-5,22	-41,74	19200	40	1695,0	523,96
34770000	Prata Do Piauí	-5,67	-42,21	43400	32	3320,7	1441,78
34789000	Fazenda Cantinho Ii	-5,20	-42,70	51400	15	2749,9	1186,76
34790000	Fazenda Cantinho	-5,20	-42,72	51400	27	3939,0	1977,11
34879500	Luzilândia	-3,45	-42,37	298000	23	5874,9	2558,72
34880000	Porto Formoso	-3,45	-42,37	298000	18	7050,0	3258,28
34930000	Fazenda Alegria	-4,41	-42,18	4910	23	712,8	507,01
34940000	Esperantina	-3,90	-42,23	11200	27	1615,9	988,44
34980000	Tinguis	-3,72	-41,97	21800	40	2750,0	1292,41
35125000	Moraujo	-3,46	-40,69	1500	24	241,0	126,13
35170000	Granja	-3,12	-40,82	3960	35	1023,0	333,11
35210000	Fazenda Cajazeiras	-4,38	-40,55	1560	42	886,8	212,75
35235000	Várzea Do Grosso	-4,14	-40,43	3640	36	1123,7	194,91
35240000	Trapiá	-4,20	-40,32	1530	31	928,7	271,09
35250000	Fazenda Paraná	-4,10	-40,13	2370	22	426,2	114,29
35260000	Groairas	-3,91	-40,38	2800	37	680,0	158,13
35263000	Ararius	-3,89	-40,60	578	12	270,4	145,86
35275000	Sobral	-3,69	-40,34	11300	21	2859,5	752,79
35279000	Fazenda Bela Vista	-3,82	-40,19	46	18	97,6	20,86
35370000	Amontada	-3,36	-39,83	2680	33	867,9	245,59
35570000	São Luís Do Curu	-3,41	-39,08	7330	39	1183,0	228,38
35650000	Sítios Novos	-3,75	-38,96	469	15	272,0	84,62
35668000	Umarituba Nova	-3,67	-38,98	504	20	193,0	53,05
35740000	Barra Nova	-4,19	-38,78	223	22	276,6	66,41
35830000	Caio Prado	-4,66	-38,94	1610	46	681,0	164,26
35880000	Chorozinho	-4,30	-38,48	4100	25	619,0	240,61
35950000	Cristais	-4,50	-38,36	2040	27	473,6	156,18
36020000	Arneiroz	-6,32	-40,16	5870	57	1720,0	293,12

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
36045000	Malhada	-6,65	-39,96	3460	24	510,2	140,11
36110000	Sítio Conceição	-6,57	-39,50	2430	14	563,0	186,89
36125000	Sítio Poço Dantas	-6,56	-39,51	3530	35	349,0	92,03
36130000	Cariús	-6,53	-39,50	6000	20	843,8	283,84
36160000	Iguatu	-6,37	-39,29	20700	83	2764,7	642,05
36210000	Sítio Lapinha	-7,22	-39,14	1260	32	172,0	87,43
36250000	Podimirim	-7,30	-38,98	4230	32	397,0	100,19
36270000	Lavras Da Mangabeira	-6,75	-38,97	8840	34	1110,0	403,29
36290000	Icó	-6,41	-38,87	12400	47	1430,0	495,69
36320000	Jaguaribe	-5,90	-38,63	39600	27	3423,4	754,14
36370000	Castanhão	-5,45	-38,42	45000	13	4695,0	685,69
36390000	Peixe Gordo	-5,23	-38,20	47800	33	5648,0	1209,58
36470000	Senador Pompeu	-5,60	-39,38	4530	70	1660,0	310,29
36520000	Quixeramobim	-5,20	-39,29	7050	78	1240,0	375,56
36580000	Morada Nova Ii	-5,12	-38,45	17300	32	2150,0	467,03
37030000	Pau Dos Ferros	-6,11	-38,20	2200	28	898,3	258,83
37080000	Pedra De Abelhas	-5,59	-37,68	5930	36	949,0	263,46
37084000	Governador Dix-Sept Rosado	-5,45	-37,52	7690	20	541,0	99,42
37090000	Mossoró	-5,22	-37,36	9830	16	485,0	141,41
37150000	Augusto Severo	-5,87	-37,31	1140	15	282,3	92,94
37220000	Várzea Grande	-6,92	-38,38	1110	34	68,4	32,03
37260000	Antenor Navarro	-6,74	-38,45	1450	24	220,0	79,87
37290000	Aparecida	-6,79	-38,09	3420	17	464,3	194,23
37340000	Piancó	-7,20	-37,93	4560	43	1527,0	399,80
37360000	Emas	-7,11	-37,71	594	26	199,0	74,97
37380000	Pau Ferrado	-6,97	-37,92	8580	40	772,0	174,13
37410000	Sítio Vassouras	-6,73	-37,79	15200	44	1965,0	583,54
37430000	Patos	-7,02	-37,27	1650	20	582,1	115,32

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
37440000	Serra Negra Do Norte	-6,67	-37,40	2940	58	890,0	155,79
37470000	Jardim De Piranhas	-6,38	-37,35	21600	44	3620,0	1065,35
37515000	Sítio Volta	-6,59	-36,79	1860	20	416,0	75,20
37559000	Caicó	-6,45	-37,09	6310	14	139,0	52,03
37570000	São Fernando	-6,37	-37,18	9710	42	1636,0	368,95
37710150	Sítio Acaua Ii	-5,62	-36,89	38100	21	2850,6	726,22
38170000	Ceará-Mirim	-5,63	-35,42	2400	33	433,0	73,07
38380000	Telha	-5,87	-35,59	2440	26	1570,0	188,54
38440000	Santa Cruz	-6,24	-35,99	331	12	98,0	31,68
38485000	Monte Alegre	-6,06	-35,31	2560	26	1120,0	106,22
38500000	São José Do Campestre	-6,34	-35,68	1340	14	530,2	95,04
38650000	Fazenda Alagamar	-6,61	-35,53	2170	20	761,0	121,48
38680000	Pedro Velho	-6,45	-35,22	3450	31	517,1	122,30
38750000	Mulungu	-7,03	-35,47	875	32	344,5	73,28
38790000	Ponte Do Leitão	-6,85	-35,16	2950	37	1004,0	268,75
38830000	Caraubas	-7,73	-36,50	5030	31	860,0	227,26
38850000	Poco De Pedras	-7,40	-36,43	3180	29	893,0	213,21
38860000	Bodocongo	-7,53	-36,00	13700	35	1904,0	302,61
38880000	Guarita	-7,33	-35,37	17400	36	1656,0	323,10
38895000	Ponte Da Batalha	-7,13	-35,05	19000	26	1619,0	525,22
39040000	Nazaré Da Mata	-7,75	-35,23	692	31	291,2	130,24
39080000	Engenho Itapissirica	-7,61	-35,06	1230	33	265,1	139,45
39083000	Engenho Retiro	-7,56	-35,12	472	28	259,5	93,19
39100000	Santa Cruz Do Capibaribe	-7,96	-36,20	1560	15	96,5	24,03
39130000	Toritama	-8,01	-36,06	2450	25	495,7	141,89
39140000	Salgadinho	-7,94	-35,63	4910	33	792,6	125,38
39145000	Limoeiro	-7,88	-35,45	5580	18	749,8	182,87
39150000	Paudalho	-7,89	-35,17	6190	21	552,0	143,77

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
39155000	Engenho Sítio	-7,97	-35,16	376	19	173,0	73,98
39170000	Vitória De Santo Antão	-8,11	-35,28	264	29	235,0	93,47
39180000	Engenho Bela Rosa I	-8,02	-35,12	406	19	350,0	105,37
39187800	São Lourenço Da Mata Ii	-8,00	-35,04	7290	15	370,1	170,39
39188000	São Lourenço Da Mata	-8,02	-35,05	7290	21	1690,0	495,39
39200000	Pirapama	-8,28	-35,07	372	19	375,4	193,26
39340000	Caruaru	-8,30	-36,01	2000	23	436,0	93,04
39360000	Engenho Tabocas	-8,28	-35,36	2960	39	340,1	113,92
39480000	Engenho Mato Grosso	-8,64	-35,31	1310	17	305,0	192,85
39540000	Capivara	-8,50	-35,92	2610	29	710,5	134,75
39560000	Palmares	-8,68	-35,58	4910	39	1184,0	348,91
39580000	Jacuípe	-8,84	-35,45	756	17	256,0	111,84
39640000	Matriz De Camaragibe	-9,13	-35,55	787	23	223,0	127,20
39700000	Santana Do Mundau	-9,17	-36,22	767	14	191,9	82,54
39720000	São José Da Laje	-9,00	-36,05	1170	15	325,0	77,75
39740000	União Dos Palmares	-9,15	-36,04	2900	16	789,0	308,33
39760000	Murici - Ponte	-9,31	-35,95	3290	33	846,8	356,59
39770000	Fazenda Boa Fortuna	-9,47	-35,86	3560	32	1034,6	413,26
39850000	Quebrangulo	-9,32	-36,47	1340	16	291,9	102,36
39860000	Viçosa	-9,38	-36,25	1970	14	419,0	166,84
39870000	Atalaia	-9,51	-36,02	2600	29	876,0	313,69
39980000	Camaçari	-10,03	-36,30	1440	29	262,3	105,30
40025000	Vargem Bonita	-20,33	-46,37	301	53	295,0	96,82
40030000	Fazenda Da Barca	-20,10	-46,32	725	14	307,0	137,91
40032000	Fazenda Samburá	-20,15	-46,30	754	34	198,9	125,93
40037000	Fazenda Da Barra	-20,22	-46,23	757	35	476,5	237,47
40040000	Fazenda Ajudas	-20,10	-46,06	244	39	93,3	42,97
40043001	Fazenda Cajanga	-20,23	-46,03	502	23	343,0	141,35

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
40046000	Porto Sabino	-20,35	-45,97	4330	14	600,0	386,86
40050000	Iguatama	-20,17	-45,72	5560	67	1227,0	513,66
40053000	Calciolândia	-20,24	-45,66	296	39	102,0	41,73
40056002	Fazenda Capoeirão	-19,93	-45,95	481	24	52,0	38,55
40056200	Montante Do Bom Sucesso	-19,99	-46,00	336	15	90,2	60,69
40056500	Ponte Capoeirão	-19,97	-45,98	331	17	89,1	58,12
40060000	Tapiraí	-19,87	-46,02	560	26	88,0	49,80
40060001	Tapiraí - Jusante	-19,89	-46,02	569	30	67,5	44,83
40067000	Ponte Olegário Maciel	-19,93	-45,57	9120	16	1236,0	685,69
40070000	Ponte Do Chumbo	-19,78	-45,48	10000	33	1370,7	659,39
40080000	Taquaral	-19,67	-45,61	650	37	171,3	58,83
40100000	Porto Das Andorinhas	-19,28	-45,29	14000	48	3322,8	891,56
40102000	Porto Da Barra	-19,23	-45,17	14300	27	1761,0	969,78
40105000	Fazenda Campo Grande	-20,68	-44,42	361	24	136,0	69,39
40130000	Ponte Do Vilela	-20,43	-44,60	1650	19	280,0	172,52
40150000	Carmo Do Cajuru	-20,18	-44,79	2500	69	525,0	182,81
40160000	Lamounier	-20,47	-45,02	157	25	19,4	14,84
40170000	Marilândia (Ponte Br-494)	-20,22	-44,92	1040	37	306,0	102,56
40180000	Carmo Da Mata	-20,55	-44,85	188	33	45,7	25,85
40185000	Pari	-20,24	-44,93	913	32	560,0	194,54
40190002	Divinópolis	-20,15	-44,88	1960	30	310,0	179,84
40269900	Itaúna - Montante	-20,07	-44,58	338	28	36,3	18,28
40300000	Jaguaruna	-19,77	-44,80	1490	37	614,0	181,30
40300001	Jaguaruna - Jusante	-19,74	-44,82	1560	25	531,0	186,78
40330000	Velho Da Taipa	-19,69	-44,93	7350	67	1473,8	583,75
40350000	Usina Camarão	-20,27	-45,15	274	37	127,0	55,29
40380000	Araújos	-19,93	-45,13	1250	41	149,0	92,32
40400000	Estação Alvaro Da Silveira	-19,75	-45,12	1820	55	325,4	147,51

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
40450000	Porto Pará	-19,30	-45,07	11200	24	1296,0	683,38
40500000	Martinho Campos	-19,33	-45,22	769	35	121,0	40,87
40505000	Abaixo Usina Pari	-19,30	-45,13	887	20	600,0	234,40
40530000	Abaeté	-19,16	-45,44	471	39	91,8	49,72
40535000	Barra Do Paraopeba	-18,82	-45,20	29400	16	3841,0	1920,88
40549998	São Brás Do Suaçuí - Montante	-20,60	-43,91	462	23	133,0	65,61
40550002	São Brás Do Suaçuí - Jusante	-20,60	-43,92	464	18	161,0	71,37
40570000	Conselheiro Lafaiete	-20,65	-43,83	77,4	19	93,0	23,36
40573000	Joaquim Murтинho	-20,57	-43,83	284	20	153,0	35,26
40577000	Ponte Jubileu	-20,53	-43,80	130	23	44,1	25,53
40579995	Congonhas - Linigrafo	-20,52	-43,84	569	18	103,5	63,66
40580000	Congonhas	-20,50	-43,85	626	40	201,0	71,62
40585000	Cachoeira Santo Antônio	-20,08	-43,38	31	22	6,7	1,83
40665000	Usina João Ribeiro	-20,65	-44,03	293	42	49,2	27,88
40675000	Cachoeira Do Gordo	-20,77	-44,13	187	25	12,0	9,36
40680000	Entre Rios De Minas	-20,66	-44,07	487	67	434,0	86,22
40700002	Jeceaba	-20,53	-43,97	1340	13	390,0	226,38
40710000	Belo Vale	-20,41	-44,02	2770	39	1320,6	379,45
40720002	Melo Franco	-20,20	-44,02	3817	29	561,0	305,55
40740000	Alberto Flores	-20,16	-44,17	4120	40	1101,7	389,16
40770000	Conceição Do Itagua	-20,15	-44,25	670	20	140,0	77,33
40790000	Betim	-19,97	-44,20	187	24	67,7	28,50
40800001	Ponte Nova Do Paraopeba	-19,95	-44,31	5690	67	1010,3	534,09
40810350	Fazenda Laranjeiras	-20,09	-44,49	10,2	19	2,7	1,36
40810800	Fazenda Pasto Grande	-20,06	-44,45	54,7	16	16,6	7,44
40811100	Jardim	-20,05	-44,41	113	16	102,9	16,53
40818000	Juatuba	-19,93	-44,33	449	23	52,0	32,97
40821998	Bom Jardim	-20,00	-44,53	39,8	11	16,1	7,61

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
40822995	Mateus Leme - Aldeia	-19,97	-44,42	113	12	25,0	14,57
40823500	Suzana	-19,96	-44,37	154	13	38,5	19,73
40824000	Juatuba	-19,95	-44,37	164	23	44,0	25,48
40830000	Fazenda Escola Florestal	-19,88	-44,43	70,6	18	28,5	11,23
40850000	Ponte Da Taquara	-19,42	-44,55	8750	38	1409,9	692,32
40870001	Jusante Barra Do Paraopeba	-18,82	-45,20	29400	15	3810,0	2843,60
40930000	Barra Do Funchal	-19,38	-45,87	897	59	994,8	212,81
40960000	Fazenda Bom Jardim	-18,95	-45,70	1730	21	995,5	428,26
40975000	Fazenda São Félix	-18,47	-45,65	970	35	813,4	328,01
41050000	Major Porto	-18,71	-46,04	1200	38	503,3	244,88
41075001	Porto Do Passarinho	-18,40	-45,73	4130	22	1988,0	922,31
41135000	Pirapora - Barreiro	-17,37	-44,94	62200	37	7460,0	2917,12
41135003	Buritizeiro	-17,37	-44,95	62200	19	5815,0	2893,16
41150000	Fazenda Água Limpa	-20,31	-43,62	175	38	66,2	29,06
41151000	Fazenda Água Limpa - Jusante	-20,31	-43,62	175	11	51,2	27,67
41160000	Gulpiara	-20,20	-43,70	307	22	79,1	47,00
41170000	Gravetos	-20,20	-43,73	0	11	114,6	56,98
41180000	Itabirito - Linigrafo	-20,30	-43,80	315	47	201,0	77,86
41190000	Aguiar Moreira	-20,17	-43,82	514	14	146,0	69,96
41195000	Rio Acima	-20,10	-43,80	1420	19	313,0	219,03
41199998	Honório Bicalho - Montante	-20,02	-43,82	1550	31	459,1	239,84
41220000	Siderurgica	-19,87	-43,77	102	17	103,0	32,17
41230000	Sabará	-19,93	-43,82	1970	24	1350,0	388,89
41242100	General Carneiro	-19,87	-43,85	215	11	38,1	19,74
41250000	Vespasiano	-19,69	-43,92	709	58	237,0	80,50
41260000	Pinhões	-19,71	-43,81	3730	27	894,0	534,01
41295000	José De Melo	-19,68	-43,58	269	24	80,0	38,63
41300000	Taquaraçu	-19,65	-43,69	618	62	403,0	114,59

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
41340000	Ponte Raul Soares	-19,56	-43,91	4860	59	1421,0	553,35
41380000	Ponte Preta	-19,46	-43,90	564	60	257,0	108,61
41410000	Jequitibá	-19,22	-44,02	7080	40	1208,0	661,71
41440000	Represa	-19,38	-44,15	224	13	50,2	18,55
41440005	Represa - Jusante	-19,37	-44,15	238	27	36,6	21,14
41500000	Fazenda Santa Lúcia	-19,33	-44,23	58,2	12	83,6	26,71
41539998	Fazenda Da Contagem - Montante	-19,29	-44,13	469	22	137,0	53,23
41540000	Fazenda Da Contagem	-19,27	-44,08	498	19	42,9	25,44
41600000	Pirapama	-19,01	-44,04	8050	45	1249,0	650,82
41650000	Ponte Do Licínio	-18,67	-44,22	10700	34	1059,1	672,24
41650002	Ponte Do Licínio - Jusante	-18,67	-44,19	10700	29	1358,6	863,24
41685000	Ponte Do Picão	-18,59	-44,23	826	38	102,0	41,51
41700001	Usina Parauna	-18,67	-43,95	1730	46	586,0	284,52
41708000	Cachoeira Da Capivara	-19,27	-43,60	77	22	31,1	20,07
41715000	Fazenda Cachoeira	-19,18	-43,73	30	23	190,0	56,28
41720000	Fazenda Do Cipó	-19,25	-43,75	434	26	452,0	97,73
41780000	Presidente Juscelino	-18,63	-44,07	4010	13	1660,0	637,38
41780002	Presidente Juscelino - Jusante	-18,65	-44,05	3980	27	1609,0	861,66
41818000	Santo Hipólito (Ana/Cemig)	-18,31	-44,23	16600	59	2240,0	1336,44
41880000	Buenópolis	-17,88	-44,17	146	21	56,7	19,59
41890000	Estação De Curimatai	-18,00	-44,18	1420	39	394,0	213,96
41940000	Ponte Do Bicudo	-18,20	-44,57	2070	28	341,0	206,59
41990000	Várzea Da Palma	-17,59	-44,71	26500	68	4442,7	2074,12
42030000	Montante Barra Do Jequitai	-17,07	-44,81	91000	25	4904,8	3627,32
42089998	Fazenda Espírito Santo	-17,28	-44,22	4350	21	306,5	171,72
42090000	Porto Aliança	-17,25	-44,25	4430	22	739,7	337,29
42100000	Claro Dos Poções	-17,09	-44,24	532	29	784,4	186,59
42145498	Fazenda Umburana - Montante	-17,21	-44,46	6910	22	474,6	353,49

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
42187000	Ponte Dos Ciganos	-16,47	-44,38	1310	33	366,3	73,51
42210000	Cachoeira Da Manteiga	-16,66	-45,08	107000	46	7553,0	3960,47
42250000	Fazenda Limoeiro	-17,92	-47,01	464	26	114,3	77,79
42251000	Fazenda Córrego Do Ouro	-17,61	-46,86	1870	24	182,1	131,72
42255000	Fazenda Nolasco	-17,23	-47,02	248	31	77,0	39,53
42257000	Barra Do Escurinho	-17,51	-46,65	2000	31	177,0	101,04
42290000	Ponte Da Br-040 - Paracatú	-17,50	-46,57	7750	40	1086,1	536,70
42365000	Ponte Da Br-040 - Prata	-17,66	-46,36	3350	29	1525,9	558,43
42395000	Santa Rosa	-17,26	-46,47	12800	47	1007,0	692,52
42435000	Fazenda Barra Da Égua	-16,87	-46,59	1590	30	118,2	74,32
42440000	Fazenda Poções	-17,04	-46,82	551	27	148,9	87,28
42460000	Fazenda Limeira	-16,21	-47,23	3890	30	633,0	246,22
42490000	Unai	-16,35	-46,88	5360	41	547,8	367,90
42540000	Santo Antônio Do Boqueirão	-16,53	-46,72	5910	46	1334,2	483,83
42545002	Fazenda Roncador	-16,25	-46,80	424	23	385,0	124,29
42545500	Fazenda O Resfriado	-16,50	-46,66	680	29	226,0	94,64
42546000	Fazenda Santa Cruz	-16,13	-46,75	553	31	292,8	140,50
42600000	Porto Dos Poções	-16,84	-46,36	9400	45	828,0	577,51
42645000	Fazenda Rio Verde	-17,25	-46,20	914	10	73,9	58,71
42690001	Porto Da Extrema	-17,03	-46,01	30100	47	1942,6	1306,71
42750000	Caatinga	-17,14	-45,88	33500	43	3260,4	1567,34
42840000	Veredas	-18,14	-45,76	210	32	60,4	35,51
42850000	Cachoeira Das Almas	-17,35	-45,53	4390	28	1047,3	477,83
42860000	Cachoeira Do Paredão	-17,12	-45,44	5700	38	1588,1	776,15
42930000	Porto Do Cavalo	-17,03	-45,54	40900	29	3438,1	2128,59
42980000	Porto Alegre	-16,91	-45,38	41300	49	3649,0	2069,50
43010001	Brasília De Minas - Jusante	-16,20	-44,43	142	17	18,6	6,16
43200000	São Romão	-16,37	-45,07	154000	52	13209,2	5849,00

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
43250002	Buritis - Jusante	-15,61	-46,41	3020	28	531,7	375,70
43300000	Fazenda Carvalho	-15,52	-46,28	3160	32	443,0	298,59
43429998	Arinos - Montante	-15,92	-46,11	11800	26	775,0	592,83
43430000	Arinos	-15,92	-46,05	11700	19	1003,0	671,16
43670000	Vila Urucuaia	-16,13	-45,74	18600	38	1360,0	928,80
43675000	Fazenda Conceição	-16,43	-45,74	2300	21	1497,0	624,69
43880000	Santo Inácio	-16,28	-45,41	23800	42	1715,0	1079,14
43980000	Barra Do Escuro	-16,27	-45,20	24658	24	2015,0	1233,13
43980002	Barra Do Escuro	-16,27	-45,24	24600	17	1917,4	1117,02
44200000	São Francisco	-15,95	-44,87	184000	71	17380,0	7257,30
44250000	Usina Do Pandeiros - Montante	-15,48	-44,77	3230	32	160,0	90,72
44260000	Cachoeira Grande - Montante	-15,52	-44,75	3630	12	841,0	261,41
44260001	Cachoeira Grande - Jusante	-15,52	-44,75	3630	16	154,0	88,19
44290002	Pedras De Maria Da Cruz	-15,61	-44,40	194000	33	13117,2	6380,84
44300000	Januária	-15,48	-44,37	195000	36	9736,0	7147,42
44500000	Manga	-14,76	-43,93	202000	70	11928,2	6317,14
44540000	Fazenda Bom Retiro	-14,65	-44,09	624	31	37,6	16,07
44630000	Capitão Enéas	-16,34	-43,78	3570	17	681,0	135,11
44670000	Colônia Do Jaiba	-15,34	-43,68	12200	43	822,5	141,31
44750000	Janaúba	-15,80	-43,32	246	13	189,0	89,36
44950000	Boca Da Caatinga	-14,78	-43,55	29400	31	761,0	203,62
45131000	São Gonçalo	-14,31	-44,46	6020	57	288,0	174,21
45155000	Fazenda Velha	-14,20	-44,82	3220	12	156,0	125,07
45170000	Fazenda Porto Alegre	-14,26	-44,52	5850	27	219,0	133,71
45170001	Fazenda Porto Alegre	-14,26	-44,52	5850	28	204,9	131,17
45210000	Lagoa Das Pedras	-14,28	-44,41	12600	33	440,0	295,85
45220000	Capitânea	-14,42	-44,48	2380	53	123,0	39,58
45240000	Montalvânia	-14,42	-44,38	2560	20	145,0	53,72

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
45260000	Juvenília	-14,26	-44,15	16300	41	698,8	367,14
45280000	Fazenda Salinas	-14,28	-43,98	16900	37	502,0	307,59
45298000	Carinhanha	-14,30	-43,76	254000	76	13139,2	6984,57
45480000	Bom Jesus Da Lapa	-13,26	-43,44	271000	65	12400,0	6194,51
45590000	Correntina	-13,34	-44,64	3900	29	109,7	58,48
45725000	Santo Antônio Das Pedrinhas	-13,17	-44,67	1300	19	18,4	11,67
45740000	Mocambo	-13,28	-44,57	8920	18	180,0	122,56
45740001	Mocambo	-13,29	-44,56	7950	29	200,6	98,81
45770000	Arrojado	-13,45	-44,57	5540	28	219,0	125,58
45780000	São Manuel	-13,43	-44,47	5720	14	238,0	142,64
45840000	Gatos	-13,71	-44,64	7130	29	238,3	141,36
45880000	Colônia Do Formoso	-13,56	-44,29	9550	29	312,0	168,34
45910000	Santa Maria Da Vitória	-13,40	-44,20	29500	34	654,0	449,00
45910001	Santa Maria Da Vitória	-13,40	-44,20	29600	29	824,4	441,67
45960001	Porto Novo	-13,29	-43,91	31000	29	816,0	469,19
46035000	Gameleira	-12,87	-43,38	309000	33	12220,4	6418,01
46105000	Paratinga	-12,70	-43,23	314000	29	13823,2	6841,49
46150000	Ibotirama	-12,18	-43,22	323000	48	17015,0	6701,50
46295000	Ponte Br-242	-12,25	-42,76	12600	24	294,0	136,59
46360000	Morpará	-11,56	-43,28	345000	52	17934,0	6475,87
46415000	Sítio Grande	-12,43	-45,09	4950	27	104,0	66,25
46455000	Derocal	-12,41	-45,12	6350	29	173,2	96,81
46490000	Fazenda Coqueiro	-12,40	-44,95	4470	25	68,8	30,41
46543000	Fazenda Redenção	-12,14	-45,10	5380	28	136,6	99,05
46550000	Barreiras	-12,15	-45,01	24400	68	404,0	225,41
46570000	Ponte Serafim - Montante	-11,90	-45,61	2710	28	54,0	37,19
46590000	Nova Vida - Montante	-11,86	-45,12	7480	29	169,8	114,53
46593000	Cantinho	-11,98	-44,97	8130	11	102,0	91,16

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
46610000	São Sebastião	-11,98	-44,88	33100	29	706,4	349,96
46650000	Tagua	-11,72	-44,50	36000	65	624,0	332,79
46675000	Fazenda Macambira	-11,61	-44,16	39600	41	456,0	307,27
46770000	Fazenda Bom Jardim	-10,99	-45,53	6930	30	66,4	54,94
46790000	Formosa Do Rio Preto	-11,05	-45,20	14300	60	308,0	180,34
46830000	Ibipetuba	-11,01	-44,52	17900	65	368,0	184,84
46870000	Fazenda Porto Limpo	-11,24	-43,95	22000	25	475,0	236,69
46902000	Boqueirão	-11,36	-43,85	46400	69	1020,6	459,81
46998000	Barra	-11,08	-43,12	425000	50	14040,0	6971,62
47236000	Fazenda Refrigério - Jusante	-11,32	-42,31	3100	29	134,0	27,55
47249000	Rio Verde Ii	-10,98	-42,34	6750	26	301,0	44,16
47302000	Pilão Arcado	-10,17	-42,43	448000	27	10644,0	6245,41
47480000	Jaguaraci	-10,90	-41,57	9330	29	44,3	7,81
47900000	Abreus	-10,01	-40,70	12500	22	16,0	4,88
48020000	Juazeiro	-9,41	-40,50	516000	78	14909,4	5803,43
48070000	Lagoa Do Boi	-9,49	-40,21	3540	26	68,4	33,11
48259000	Próximo A Curaça Ii	-9,10	-39,94	3180	11	545,0	177,68
48290000	Santa Maria Da Boa Vista	-8,81	-39,82	535000	28	14128,4	4974,27
48460000	Jacaré	-8,27	-39,85	5220	13	537,5	111,21
48590000	Ibó	-8,63	-39,24	561000	29	14197,5	5150,19
48820000	Afogados Da Ingazeira	-7,74	-37,65	3540	17	4575,5	494,75
48830000	Flores	-7,87	-37,97	4970	34	1495,0	337,47
48840000	Serra Talhada	-8,00	-38,24	5910	24	1029,3	256,33
48850000	Açude Serrinha	-8,17	-38,53	9660	39	2506,0	453,90
48860000	Floresta	-8,61	-38,58	12300	21	1992,3	556,90
48880000	Ilha Grande	-8,53	-38,17	2260	41	1178,0	125,00
49030000	Petrolândia	-9,07	-38,30	592000	10	13710,0	7454,60
49160000	Inajá	-8,92	-37,83	8250	20	714,0	76,65

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
49330000	Piranhas	-9,63	-37,76	610000	27	12134,1	4806,93
49370000	Pão De Açúcar	-9,75	-37,45	615000	45	15230,8	5722,88
49490000	Santana Do Ipanema	-9,37	-37,25	5140	20	444,0	132,21
49660000	Traipu	-9,97	-37,00	630000	30	13124,2	5440,62
49705000	Propriá	-10,21	-36,82	631000	30	11956,5	5047,55
50040000	Japarutuba	-10,59	-36,96	735	34	65,5	27,70
50042000	Fazenda Pão De Açúcar (Dnos)	-10,45	-36,94	99	26	55,1	18,15
50043000	Fazenda Cajueiro	-10,58	-36,91	217	28	64,4	29,37
50046000	Siriri (Dnos)	-10,60	-37,11	150	26	27,6	10,28
50047000	Rosário Do Catete	-10,70	-37,04	309	27	142,5	44,16
50080000	Santa Rosa De Lima	-10,66	-37,19	2070	23	216,0	82,29
50146000	Água Branca	-10,01	-38,60	7300	17	86,0	15,39
50150000	Jeremoabo	-10,09	-38,33	8730	33	335,0	38,01
50169000	Ponte Se-302	-10,62	-37,75	14200	12	333,0	85,34
50191000	Fazenda Belém	-10,94	-37,35	15900	34	697,8	198,75
50230000	Estância	-11,26	-37,44	322	56	317,8	86,16
50250000	Fazenda Tourão	-11,19	-37,98	2940	24	166,5	78,29
50290000	Itanhy	-11,54	-37,57	4480	36	663,0	216,90
50330000	Pindobaçu	-10,80	-40,38	657	17	81,0	35,56
50340000	Saúde	-10,90	-40,40	85	26	42,2	18,80
50360000	Campo Formoso	-10,52	-40,32	388	16	36,2	16,66
50380000	Ponto Novo	-10,85	-40,11	2850	28	567,0	151,51
50420000	Jacobina	-11,21	-40,47	1290	32	324,3	48,81
50430000	Pedras Altas	-11,18	-40,05	2200	19	129,0	34,03
50465000	Queimadas	-10,97	-39,63	11800	62	750,0	220,54
50494000	Ambrósio	-11,00	-39,22	18300	16	1330,0	390,68
50520000	Ponte Euclides Da Cunha	-11,06	-38,84	26100	39	1693,0	324,94
50540000	Cipó	-11,10	-38,51	28000	57	1573,0	357,14

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
50590000	Itapicuru	-11,60	-37,95	34100	55	1020,0	327,01
50591000	Fazenda Trianon	-11,66	-37,94	35000	15	657,0	274,46
50595000	Usina Altamira	-11,73	-37,80	35200	40	677,7	276,32
50620000	Inhambupe	-11,78	-38,35	2890	33	239,0	36,40
50660000	Corte Grande	-12,06	-37,76	4380	37	290,0	90,92
50690000	Cambuis	-12,13	-37,97	1200	30	98,9	39,06
50700000	Jangado	-12,13	-37,94	1200	10	58,5	32,52
50715000	Fazenda Jacú	-12,13	-38,88	768	19	45,8	21,85
50720000	Fazenda São Francisco	-12,33	-38,79	1210	40	95,1	36,48
50730000	Fazenda Mangabeira	-12,24	-38,76	530	36	106,0	16,72
50740000	Teodoro Sampaio	-12,31	-38,64	448	33	104,0	28,97
50750000	Pojuca	-12,43	-38,33	3200	22	420,0	119,55
50755000	Ponte Da Ba-6	-12,42	-38,32	3210	40	460,0	147,04
50775000	Fazenda Sucupira	-12,37	-38,15	389	14	83,9	47,89
50785000	Pedra Do Salgado	-12,38	-38,13	4480	42	1142,0	215,21
50795000	Tiririca	-12,51	-38,07	4700	43	1138,0	251,15
50820000	São Sebastião Do Passé	-12,51	-38,50	288	42	500,0	68,85
50840000	Mata De São João	-12,53	-38,29	442	49	192,0	63,77
50870000	Cajazeiras Ii	-12,60	-38,29	84	10	38,6	28,13
50890000	Emboacica	-12,62	-38,18	946	17	108,0	79,84
51060000	Subae	-12,52	-38,73	175	21	136,0	46,45
51060100	Subae Ii	-12,53	-38,74	390	16	77,6	31,21
51120000	Andaraí	-12,84	-41,32	2350	61	990,0	486,03
51135000	Cochó Dos Malheiros	-12,44	-41,64	2940	27	360,0	40,86
51140000	Porto	-12,49	-41,33	6180	39	505,6	153,17
51166000	Bonito	-12,38	-41,17	731	14	18,1	7,64
51170000	Utinga	-12,50	-41,21	2710	54	41,3	15,87
51190000	Fertém	-12,76	-41,33	9670	53	878,0	337,12

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
51230000	Fazenda Iguaçú	-12,94	-41,06	2130	53	2329,0	268,08
51240000	Itaeté	-12,99	-40,96	16500	70	1539,3	595,17
51280000	Iaçú	-12,76	-40,21	22800	75	1884,5	661,47
51330000	Fazenda Santa Fé	-12,52	-39,85	32000	37	1993,4	709,06
51345000	Fazenda Jurema	-12,49	-39,70	4700	17	1234,0	344,01
51350000	Argoim	-12,59	-39,52	37900	54	3668,6	980,95
51410000	França	-11,55	-40,59	2070	33	173,0	50,20
51430000	Gavião Ii	-11,47	-39,79	5040	31	422,4	102,99
51440000	Riachão Do Jacuípe	-11,81	-39,39	7130	38	624,0	171,34
51460000	Ponte Rio Branco	-12,23	-39,05	11600	72	1860,0	426,54
51490000	Pedra Do Cavalo	-12,60	-38,98	54000	14	4350,0	1220,14
51560000	Nazaré	-13,03	-39,03	1350	56	321,4	118,16
51640000	Ubaira	-13,27	-39,67	3230	35	54,1	12,57
51650000	Mutuípe	-13,23	-39,50	3800	50	223,0	56,13
51660000	Amargosa	-13,03	-39,60	39	19	217,0	48,02
51685000	Jiquiriça	-13,17	-39,32	6520	51	721,0	135,60
51750000	Entroncamento Valença	-13,28	-39,32	270	40	86,1	25,75
51795000	Valença	-13,37	-39,08	1110	34	184,0	91,32
51820000	Wenceslau Guimarães	-13,69	-39,48	1110	37	162,0	60,22
51840000	Tesouras	-13,49	-39,73	345	49	101,0	11,95
51870000	Santa Luzia	-13,61	-39,49	836	52	590,0	58,08
51890000	Nilo Peçanha	-13,60	-39,12	2860	47	2550,0	226,35
51940000	Ituberá	-13,79	-39,18	263	36	59,3	24,59
52050000	Fazenda Canabrava	-13,65	-41,61	2260	16	283,0	145,01
52090000	Cristalândia	-14,01	-41,45	3370	35	548,0	181,09
52120000	Rio De Contas	-13,57	-41,82	196	13	19,2	10,98
52265000	Roçados	-14,11	-41,41	13500	20	600,0	154,65
52270000	Santo Antônio	-14,10	-41,29	18200	66	2394,2	474,78

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
52370000	Anagé	-14,61	-41,14	7930	31	1258,7	283,74
52404000	Areião	-14,03	-40,98	29600	17	2589,1	826,82
52405000	Lagoa Do Tamburi	-13,88	-40,90	32500	19	2811,1	928,57
52570000	Jequié	-13,86	-40,08	40400	60	2550,0	595,90
52680000	Ipiaú	-14,14	-39,69	46500	68	2770,4	627,99
52695000	Vapor	-14,21	-39,55	47200	37	3053,2	667,48
52760000	Dário Meira	-14,44	-39,90	2730	21	617,8	180,17
52790000	Pedrinhas	-14,33	-39,46	5270	54	1255,0	426,66
52830000	Ubaitaba	-14,31	-39,33	54000	51	4850,0	1366,37
52831000	Ubaitaba - Jusante	-14,32	-39,33	54000	19	2762,8	967,87
53050000	Itajuípe	-14,67	-39,38	632	68	315,3	95,93
53070000	Uruçuca	-14,60	-39,28	50	12	32,8	16,56
53090000	Provisão	-14,63	-39,20	1190	25	2717,0	821,00
53091000	Provisão Ii	-14,66	-39,22	1180	29	634,0	235,10
53125000	Fazenda Manaus	-15,15	-39,77	827	35	641,1	211,16
53130000	Itajú Do Colônia	-15,14	-39,72	1360	38	1894,5	580,62
53140000	Estiva De Baixo	-14,93	-39,47	2260	35	885,9	393,83
53150000	Santa Cruz Da Vitória	-14,97	-39,83	261	10	11,5	4,75
53160000	Cajueiro Do Ibicaraí	-14,88	-39,48	997	38	685,0	239,99
53170000	Ferradas	-14,84	-39,33	3850	40	2168,0	663,39
53180000	Contorno Da Br-101	-14,82	-39,30	3950	33	2673,1	866,57
53460000	Rio Pardo	-15,62	-42,55	2760	11	40,9	34,21
53490000	Fazenda Benfica	-15,70	-42,17	5520	36	341,0	137,19
53540001	Vereda Do Paraíso	-15,49	-41,45	10800	25	693,0	148,75
53620000	Cândido Sales	-15,51	-41,24	13000	56	1143,7	202,67
53630000	Inhobim	-15,34	-40,93	16400	41	870,4	186,71
53650000	Itambé	-15,25	-40,63	18500	55	1003,0	226,15
53690000	Couro Dantas	-15,39	-40,07	26100	41	1120,0	461,32

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
53730000	Catolé	-14,93	-40,45	1140	44	50,4	16,96
53732000	Caatiba - (Fazenda São Paulo)	-14,98	-40,36	1440	10	35,2	21,38
53780000	Itapetinga	-15,24	-40,23	2870	55	625,4	180,91
53880000	Fazenda Nancy	-15,60	-39,52	29400	41	1531,9	670,55
53950000	Mascote	-15,56	-39,31	30700	69	1498,2	672,13
53980000	Barracão	-15,78	-39,13	781	36	28,4	18,75
54002990	Mendanha - Montante	-18,10	-43,50	1290	11	507,0	267,18
54003000	Mendanha	-18,10	-43,50	1290	17	1013,0	573,82
54010000	Vila Terra Branca	-17,32	-43,20	7720	19	2032,0	1021,05
54010005	Vila Terra Branca - Jusante	-17,31	-43,21	7720	25	2167,4	905,76
54110002	Grão Mogol (Faz. Jambeiro)	-16,59	-42,92	4050	31	957,0	377,45
54150000	Porto Mandacaru	-16,68	-42,49	16100	58	3833,0	1609,86
54165000	Ponte Vacaria	-16,19	-42,59	2290	30	446,3	139,70
54193000	Rubelita	-16,41	-42,27	3020	10	609,8	193,77
54195000	Barra Do Salinas	-16,62	-42,31	23400	31	4067,0	1799,08
54200000	Coronel Murta	-16,63	-42,22	23600	37	4433,0	1980,16
54220000	São Gonçalo Do Rio Preto	-18,01	-43,37	202	10	252,6	106,78
54230000	Carbonita	-17,58	-43,00	2850	31	674,5	282,03
54235000	Ponte Mg-214	-17,64	-42,68	1720	10	170,0	76,67
54250000	Usina Turmalina	-17,28	-42,78	7030	15	24,2	10,10
54260000	Ponte Alta	-17,28	-42,81	6950	26	1002,0	429,85
54270000	Porto Santana	-17,15	-42,70	7380	29	1279,0	614,55
54300000	Minas Novas	-17,22	-42,60	1070	62	383,0	85,32
54360000	Berilo	-16,95	-42,50	9940	25	1600,0	759,40
54390000	Pega	-16,86	-42,35	10800	55	3770,0	764,13
54480000	Alfredo Graça	-17,03	-42,12	1150	34	193,0	54,63
54485000	Fazenda Facão	-16,97	-42,12	1180	19	124,1	41,03
54500000	Araçuaí	-16,85	-42,06	16000	74	3199,0	952,06

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
54530000	Itira	-16,76	-42,00	40600	26	4096,0	1875,22
54550000	Itinga	-16,60	-41,78	42600	31	6282,0	3144,42
54580000	Itaobim	-16,57	-41,50	45600	59	6615,0	2886,43
54590000	São João Grande	-16,69	-41,50	1350	31	164,0	54,13
54660000	Medina	-16,23	-41,47	420	16	82,3	27,81
54710000	Jequitinhonha	-16,43	-41,01	50500	58	22696,0	3686,77
54730005	Fazenda Boa Sorte - Jusante	-16,62	-41,03	1900	19	255,0	110,35
54760000	Almenara	-16,17	-40,70	55500	24	6875,0	3621,38
54770000	Fazenda Cajueiro	-16,12	-40,74	2820	30	516,0	116,74
54780000	Jacinto	-16,14	-40,31	62700	62	11451,0	3755,81
54810000	Porto Itapoã	-16,00	-39,93	66700	17	11940,0	3681,06
54950000	Itapebi	-15,95	-39,52	68100	66	6808,0	3266,82
55150000	Duas Barras	-16,37	-39,83	1650	17	308,0	182,19
55170000	Fazenda Limoeiro	-16,43	-39,35	2410	28	483,8	241,31
55240000	Guaratinga	-16,57	-39,56	41	15	42,7	23,19
55241000	Ponte Br-101	-16,62	-39,54	751	10	92,9	68,69
55330000	Jucuruçu	-16,84	-40,16	936	24	81,1	46,05
55340000	Itamaraju	-17,05	-39,54	2760	45	373,0	108,93
55360000	São José Do Prado	-17,19	-39,98	878	40	194,6	80,66
55370000	Cachoeira Grande	-17,25	-39,77	1800	36	235,8	125,86
55380000	Fazenda Rio Do Sul	-17,25	-39,62	1980	32	201,0	119,91
55460000	Medeiros Neto	-17,38	-40,22	3230	51	282,2	130,64
55490000	Fazenda Cascata	-17,51	-39,65	4720	30	459,2	203,24
55510000	Helvécia	-17,80	-39,66	2960	31	100,0	58,76
55520001	Mucuri	-17,60	-41,49	2080	38	231,4	76,92
55560000	Fazenda Diacui	-17,49	-41,25	5100	33	567,0	247,45
55590000	Pedro Versiani	-17,88	-41,31	1060	10	60,7	42,66
55610000	Francisco Sá	-17,74	-41,12	1850	60	240,0	90,71

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
55630000	Carlos Chagas	-17,70	-40,76	9160	61	778,4	425,90
55660000	São Pedro Do Pampa	-17,32	-40,68	1940	38	508,0	175,94
55699998	Nanuque - Montante	-17,84	-40,38	13700	25	1621,4	660,64
55700000	Nanuque	-17,83	-40,35	14200	32	1204,0	597,94
55740000	Fazenda Martinica	-18,10	-39,89	14800	19	912,3	542,07
55779000	Fidelândia - Montante	-18,19	-41,25	781	10	32,7	24,53
55780000	Fidelândia	-18,20	-41,25	781	21	228,0	66,03
55790000	Ataléia	-18,05	-41,11	424	39	146,0	67,83
55800005	Fazenda São Mateus	-18,12	-40,88	4170	37	433,0	220,29
55850000	São João Da Cachoeira Grande	-18,56	-40,34	6930	38	788,3	342,30
55884990	Jusante Barra Do Ariranha	-18,67	-41,10	1490	14	213,8	128,45
55895000	Barra Do Rio Preto	-18,69	-40,88	2500	41	400,0	169,90
55900000	Barra De São Francisco	-18,75	-40,89	214	29	44,0	19,73
55920000	Córrego Da Boa Esperança	-18,70	-40,44	4190	34	492,0	282,86
55960000	Boca Da Vala	-18,65	-40,09	12000	30	1358,5	344,60
55970000	Fazenda Piaunas	-18,65	-40,00	12100	22	122,0	86,59
56005000	Fazenda Do Retiro	-20,93	-43,68	87	16	8,4	4,58
56010000	Ponte Do São Lourenço	-20,78	-43,57	558	23	81,0	63,40
56012000	Cachoeira Do Guarara	-20,75	-43,57	161	21	10,1	7,56
56028000	Piranga	-20,69	-43,30	1400	64	683,0	211,95
56040000	Desterro Do Melo	-21,15	-43,52	42	23	5,5	3,54
56050000	Alto Rio Doce	-21,03	-43,40	222	24	60,6	35,32
56055000	Bráz Pires	-20,85	-43,24	1090	63	176,0	107,27
56065000	Senador Firmino	-20,91	-43,10	297	63	38,6	23,68
56075000	Porto Firme	-20,67	-43,09	4260	65	1150,0	359,26
56085000	Seriquite	-20,72	-42,92	342	17	86,6	48,31
56090000	Fazenda Varginha	-20,71	-43,00	328	64	42,0	19,90
56110000	Ponte Nova	-20,42	-42,90	6210	39	1021,0	452,32

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
56110005	Ponte Nova - Jusante	-20,38	-42,90	6230	31	1646,6	555,55
56130000	Usina Ana Florência	-20,35	-42,85	256	11	70,3	33,54
56145000	São Caetano De Mariana	-20,35	-43,37	138	35	57,6	33,14
56148000	Furquim	-20,37	-43,20	305	25	349,0	182,50
56150000	Marimbondo	-20,52	-43,60	56	13	11,1	7,42
56152000	Pai Tomás	-20,50	-43,60	13	13	28,1	7,31
56155000	Limoeiro	-20,53	-43,65	13	13	59,5	28,45
56170000	Vargem Do Tijucal	-20,48	-43,55	56	15	92,7	53,00
56182000	Chapada	-20,43	-43,57	48	26	32,5	10,21
56240000	Fazenda Paraíso	-20,39	-43,18	855	76	466,3	166,13
56335000	Acaiaca	-20,35	-43,13	1330	35	423,0	207,24
56335001	Acaiaca - Jusante	-20,36	-43,14	1370	29	630,0	229,53
56337000	Fazenda Ocidente	-20,27	-43,10	529	67	540,0	131,53
56340000	Dom Silvério	-20,17	-42,95	269	15	80,4	28,67
56385000	São Miguel Do Anta	-20,70	-42,67	523	39	75,3	42,07
56400000	Jequeri	-20,45	-42,67	1370	27	231,8	116,52
56415000	Rio Casca	-20,23	-42,65	2030	67	584,6	160,91
56425000	Fazenda Cachoeira D'antas	-19,99	-42,67	10100	24	1782,8	681,94
56430000	Ponte Do Peres	-19,90	-42,58	12800	10	771,0	633,80
56460000	Matipó	-20,28	-42,33	616	32	107,0	59,54
56470000	Caputira	-20,17	-42,27	238	15	15,3	11,51
56484998	Raul Soares - Montante	-20,10	-42,44	1350	28	470,0	158,79
56485000	Raul Soares	-20,10	-42,43	1390	41	199,2	109,82
56500000	Abre Campo	-20,30	-42,48	273	58	199,4	44,42
56510000	Instituto Florestal Raul Soares	-20,10	-42,46	1870	23	625,0	191,25
56520000	Vermelho Velho	-20,00	-42,35	163	61	25,3	13,20
56539000	Cachoeira Dos Óculos - Montante	-19,78	-42,48	15900	29	2656,0	1063,81
56565000	Bom Jesus Do Galho	-19,82	-42,32	304	41	31,5	16,95

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
56570000	Pingo D'água	-19,71	-42,45	855	29	167,5	93,53
56610000	Rio Piracicaba	-19,93	-43,17	1160	79	548,5	225,29
56631000	Conceição Do Rio Acima	-20,08	-43,58	186	19	139,0	71,38
56632000	Colégio Caraça	-20,08	-43,48	35	18	144,8	57,89
56640000	Carrapato (Brumal)	-19,97	-43,46	609	50	305,5	133,53
56659998	Nova Era Iv	-19,77	-43,03	3060	16	1236,0	593,52
56660000	Nova Era	-19,77	-43,03	3060	34	698,0	438,56
56665000	São Domingos Do Prata	-19,88	-42,95	139	12	13,9	9,22
56667000	Fazenda Da Vargem	-19,80	-43,00	439	10	45,6	28,37
56670000	Fazenda Olaria	-19,73	-43,03	399	24	115,8	69,64
56681000	Antônio Dias	-19,65	-42,87	4250	21	1618,0	657,76
56690000	Ana Matos	-19,60	-42,78	4690	12	754,0	479,75
56695000	Acesita	-19,53	-42,63	5270	10	1337,9	636,31
56696000	Mario De Carvalho	-19,52	-42,64	5270	18	1380,5	605,26
56719998	Cenibra	-19,33	-42,37	24200	18	4852,8	1835,28
56720000	Cachoeira Escura	-19,33	-42,37	24200	43	7560,0	1827,56
56750000	Conceição Do Mato Dentro	-19,01	-43,45	302	59	152,0	68,25
56765000	Dom Joaquim	-18,96	-43,24	976	59	542,0	201,45
56775000	Ferros	-19,23	-43,02	4090	58	1997,4	793,07
56787000	Fazenda Barraca	-19,33	-43,07	1260	39	1169,0	216,15
56800000	Senhora Do Porto	-18,89	-43,08	1520	60	337,6	139,12
56825000	Naque Velho	-19,19	-42,42	10200	30	2866,0	1390,93
56845000	Fazenda Corrente	-18,89	-42,71	1050	50	154,8	59,47
56846000	Porto Santa Rita	-18,95	-42,36	1970	28	178,4	100,47
56850000	Governador Valadares	-18,88	-41,95	40500	36	7529,0	2575,26
56860000	São Pedro Do Suaçuí	-18,36	-42,61	2570	40	299,0	153,42
56870000	Santa Maria Do Suaçuí	-18,20	-42,45	622	40	278,2	59,00
56880000	Fazenda Urupuca	-18,25	-42,07	2670	22	232,0	127,55

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
56891900	Vila Matias - Montante	-18,57	-41,92	9770	30	999,0	446,77
56892000	Vila Matias	-18,53	-41,92	9780	37	1121,0	422,60
56900000	Campanário	-18,24	-41,73	758	63	59,2	36,92
56915500	Jampruca	-18,46	-41,81	1390	31	132,0	67,30
56920000	Tumiritinga	-18,97	-41,64	55100	31	7313,9	3051,17
56925000	Caratinga	-19,78	-42,07	162	27	53,7	18,01
56935000	Dom Cavati	-19,37	-42,10	775	27	414,2	132,02
56940000	Barra Do Cuieté	-19,07	-41,53	3220	25	447,6	162,78
56940002	Barra Do Cuieté - Jusante	-19,06	-41,53	3220	28	993,5	316,29
56943000	Conselheiro Pena	-19,17	-41,47	197	21	49,6	15,56
56948000	Resplendor	-19,32	-41,25	61200	44	11868,1	3308,31
56948005	Resplendor - Jusante	-19,34	-41,25	61200	20	7630,0	3309,98
56960000	Manhuaçu	-20,25	-42,07	550	42	593,8	150,38
56960005	Fazenda Vargem Alegre	-20,17	-41,96	1070	16	976,0	187,97
56967000	Santana De Manhuaçu	-20,12	-41,92	1520	24	563,6	210,85
56974000	Cachoeira Da Neblina	-19,82	-41,78	2060	27	768,0	265,77
56976000	Fazenda Bragança	-19,74	-41,79	2260	33	1263,3	306,75
56978000	Santo Antônio Do Manhuaçu	-19,68	-41,84	2350	39	600,0	227,06
56982000	Paraíso De Ipanema	-19,52	-41,45	3740	15	527,0	306,00
56983000	Dores De Manhumirim	-20,11	-41,73	384	52	49,5	34,56
56985000	Chalé	-20,03	-41,75	65	14	52,0	28,21
56986000	Fazenda Boa Esperança	-19,99	-41,71	335	23	75,9	40,14
56988000	Fazenda Nova Floresta	-19,95	-41,70	1100	17	158,0	90,75
56988500	Ipanema	-19,80	-41,71	1410	67	346,3	153,35
56989000	Mutum	-19,82	-41,43	1180	28	330,0	99,80
56989001	Mutum	-19,81	-41,44	1180	32	282,8	118,23
56989400	Assarai - Montante	-19,59	-41,46	3190	29	602,5	273,84
56989500	Assarai	-19,60	-41,47	3470	38	1085,0	260,31

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
56990000	São Sebastião Da Encruzilhada	-19,49	-41,16	8720	62	1120,0	526,58
56990500	Barra Do Capim	-19,50	-41,25	726	17	235,0	66,96
56990990	Afonso Cláudio - Montante	-20,08	-41,12	435	25	171,5	79,55
56991500	Laranja Da Terra	-19,90	-41,06	1330	36	257,8	110,15
56992000	Baixo Guandu	-19,52	-41,01	2130	58	323,6	161,47
56992500	Barra Do Mutum	-19,50	-40,90	215	12	17,0	10,58
56993000	Itaguaçu	-19,78	-40,85	480	12	52,9	36,34
56993002	Itaguaçu - Jusante	-19,78	-40,85	481	26	445,0	97,99
56993551	Jusante Córrego Da Piaba	-19,56	-40,73	893	30	164,2	87,99
56993600	Santa Joana	-19,55	-40,72	897	25	113,0	48,25
56994000	Santa Maria	-19,58	-40,58	872	24	204,0	62,43
56994500	Colatina	-19,53	-40,63	76400	58	8657,0	4158,30
56995000	Cachoeira Do Oito	-19,43	-40,62	1160	22	131,0	50,90
56995500	Ponte Do Pancas	-19,42	-40,69	920	38	237,8	90,85
56997000	Barra De São Gabriel	-19,04	-40,53	1070	36	228,5	103,32
56998000	Linhares	-19,41	-40,06	82100	24	7573,8	4165,67
57040000	Santa Teresa	-19,94	-40,59	43	13	34,9	15,10
57040005	Valsugana Velha	-19,97	-40,53	94	13	289,0	53,81
57040008	Valsugana Velha - Montante	-19,96	-40,54	88	21	19,9	13,80
57130000	Santa Leopoldina	-20,10	-40,53	929	57	509,5	135,92
57170000	Córrego Do Galo	-20,32	-40,65	980	36	144,0	67,27
57190000	Marechal Floriano	-20,41	-40,68	321	34	73,8	27,94
57230000	Fazenda Jucuruaba	-20,42	-40,49	1690	33	204,8	123,25
57250000	Matilde	-20,56	-40,81	206	54	58,6	24,30
57300000	Pau D'alho	-20,89	-40,95	304	35	83,2	43,75
57320000	Iconha - Montante	-20,78	-40,83	152	34	125,6	50,00
57350000	Usina Fortaleza	-20,37	-41,41	205	36	167,2	59,23
57360000	Iúna	-20,35	-41,53	412	50	94,9	37,91

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
57370000	Terra Corrida - Montante	-20,43	-41,50	566	35	221,0	80,74
57400000	Itaici	-20,53	-41,51	1010	43	210,0	110,11
57420000	Ibitirama	-20,54	-41,67	337	53	252,0	123,65
57450000	Rive	-20,75	-41,47	2180	70	1154,2	453,68
57460000	Pacotuba	-20,76	-41,27	2720	21	2956,0	679,49
57476500	Fazenda Lajinha	-20,43	-41,28	410	21	125,7	68,66
57490000	Castelo	-20,61	-41,20	972	68	277,0	128,35
57550000	Usina São Miguel	-20,70	-41,17	1420	36	349,2	160,82
57555000	Coutinho	-20,76	-41,17	4510	46	1092,3	543,04
57560000	Cachoeiro Do Itapemirim	-20,87	-41,10	4890	45	1126,1	516,57
57580000	Usina Paineiras	-20,95	-40,95	5170	36	725,3	467,67
57630000	Atilio Vivacqua	-20,91	-41,19	286	44	224,0	57,23
57650000	Fazenda Cacheta	-21,02	-41,09	478	21	87,2	45,84
57700000	Caiana	-20,69	-41,92	406	67	116,0	35,14
57720000	Dores Do Rio Preto	-20,69	-41,85	222	57	66,3	27,36
57740000	Guaçuí	-20,77	-41,68	408	68	183,8	57,88
57770000	São José Do Calçado	-21,03	-41,65	153	53	44,8	18,89
57830000	Ponte Do Itabapoana	-21,21	-41,46	2720	75	636,0	283,41
57880000	Mimoso Do Sul	-21,07	-41,36	365	36	104,0	54,54
57930000	Santa Cruz	-21,22	-41,31	3620	35	434,0	269,93
58030000	Estrada Do Cunha	-22,99	-45,04	796	72	104,0	47,32
58040000	São Luís Do Paraitinga	-23,22	-45,32	1950	18	222,2	134,57
58040100	São Luís Do Paraitinga	-23,22	-45,30	1940	44	232,0	116,54
58040200	São Luís Do Paraitinga	-23,24	-45,31	1950	13	188,7	122,94
58045000	Ponte Dos Mineiros	-23,33	-45,47	2430	23	272,2	149,54
58060000	Ponte Alta 1	-23,33	-45,14	277	73	566,0	92,62
58065000	Ponte Alta 2	-23,35	-45,14	23	41	144,0	36,54
58070000	Bairro Alto	-23,47	-45,35	585	31	735,0	279,05

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
58075000	Natividade Da Serra 2	-23,39	-45,44	141	28	48,5	15,91
58078000	Natividade Da Serra 1	-23,39	-45,46	708	37	606,3	250,18
58096000	Uhe Santa Branca Jusante	-23,37	-45,88	4920	48	580,0	194,21
58099000	Santa Branca	-23,37	-45,90	4940	50	595,0	204,27
58105000	Guararema	-23,42	-46,03	5210	46	601,0	291,29
58110000	Jacareí	-23,31	-45,97	5470	41	698,0	322,20
58118000	Igarata 2	-23,21	-46,13	481	18	74,2	42,89
58122000	Usina Do Turvo	-23,09	-46,02	352	17	118,9	75,42
58126000	Igarata 1	-23,19	-46,09	692	33	160,5	83,02
58128000	Fazenda São João	-23,21	-46,07	1270	16	206,0	134,70
58142000	Buquirinha	-23,11	-45,91	392	40	58,3	34,54
58142200	Buquirinha 2	-23,12	-45,91	407	27	79,1	45,21
58152000	Caçapava	-23,08	-45,71	8360	41	535,0	354,90
58158000	Tremembé	-22,96	-45,55	8860	35	604,0	384,74
58183000	Pindamonhangaba	-22,91	-45,47	9600	67	688,0	397,36
58204000	Guaratinguetá	-22,81	-45,18	10800	56	762,8	436,43
58207000	Pilões	-22,68	-45,29	83	26	107,0	22,40
58218000	Cachoeira Paulista	-22,66	-45,01	11500	68	854,0	487,15
58220000	Fazenda Santa Clara	-22,69	-44,97	240	70	61,9	27,83
58230000	Cruzeiro	-22,59	-44,96	12200	45	921,0	561,54
58230200	Cruzeiro	-22,58	-44,95	12200	25	707,0	475,60
58235000	Queluz	-22,54	-44,77	12800	66	1429,9	629,69
58235100	Queluz	-22,54	-44,77	12800	56	1429,9	623,74
58242000	Itatiaia	-22,50	-44,55	13400	36	1092,0	585,77
58250000	Resende	-22,47	-44,45	14000	71	1441,7	718,44
58256000	Pedra Selada	-22,34	-44,40	47	29	51,9	17,98
58258000	Ponte Nova	-22,39	-44,42	190	33	129,5	60,48
58270000	Glicério	-22,48	-44,23	407	30	122,1	63,68

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
58300000	Barra Mansa	-22,54	-44,18	15800	56	1414,0	810,65
58300001	Barra Mansa	-22,53	-44,18	15800	44	1320,0	746,80
58305001	Volta Redonda	-22,50	-44,09	16000	54	1392,4	841,54
58321000	Barra Do Pirai	-22,45	-43,80	19800	46	2062,0	1018,80
58335000	Lídice	-22,83	-44,20	108	43	137,0	50,08
58338000	Fazenda Santana	-22,80	-44,22	134	10	111,5	79,98
58359000	Santanésia	-22,52	-43,80	1060	29	185,0	54,76
58380001	Paraíba Do Sul	-22,16	-43,29	21400	32	1450,0	862,37
58400000	Petrópolis	-22,52	-43,18	43,1	30	65,4	30,73
58405000	Pedro Do Rio	-22,33	-43,13	435	56	199,0	103,77
58409000	Areal - Rn	-22,23	-43,10	514	20	228,0	103,59
58420000	Fazenda Sobradinho	-22,20	-42,90	719	61	266,0	131,80
58425000	Moreli (Parada Moreli)	-22,20	-43,03	930	43	287,0	141,72
58427000	Tristão Câmara	-22,22	-43,05	1030	10	240,0	123,92
58434000	Fagundes	-22,30	-43,18	275	52	160,0	41,49
58440000	Moura Brasil	-22,14	-43,16	2040	78	879,0	375,40
58442000	Fazenda Barreira	-22,14	-43,16	2040	45	476,0	247,02
58470000	Chapeu D'uvas	-21,59	-43,51	360	54	70,5	35,80
58480000	Juiz De Fora	-21,75	-43,33	956	34	373,0	116,09
58480500	Juiz De Fora - Jusante	-21,78	-43,33	969	30	247,2	126,98
58500000	Usina Brumado	-21,86	-43,89	144	42	39,4	18,95
58512000	Torreões	-21,87	-43,56	1720	57	357,9	164,82
58516000	Fazenda São José	-21,90	-43,37	2340	44	476,0	225,48
58516500	Fazenda Santo Antônio	-21,86	-43,44	2240	29	382,1	217,18
58519000	Cotejipe	-21,92	-43,35	3610	12	640,0	353,00
58520000	Sobraji	-21,97	-43,37	3640	52	710,2	320,37
58525000	Visconde De Mauá	-22,33	-44,54	88	48	106,6	33,21
58530000	Ponte Do Souza	-22,27	-44,39	284	69	190,0	78,19

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
58535000	Zelinda	-22,24	-44,26	418	79	264,8	118,76
58542000	Santa Rita Do Jacutinga	-22,15	-44,09	355	69	392,9	80,15
58550000	Parapeuna	-22,08	-43,83	1740	38	674,0	304,13
58550001	Rio Preto	-22,09	-43,82	1800	32	516,0	281,26
58560000	Valença	-22,22	-43,71	173	57	42,8	24,19
58573000	Pentagna	-22,17	-43,73	256	37	79,3	33,70
58578000	Travessão Do Meio	-22,11	-43,60	635	10	67,3	50,29
58585000	Manuel Duarte	-22,09	-43,56	3110	46	756,8	393,41
58610000	Estevão Pinto	-21,90	-43,04	783	59	162,0	81,01
58620000	Fazenda Piracema	-22,10	-43,15	8560	52	1760,0	781,98
58630002	Anta	-22,04	-42,99	32700	72	4672,0	1988,46
58645000	Sumidouro	-22,05	-42,68	294	47	100,0	43,25
58648001	Paquequer	-21,88	-42,63	762	67	340,0	102,05
58658000	Volta Grande	-21,77	-42,54	348	21	55,4	29,51
58670002	Fazenda Da Barra (Pirapetinga)	-21,66	-42,34	590	26	155,0	81,68
58710000	Usina Itueré	-21,31	-43,20	784	23	174,5	96,19
58720000	Tabuleiro	-21,38	-43,24	322	35	125,5	62,23
58725000	Fazenda Ferraz	-21,35	-43,20	387	34	54,8	37,75
58730000	Guarani Rv	-21,37	-43,05	1660	10	268,0	189,20
58730001	Guarani	-21,36	-43,05	1650	55	324,7	170,48
58735000	Astolfo Dutra	-21,31	-42,86	2350	70	459,9	220,62
58736000	Barra Do Xopoto	-21,30	-42,82	1280	17	233,0	115,92
58750000	Piau	-21,50	-43,32	490	30	307,0	77,27
58755000	Rio Novo	-21,47	-43,13	835	62	148,0	80,92
58765000	Usina Maurício	-21,47	-42,80	1910	32	879,0	228,07
58765001	Usina Maurício	-21,47	-42,83	1770	38	525,0	202,44
58770000	Cataguases	-21,39	-42,70	5880	66	1145,4	581,70
58790000	Santo Antônio De Pádua	-21,54	-42,18	8210	66	2094,2	874,83

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
58795000	Três Irmãos	-21,63	-41,99	45300	25	4815,0	2610,23
58820000	Fazenda Mendes	-22,28	-42,66	137	31	33,9	23,88
58825000	Ponte Estrada Dona Mariana	-22,22	-42,57	234	40	212,0	67,75
58827000	Bom Jardim	-22,16	-42,42	553	71	266,4	99,31
58832000	Conselheiro Paulino	-22,23	-42,52	170	39	75,6	38,34
58837000	Cambucas	-22,19	-42,38	233	12	80,7	36,86
58846000	Manuel De Morais	-22,02	-42,13	1370	37	364,4	173,91
58850000	Pimentel	-21,77	-41,94	1810	37	482,6	228,62
58857000	Aldeia	-21,95	-42,36	313	51	93,0	37,78
58857001	Aldeia - Rn	-21,97	-42,37	313	20	138,0	34,97
58861000	Macuco	-21,98	-42,25	139	21	56,1	23,14
58870000	Barra Do Rio Negro	-21,73	-41,96	1120	38	215,4	82,89
58874000	Dois Rios	-21,64	-41,86	3120	74	594,0	272,42
58880001	São Fidelis	-21,65	-41,75	48900	31	5146,4	2863,59
58910000	Fazenda Umbaúbas	-21,05	-42,51	151	65	27,5	17,71
58915000	Muriaé	-21,13	-42,37	1080	21	423,0	150,23
58916000	Bicuiba	-20,77	-42,30	393	43	95,2	52,40
58917000	Jussara	-20,91	-42,35	744	24	209,0	99,84
58920000	Patrocínio Do Muriaé	-21,15	-42,22	2660	61	657,0	295,88
58930000	Carangola	-20,74	-42,02	773	63	333,0	100,31
58934000	Porciuncula	-20,96	-42,04	1340	64	314,0	134,84
58940000	Itaperuna	-21,21	-41,89	5800	46	1383,5	565,29
58960000	Cardoso Moreira - Rv	-21,49	-41,62	7210	49	1007,4	555,18
58972000	Guarus	-21,73	-41,33	55700	18	8376,0	4296,17
58974000	Campos - Ponte Municipal	-21,75	-41,30	55700	72	8376,0	3552,77
59100000	Macabuzinho	-22,09	-41,74	630	78	153,6	69,31
59120000	Macaé De Cima	-22,37	-42,46	67	41	72,3	31,06
59125000	Galdinópolis	-22,37	-42,38	104	59	104,0	38,51

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
59135000	Piller	-22,41	-42,34	71	59	61,8	23,61
59180000	Correntezas - Antiga	-22,54	-42,41	322,8	15	119,0	54,37
59181000	Correntezas - Nova	-22,54	-42,40	404	21	230,2	154,83
59235000	Cachoeiras De Macacu	-22,48	-42,67	151	46	89,0	51,76
59240000	Parque Ribeira	-22,59	-42,74	289	39	378,8	92,07
59355000	Fazenda Das Garrafas	-22,74	-44,62	21	31	16,9	5,85
59360000	Fazenda Da Posse	-22,73	-44,62	21	10	17,2	9,12
59370000	Fazenda Fortaleza	-22,96	-44,56	635	67	722,0	254,77
59380000	Parati	-23,22	-44,76	79	43	114,0	42,48
60005000	Fazenda Bom Jardim	-19,15	-46,27	169	22	42,2	27,40
60010000	Santana De Patos	-18,84	-46,55	2730	55	428,1	226,26
60011000	Patos De Minas	-18,60	-46,54	3800	30	596,0	288,60
60012000	Ponte Vicente Goulart	-18,30	-47,12	7620	30	1004,8	639,93
60020000	Ponte São Marcos	-17,03	-47,16	4420	33	511,9	299,53
60030000	Campo Alegre De Goiás	-17,50	-47,56	8370	34	883,1	538,64
60040000	Fazenda São Domingos	-18,11	-47,69	10700	37	1153,5	709,99
60050000	Davinópolis	-18,12	-47,62	922	32	217,0	114,33
60100000	Charqueada Do Patrocínio	-18,90	-46,97	78	54	60,5	24,10
60110000	Abadia Dos Dourados	-18,49	-47,41	1950	59	562,2	249,44
60130000	Fazenda Cachoeira	-18,78	-47,41	131	45	34,9	11,73
60135000	Estação Douradoquara	-18,45	-47,67	1110	27	301,0	171,63
60145000	Iraí De Minas	-18,98	-47,46	93	51	20,1	9,14
60150000	Estrela Do Sul	-18,74	-47,69	868	63	360,3	88,61
60200000	Estação Veríssimo	-17,97	-48,18	3159	35	526,9	308,70
60210000	Ponte Veloso	-18,33	-48,55	36800	29	3484,0	2150,24
60220000	Desemboque	-20,01	-47,02	1070	50	493,0	229,31
60230000	Cachoeira Pai Joaquim	-19,48	-47,53	3580	12	284,0	222,33
60235005	Ponte Santa Juliana	-19,30	-47,65	4070	12	964,0	501,92

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
60250000	Fazenda São Mateus	-19,52	-46,57	1300	57	360,4	153,63
60265000	Ibiá	-19,48	-46,54	1370	54	261,6	149,13
60285000	Estação Do Salitre	-19,08	-46,78	232	15	22,6	15,63
60300000	Ponte Da Antinha	-19,32	-47,03	1270	38	236,0	128,53
60305000	Porto Da Mandioca	-19,18	-47,10	7460	15	1187,0	718,93
60320000	Ponte João Cândido	-19,15	-47,20	8530	11	1679,0	815,45
60340000	Porto Saracura	-19,07	-47,93	17100	16	1950,0	1456,99
60350000	Porto Monjolinho	-19,03	-47,97	17200	26	3386,0	1641,88
60381000	Fazenda Letreiro	-18,99	-48,19	777	29	175,5	79,35
60381005	Estação De Sucupira	-18,99	-48,16	716	15	240,0	97,13
60400000	Ponte Melo Viana	-18,43	-48,58	21900	16	3420,0	1695,19
60430000	Ponte Anápolis - Brasília	-16,15	-48,60	1650	38	327,7	181,65
60432000	Ribeirão Das Antas	-16,30	-48,80	223	25	72,7	23,82
60433000	Areias - Faz. São Bento	-16,05	-48,37	1100	11	190,0	129,28
60434500	Capão Da Onça - Brazlândia - Df 415	-15,64	-48,18	21,3	14	8,4	1,81
60435000	Descoberto - Chacara 89	-15,71	-48,23	114	28	37,5	13,23
60435100	Chapadinha -Aviario - Df 180	-15,70	-48,21	20,4	28	3,9	2,18
60435150	Olaria - Df 08	-15,71	-48,20	13,7	20	2,2	1,09
60435200	Rodeador - Df 435	-15,72	-48,16	110	28	35,3	16,22
60435300	Capão Comprido - Descoberto	-15,75	-48,17	16,7	28	3,6	2,01
60435400	Ribeirão Das Pedras (Df-180)	-15,76	-48,16	76,3	28	32,7	13,40
60436000	Descoberto - Jusante Barragem	-15,78	-48,23	435	28	67,5	29,01
60443000	Santo Antônio Do Descoberto	-16,08	-48,28	1090	15	294,0	103,69
60445000	Estrada Go-56 (Pcd Inpe)	-16,36	-48,09	7690	23	1048,7	669,34
60470000	Córrego Fumal (Br-020)	-15,59	-47,67	47	14	7,8	3,09
60471000	Ribeirão Mestre D'armas (Br-020)	-15,61	-47,69	51	13	33,2	8,00
60471200	Mestre D'armas - Vale Amanhecer	-15,68	-47,67	201	16	22,3	10,99
60474000	Ribeirão Sobradinho (Chacara Quilombo)	-15,73	-47,73	121	16	21,5	13,76

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
60474100	Sobradinho Jusante - Df-330	-15,73	-47,70	142	11	19,4	11,64
60476100	Df-06 / Df 250	-15,74	-47,67	690	28	91,7	48,15
60477200	Tres Barras - Jusante Santa Maria	-15,67	-47,95	39,4	21	43,9	10,41
60477300	Torto - Granja	-15,69	-47,92	209	26	33,6	15,39
60477400	Torto - Lago (Montante Paranoá)	-15,71	-47,88	234	28	52,5	20,28
60477600	Bananal - Epia 003	-15,73	-47,91	129	33	21,1	9,46
60478100	Guará - Zoológico	-15,85	-47,97	29	10	9,7	4,84
60478200	Montante Zoológico - Epia 003	-15,86	-47,94	167	16	34,1	19,93
60478400	Ponte Aeroporto -Epar 002	-15,85	-47,93	210	14	54,7	31,24
60478500	Gama - Base Aérea	-15,87	-47,90	136	34	34,4	16,44
60478600	Dom Bosco - Cabeça De Veado	-15,86	-47,86	32,3	33	11,2	3,75
60480000	Paranoá - Jusante Barragem	-15,79	-47,77	1010	20	478,0	133,97
60490000	Df-18 / Br 251	-15,95	-47,67	2130	35	347,0	164,94
60500000	Ponte São Bartolomeu	-16,54	-47,80	4130	38	815,5	294,73
60510010	Engenheiro Amorim	-17,04	-47,94	15200	11	1164,3	795,85
60540000	Montes Claros	-17,13	-48,13	3680	36	609,6	233,34
60544990	Pires Do Rio	-17,33	-48,24	20700	17	2009,4	1229,31
60545000	Pires Do Rio	-17,33	-48,24	20700	30	3464,1	1509,95
60565000	Rio Do Peixe	-17,57	-48,50	3350	15	417,0	224,53
60590000	Fazenda Papua	-17,70	-48,85	2360	28	296,0	153,90
60615000	Fazenda Cachoeira	-18,70	-48,78	195	52	156,4	31,67
60620000	Ponte Rio Piedade	-18,55	-49,17	1710	20	129,0	79,62
60635000	Inhumas	-16,35	-49,49	532	56	70,7	38,74
60640000	Montante De Goiânia	-16,61	-49,28	1740	32	136,6	86,43
60642000	Captação João Leite	-16,50	-49,24	765	31	55,0	38,60
60650000	Jusante De Goiânia	-16,68	-49,20	2830	29	312,4	190,37
60653000	Ribeirão Das Caldas	-16,46	-48,90	51	27	6,5	3,94
60654000	Fazenda Sucuri	-16,91	-49,10	1290	28	93,1	63,56

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
60655000	Fazenda Bonita De Baixo	-16,96	-49,08	4990	39	557,0	274,87
60664800	Jusante Barra Do Quati	-16,76	-49,41	19,5	10	17,6	6,62
60665000	Professor Jamil	-17,25	-49,28	1250	29	143,8	99,93
60675000	Aloândia	-17,75	-49,45	9590	20	1073,0	528,10
60680000	Ponte Meia Ponte	-18,34	-49,61	11500	50	1257,4	580,92
60700000	Anicuns	-16,47	-49,94	561	49	93,1	42,13
60715000	Fazenda Boa Vista	-17,11	-49,69	4640	53	383,0	199,68
60750000	Fazenda Nova Do Turvo	-17,08	-50,29	2640	49	387,0	122,33
60765000	Barra Do Monjolo	-17,73	-50,18	7890	33	427,8	280,05
60772000	Fazenda Santa Maria	-17,98	-50,25	17300	28	1167,1	608,47
60774000	Montividiu	-17,36	-51,08	1020	32	370,0	109,12
60778000	Fazenda Monte Alegre	-17,33	-50,77	808	33	226,0	68,92
60781000	Ponte Rodagem	-17,33	-50,68	5950	36	1501,2	473,10
60785005	Fazenda Paraíso	-17,47	-50,77	1170	30	137,8	76,34
60790000	Ponte Rio Verdão	-17,54	-50,56	8750	41	1133,2	518,19
60798000	Maurilândia	-17,97	-50,34	12800	30	1276,2	718,91
60805000	Ponte Sul Goiana	-18,07	-50,17	30700	30	2573,2	1218,63
60810000	Fazenda Aliança	-18,10	-50,03	1360	38	410,9	117,99
60835000	Fazenda Paraíso	-19,24	-48,57	1510	48	279,1	136,08
60842000	Ponte Br-153 (Posto Tejuco)	-19,04	-49,01	3760	11	448,5	272,74
60845000	Ituiutaba	-18,94	-49,45	6310	51	1018,0	452,98
60848000	Ponte Br-153 (Faz. N0ssa Senhora Aparecida)	-19,50	-48,86	830	10	219,1	109,67
60850000	Fazenda Buriti Do Prata	-19,36	-49,18	2460	62	371,0	185,66
60855000	Ponte Do Prata	-19,04	-49,70	5230	62	1304,2	503,69
60856000	Ponte Br-365 (Faz.Boa Vista)	-18,88	-50,01	756	11	107,2	61,23
60870000	Quirinópolis	-18,50	-50,53	1630	33	448,0	151,50
60885000	Ponte Rio Claro	-17,92	-51,75	4590	21	681,0	379,95
60895000	Ponte Rio Doce	-17,86	-51,39	1280	34	130,0	71,49

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
60900000	Ponte Br-364	-18,30	-51,15	2680	15	195,8	139,09
60905000	Cachoeira Alta	-18,80	-50,98	12800	15	1190,0	766,13
60907000	Fazenda Rondinha	-19,08	-50,65	13600	33	1390,0	745,92
60910000	Ponte Do Cedro	-17,58	-52,60	638	41	136,0	70,84
60920000	Itarumã	-18,71	-51,28	10400	16	1047,0	523,13
60925001	Ponte São Domingos	-19,21	-50,66	3520	32	487,0	194,24
60930000	Fazenda Formoso	-18,41	-52,53	1450	27	79,6	55,19
60940000	Campo Alegre	-18,51	-52,09	3190	35	154,1	103,84
60950000	Canastra	-19,10	-51,15	6850	35	353,7	251,26
60960000	Barra Do Prata	-18,69	-52,59	315	22	20,6	13,90
60965000	Aporé	-18,99	-51,91	4040	32	253,6	172,89
60968000	Cassilândia	-19,11	-51,72	4700	22	309,5	222,03
60970000	Itajá	-19,14	-51,53	5220	35	444,4	263,12
61004000	Ponte Do Costa	-21,80	-44,10	783	30	41,9	22,58
61006000	Fazenda Piedade	-21,90	-44,13	69,1	21	6,2	5,57
61009000	Bom Jardim De Minas	-21,95	-44,19	529	68	112,0	57,57
61011000	Santana Do Garambeu	-21,60	-44,10	1180	14	108,0	83,61
61012000	Madre De Deus De Minas	-21,49	-44,33	2070	68	437,2	193,40
61014000	Alagoa	-22,17	-44,64	282	60	151,8	50,04
61016000	Alagoa	-22,18	-44,65	39,2	19	21,3	13,23
61024000	Aiuruoca	-21,98	-44,60	532	69	872,0	111,78
61031000	Carvalhos	-22,00	-44,46	104	64	35,9	17,06
61041000	Fazenda Da Cachoeira	-21,96	-44,39	68,5	22	9,1	6,82
61043000	Mina De Níquel	-22,00	-44,35	30,1	30	32,5	9,46
61045000	Fazenda Paraíba	-21,75	-44,35	383	65	41,2	29,20
61052000	Andrelândia	-21,74	-44,31	274	68	54,0	31,32
61060000	Fazenda Laranjeiras	-21,69	-44,35	1960	68	495,0	203,27
61065001	Itutinga	-21,28	-44,65	6260	25	1021,0	545,90

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
61075000	Luminarias	-21,51	-44,92	1010	69	358,9	132,90
61078000	Itumirim	-21,32	-44,87	1820	69	513,0	168,25
61080000	Vargem Do Engenho	-21,18	-43,63	18,2	25	3,9	3,49
61081000	Fazenda Loschi	-21,25	-43,67	146	25	29,0	15,95
61085000	Campolide	-21,28	-43,81	569	66	166,6	77,05
61087000	Fazenda Da Conquista	-21,32	-43,72	57,7	19	55,5	22,50
61088000	Usina Barbacena	-21,27	-43,70	183	24	163,0	88,44
61090000	Barroso	-21,19	-43,98	1040	62	200,4	105,93
61093000	Alfredo Vasconcelos	-21,13	-43,66	20,8	17	21,0	12,11
61100000	Ibertioga	-21,44	-43,96	186	65	31,7	12,16
61105000	Porto Do Elvas	-21,16	-44,14	828	62	136,4	77,48
61107000	Porto Tiradentes	-21,12	-44,23	2720	68	698,1	270,83
61110000	Carandaí	-20,95	-43,83	129	21	20,6	11,66
61115000	Usina São João Del Rei	-21,05	-44,21	643	63	162,4	84,07
61122000	Vila Rio Das Mortes	-21,20	-44,33	272	63	370,0	101,38
61125000	Ponte Do Rio Do Peixe	-20,90	-44,45	123	16	31,5	16,24
61135000	Ibituruna	-21,14	-44,74	6070	80	1299,0	578,88
61140000	Bom Sucesso	-21,03	-44,77	348	62	108,5	48,40
61145000	Macaia	-21,14	-44,91	15400	33	2095,2	1063,46
61150000	Ribeirão Vermelho	-21,18	-45,05	15800	33	2096,0	1205,52
61170000	Carmo Da Cachoeira	-21,45	-45,03	238	24	10,7	6,67
61173000	Usina Couro Do Cervo	-21,34	-45,17	390	70	47,8	29,07
61175000	Usina Nepomuceno	-21,26	-45,17	1020	68	343,6	113,91
61195000	Ponte Fernão Dias	-20,75	-44,72	313	10	99,2	69,18
61197000	Fazenda Da Lagoa	-20,75	-44,73	329	10	72,4	50,44
61202000	Santana Do Jacaré	-20,90	-45,13	1506	73	441,5	192,08
61230000	Porto Capetinga	-20,67	-45,83	25400	31	2718,0	1572,84
61250000	Fazenda Da Guarda	-22,69	-45,48	109	67	45,7	22,50

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
61255000	Vila Maria	-22,50	-45,25	29,8	24	5,1	3,30
61266000	Fazenda Córrego Alegre	-22,53	-45,45	12,5	19	2,6	1,45
61267000	Delfim Moreira	-22,51	-45,29	112	61	27,4	10,59
61271000	Itajubá	-22,44	-45,43	860	30	231,5	141,48
61272000	Itajubá	-22,43	-45,45	870	37	301,0	105,11
61280000	Bairro Santa Cruz	-22,37	-45,22	268	38	66,9	35,18
61285000	São João De Itajubá	-22,38	-45,45	560	67	92,4	60,75
61295000	Brasópolis	-22,47	-45,62	156	64	34,2	21,07
61305000	Santa Rita Do Sapucaí	-22,25	-45,71	2810	70	453,0	216,93
61317000	Posto Fiscal Rio Negro	-22,77	-45,75	323	19	20,3	9,97
61320000	São Bento Do Sapucaí	-22,69	-45,74	475	60	192,7	70,14
61323000	Usina Paraisópolis	-22,60	-45,78	15,2	20	5,6	2,69
61335000	Cachoeira Gonçalves	-22,57	-45,88	244	20	39,5	21,86
61343000	Bairro Do Analdino	-22,56	-45,88	247	35	41,1	27,53
61350000	Conceição Dos Ouros	-22,41	-45,79	1310	66	1222,7	221,50
61360000	Cambuí	-22,61	-46,04	116	24	65,3	29,23
61370000	Ponte Do Rodrigues	-22,37	-45,89	676	57	104,2	51,95
61380000	Pouso Alegre	-22,26	-45,98	390	32	70,1	42,28
61390000	Vargem Do Cervo	-22,12	-45,92	486	45	76,8	35,50
61405000	Usina São Miguel	-22,00	-45,00	118	13	15,5	7,32
61410000	Careaçu	-22,05	-45,70	7330	39	1029,9	551,10
61415000	Porto Santa Maria	-21,92	-45,28	7755	30	637,0	446,03
61425000	Paraguaçu-Montante	-21,59	-45,66	9424	38	1183,7	546,03
61429000	Itanhandu	-22,29	-44,94	292	62	75,5	38,45
61431000	Bairro São Geraldo	-21,38	-44,97	75,39	17	41,7	20,76
61434000	Itanhandu	-22,28	-44,95	299	17	62,5	30,22
61440000	Itamonte	-22,27	-44,87	147	17	31,2	22,94
61447000	Usina Pouso Alto	-22,20	-44,97	85,2	16	7,4	6,28

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
61450000	São Lourenço	-22,11	-45,05	1340	30	234,0	144,21
61452000	Usina Silvestre Ferraz	-22,13	-45,15	53,1	10	6,2	3,71
61460000	Conceição Do Rio Verde	-21,89	-45,08	1840	69	335,6	168,88
61470005	Cruzília	-21,92	-44,82	107	17	14,5	9,65
61473000	Baependi	-21,95	-44,88	614	65	208,3	102,38
61484000	Cristina - Montante	-22,21	-45,27	73	12	429,7	97,95
61485000	Cristina	-22,22	-45,27	71,2	45	31,6	16,24
61486000	Cristina	-22,22	-45,27	72	14	30,3	12,49
61490000	Cachoeira Mandembo	-22,17	-45,30	171	30	170,0	30,87
61500000	Fazenda Juca Casimiro	-21,87	-45,26	744	66	281,3	93,05
61505000	Usina Bocaina	-21,88	-45,18	74	17	10,1	6,43
61510000	Três Corações	-21,70	-45,25	4180	69	828,6	368,57
61513000	Cachoeira Goulart	-21,87	-45,35	56,6	29	5,2	4,38
61520000	Chácara Santana	-21,68	-45,26	854	66	112,9	64,53
61530000	Palmela Dos Coelhos	-21,78	-45,44	360	66	69,6	33,46
61537000	Porto Dos Buenos	-21,61	-45,49	6300	42	1389,4	497,43
61540000	Batista De Melo	-21,52	-45,35	6551	25	786,0	452,20
61550000	Pontalete	-21,46	-45,67	16500	33	1587,0	918,03
61565000	Cachoeira Poço Fundo	-21,79	-46,12	349	39	479,0	76,28
61568000	Machado	-21,69	-45,90	732	63	194,0	84,65
61573000	Fama	-21,45	-45,67	16500	27	1517,0	941,30
61585000	Fazenda Do Porto	-21,00	-46,00	775	16	24,9	18,91
61595000	Serrania	-21,75	-46,03	440	16	26,8	10,33
61610000	Juréia	-21,28	-46,36	884	39	155,5	85,36
61615000	Estação Do Areado	-21,32	-46,12	1450	30	83,6	53,32
61635000	Fazenda São José	-21,10	-46,09	296	27	47,3	27,73
61642000	Fazenda Novo Horizonte	-21,02	-46,08	319	22	34,4	21,19
61645000	Porto Carrito	-20,95	-46,08	24200	32	2759,0	1295,72

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
61657000	São José Da Barra	-20,70	-46,16	51600	32	5882,0	2937,00
61680000	Usina Nova Resende	-21,12	-46,57	9,6	15	7,8	5,49
61695000	Itaú De Minas	-20,74	-46,73	1280	35	426,1	144,38
61700000	Usina Santana	-20,81	-46,81	473	53	193,5	82,19
61730000	RIFAINA	-20,08	-47,38	61400	20	4876,0	3371,50
61756000	Canindé	-20,17	-47,88	1260	16	130,0	72,15
61770000	Fazenda Carvalhais	-21,14	-47,01	226	60	41,1	25,91
61774000	Cobiça	-20,98	-47,25	825	16	132,0	74,87
61780000	Fazenda N.S. Das Graças	-20,73	-47,55	3350	15	196,6	147,21
61782000	Usina Dourados	-20,68	-47,62	3860	28	425,2	170,83
61788000	Fazenda São Domingos	-20,20	-48,28	6260	42	540,0	270,29
61794000	Uberaba	-19,73	-47,98	566	23	245,0	112,42
61795000	Conceição Das Alagoas	-19,91	-48,39	1973	43	561,6	220,38
61800500	Beira De Santa Rita	-22,00	-46,31	357	68	54,1	33,57
61802500	Cachoeira Do Carmo	-21,73	-46,47	1650	42	339,0	154,17
61807000	Usina Poços De Caldas	-21,78	-46,62	374	15	616,0	138,85
61815000	Guaxupé	-21,29	-46,70	76	40	29,0	12,27
61817000	São José Do Rio Pardo	-21,60	-46,90	4090	41	768,0	389,63
61824000	Usina Guaranésia	-21,42	-46,93	635	17	30,5	15,44
61826000	Ponte Do Canoas	-21,42	-46,96	649	60	92,2	49,44
61830000	Fazenda Corredeira	-21,32	-47,48	8490	57	1233,9	482,77
61840000	Parque Ribeirão Preto	-21,10	-47,75	10700	30	952,0	602,13
61850000	Desengano	-20,97	-48,03	12200	26	929,0	637,27
61861000	Inconfidentes	-22,32	-46,32	463	39	88,1	52,41
61864000	Ponte Preta	-22,33	-46,42	679	21	70,8	53,25
61865000	Jacutinga	-22,27	-46,60	918	38	110,0	59,75
61868000	Usina Ouro Fino	-22,20	-46,45	100	13	11,0	6,05
61871000	Usina Pinhal	-22,28	-46,75	1300	45	267,0	100,46

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
61878000	Fazenda Aliança	-22,30	-46,75	502	12	118,0	71,98
61879000	Lindóia	-22,52	-46,65	1140	40	343,6	131,00
61884000	Mogi Guaçu I	-22,37	-46,93	3830	29	465,0	222,52
61886000	Pádua Sales	-22,30	-47,13	4670	58	671,5	357,67
61892000	Cachoeira Do Diogo	-22,09	-46,68	351	22	56,0	32,47
61902000	Porto Ferreira	-21,85	-47,48	10100	52	918,3	559,27
61912000	Ponte Guatapara	-21,50	-48,04	13900	70	1001,0	569,10
61930000	Ponte Joaquim Justino	-20,46	-48,45	34300	19	2165,0	1217,42
61946000	São Francisco De Sales	-19,83	-49,67	2700	10	239,0	178,21
62016000	General Salgado	-20,48	-50,42	2350	13	208,0	97,05
62075000	Casa Grande	-23,63	-45,83	87,7	33	87,9	53,13
62087000	Biritiba-Mirim	-23,57	-46,02	357	40	75,6	32,56
62095000	Salesópolis	-23,52	-45,87	125	40	18,3	7,83
62107000	Estrada De Biritiba	-23,57	-46,10	90,1	19	9,2	6,76
62120000	Fazenda Santo Angelo	-23,58	-46,22	138	16	17,6	9,19
62160000	Ermelindo Matarazzo	-23,48	-46,47	1690	15	118,0	85,56
62358000	Franco Da Rocha	-23,33	-46,73	477	16	62,8	26,43
62390000	Jundiá	-23,18	-46,88	263	17	43,0	23,44
62395000	Itupeva	-23,15	-47,06	632	67	123,0	54,67
62400000	Itaici	-23,12	-47,18	795	14	122,0	63,59
62410000	Tietê	-23,10	-47,72	9140	39	791,0	368,40
62420000	Monte Mor	-22,96	-47,30	697	55	182,4	55,23
62478000	Eden (Pirajibu)	-23,42	-47,41	345	67	98,8	32,78
62490000	Salto De Pirapora	-23,64	-47,57	359	59	65,9	36,39
62496000	Bairro Do Sarapu	-23,48	-47,80	1430	33	110,0	62,78
62540000	Fazenda Cachoeirinha	-23,23	-47,78	4410	37	443,0	188,56
62600000	Rio Abaixo (Faz. Cachoeira)	-22,88	-46,63	1690	60	648,0	135,28
62615000	Jaguariuna	-22,71	-46,99	2180	36	580,6	139,48

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
62625000	Amparo	-22,71	-46,78	663	65	157,0	60,47
62660000	Nazaré Paulista	-23,18	-46,38	315	20	45,3	25,18
62665000	Piracaia	-23,05	-46,37	431	71	87,7	31,76
62670000	Atibaia	-23,10	-46,56	1140	70	126,0	53,48
62675100	Itatiba	-22,98	-46,83	1930	33	213,0	112,72
62707000	Piracicaba	-22,72	-47,65	8900	47	1176,0	464,98
62725000	Barra Bonita	-22,50	-48,57	33000	36	2556,0	1233,42
62760005	Ribeirão Do Feijão	-22,16	-47,88	229	30	29,5	14,03
62760050	Siriema	-22,27	-47,90	28,9	12	8,1	3,70
62760110	Córrego Das Perdizes	-22,19	-47,91	11,6	18	1,4	0,75
62760130	Jacaré-Açu 1	-22,17	-47,90	218	30	31,7	15,34
62760150	Jacaré-Açu 2	-22,16	-47,90	219	30	32,6	13,50
62763500	Vale Da Fertilidade	-22,12	-47,98	587	11	13,0	3,59
62767500	Fazenda Santo Inácio	-22,06	-48,09	795	20	100,4	46,76
62770500	Fazenda São José	-22,06	-48,09	1070	20	51,2	30,31
62776600	Fazenda Do Porto	-21,86	-48,39	2170	23	206,2	106,07
62777100	Estância Recreio	-21,95	-48,43	263	11	29,5	12,94
62813000	Reginópolis	-21,88	-49,23	1960	26	187,0	75,26
62885000	Lussanvira	-20,67	-51,16	70300	41	2993,0	1739,95
63001000	Próximo Costa Rica	-18,55	-53,13	1250	13	133,0	88,02
63001200	Porto De Pedras	-19,06	-53,02	3770	18	242,1	159,58
63001500	Alto Sucuriu	-19,44	-52,57	7210	20	394,0	256,03
63001750	Morangas	-19,55	-52,17	1080	10	108,9	59,74
63002000	São José Do Sucuriu	-19,97	-52,22	17900	21	1023,0	671,51
63003100	Porto Galeano	-20,09	-52,15	19000	20	1140,2	712,23
63250000	Alto Rio Verde	-19,38	-53,57	2940	21	135,1	79,33
63350100	Água Clara	-20,45	-52,90	14500	28	657,0	344,59
63390000	Estrada Queiroz	-20,89	-52,36	20100	12	580,0	395,16

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
63700000	Varpa	-22,08	-50,55	2650	31	337,0	121,28
63710000	Estrada Do Quata	-22,06	-50,61	2910	29	748,0	209,69
63900001	Ribas Do Rio Pardo	-20,44	-53,72	8150	27	646,8	293,46
63930000	Campos Elisios	-20,98	-53,28	13200	14	458,0	351,34
63950010	Vau Do Balsamo	-20,99	-54,51	2530	21	187,8	102,94
63950100	Fazenda Ponte	-21,30	-54,20	3830	18	313,9	161,72
63950150	Fazenda Santa Luzia	-21,43	-54,31	501	20	36,0	23,44
63950250	Fazenda Divisa	-21,21	-53,96	1460	19	65,9	50,28
63955000	Delfino Costa	-21,61	-53,05	13600	25	438,7	307,67
63970000	Fazenda Buriti	-21,66	-52,87	31000	18	1075,8	699,18
63979000	Porto Uerê	-21,67	-52,40	32900	14	919,3	650,16
64075000	Angatuba	-23,56	-48,39	2520	68	235,7	109,12
64082000	Campina Do Monte Alegre	-23,60	-48,48	5790	10	353,0	239,60
64120000	Buri	-23,80	-48,58	2020	10	95,3	72,30
64190000	Itapeva	-23,98	-48,92	814	29	77,8	45,25
64220000	Piraju	-23,18	-49,38	18400	10	850,0	549,70
64231000	Colônia Barro Preto	-24,03	-49,47	1550	18	1095,0	233,82
64242000	Tamanduá	-23,97	-49,58	1690	28	572,0	219,59
64245000	Olaria Dos Padres	-23,72	-49,55	4230	10	363,0	274,30
64250000	Itaporanga	-23,70	-49,47	1480	10	150,0	100,06
64275000	Porto Ermidão	-23,10	-49,75	27800	10	1616,0	1090,00
64280000	Ponte Melo Peixoto	-23,02	-49,90	28500	22	2201,0	1047,27
64323000	Santa Cruz Do Rio Pardo	-22,90	-49,62	4190	50	310,9	140,16
64335100	Porto Jaú	-22,90	-50,02	38800	27	2029,0	1254,20
64360000	Tomazina	-23,77	-49,95	2020	74	851,0	281,69
64362000	Granja Garota	-23,02	-50,15	3970	26	1023,0	574,85
64370000	Andirá	-23,08	-50,28	5620	70	1735,0	696,91
64382000	Fazenda Casa Branca	-23,40	-50,45	2610	25	1343,0	515,08

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
64390000	Porto Santa Terezinha	-23,12	-50,45	3460	65	1069,0	443,52
64440000	Santa Cruz	-25,20	-50,15	1340	25	275,0	134,48
64442800	Lajeado	-25,20	-50,52	1340	23	135,7	99,16
64447000	Engenheiro Rosaldo Leitão	-24,97	-50,39	5710	26	1010,0	508,42
64450002	Sumidouro - Represa Alagados	-25,03	-50,08	433	30	119,0	43,35
64460000	Bom Jardim	-24,70	-50,48	744	56	220,0	100,46
64465000	Tibagi	-24,53	-50,41	8840	73	1435,0	702,60
64475000	Castro	-24,78	-50,01	1190	24	567,0	130,92
64477600	Chácara Cachoeira	-24,75	-50,09	1590	24	472,0	247,95
64480000	Lavrinha	-24,72	-50,13	1660	12	295,0	141,43
64501000	Porto Londrina	-23,65	-50,88	18700	24	4395,0	2161,54
64507000	Jataizinho	-23,25	-50,98	8167	68	6139,3	2251,70
64508500	Ponte Preta	-23,17	-50,78	1050	27	455,0	195,83
64515000	Balsa Do Paranapanema	-22,66	-51,37	84800	23	9304,0	5013,04
64517000	Usina Capivara - Jusante	-22,67	-51,40	84900	12	12112,3	5444,55
64550000	Vila Silva Jardim	-22,86	-52,08	4490	34	733,0	343,82
64575003	Porto São José - Jusante	-22,71	-53,17	676000	16	23513,0	16299,31
64601000	Brilhante	-21,63	-54,99	3870	15	239,3	145,80
64605000	Porto Rio Brilhante	-21,91	-54,53	8910	19	351,0	258,63
64608000	Usina São João Ii	-22,41	-55,44	731	21	142,0	46,39
64609000	Dourados	-22,40	-54,79	5700	29	361,2	248,53
64610000	Porto Wilma	-22,07	-54,23	9030	18	516,8	314,56
64611000	Retiro Guarujá	-21,90	-54,05	20600	11	809,0	602,45
64613000	Aroeira	-21,64	-54,42	4470	32	456,5	228,90
64613800	Fazenda São Joaquim	-21,85	-53,96	6500	15	173,2	129,64
64614000	Fazenda Ipacarai	-21,96	-53,77	28400	20	1265,0	760,63
64617000	Ivinhema	-22,38	-53,53	31900	31	1501,0	848,55
64618000	Fazenda Jangada	-22,55	-54,03	1190	14	50,4	40,28

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
64619950	São Pedro	-25,23	-50,95	1050	20	729,4	313,67
64620000	Rio Dos Patos	-25,21	-50,94	1090	73	573,0	204,19
64625000	Tereza Cristina	-24,83	-51,14	3560	46	1733,0	981,20
64655000	Ubá Do Sul	-24,04	-51,62	12700	32	5238,0	2928,57
64659000	Barbosa Ferraz	-24,02	-51,95	3290	29	1778,9	1109,74
64673000	Quinta Do Sol	-23,83	-52,18	1530	30	627,0	217,29
64680000	Jussara	-23,62	-52,47	725	11	104,1	78,65
64682000	Japurá	-23,43	-52,62	818	28	95,1	51,89
64685000	Porto Paraíso Do Norte	-23,32	-52,66	28400	49	5710,0	3694,35
64689000	Tapira	-23,22	-53,03	31900	13	4122,0	3436,82
64689005	Tapira Jusante	-23,23	-53,05	32500	11	3788,3	3141,00
64690000	Porto Taquara	-23,19	-53,20	33100	11	4548,0	3431,09
64693000	Novo Porto Taquara	-23,20	-53,30	34400	29	3990,8	3220,91
64700000	Ponte Rio Amambai	-22,93	-55,22	1830	21	200,0	115,95
64715001	Florida	-22,97	-54,56	7200	22	479,0	317,52
64717000	Navirai	-23,13	-54,20	8970	18	409,0	305,01
64720000	Colônia Bom Jesus	-23,43	-54,40	833	17	63,5	38,46
64723000	Porto São Domingos	-23,65	-55,39	1060	19	108,0	70,37
64725000	Estrada Iguatemi	-23,73	-54,54	7190	13	585,0	310,38
64764000	Guampará	-24,98	-52,28	1690	18	1032,0	631,22
64771500	Porto Guarani	-24,87	-52,76	4160	27	2000,5	1398,39
64773000	Ponte Leôncio Primo	-24,78	-52,23	757	25	938,5	508,05
64775000	Balsa Do Cantu	-24,75	-52,70	2520	38	1475,7	850,89
64776100	Foz Do Cantu	-24,75	-52,88	7650	19	6834,6	3892,47
64785000	Ponte Do Goio - Bang	-24,62	-52,93	1340	38	187,4	109,79
64790000	Salto Sapucaí	-24,63	-53,10	692	37	250,7	101,26
64795000	Ponte Do Piquiri	-24,52	-53,17	11200	33	4752,9	2986,33
64799500	Novo Porto 2	-24,40	-53,16	12100	24	5589,8	3924,11

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
64800000	Porto 2	-24,33	-53,18	13100	13	4190,0	2355,15
64810000	Balsa Do Goio - Ere	-23,92	-53,13	2040	40	279,0	157,47
64815000	Fazenda Uberaba	-24,13	-53,32	2960	27	536,4	224,36
64820000	Porto Formosa	-24,20	-53,33	17400	22	4755,2	2890,85
64830000	Balsa Santa Maria	-24,17	-53,74	20900	34	5664,0	3156,68
64843000	Guaira	-24,07	-54,25	804000	74	89840,0	20864,36
64875500	São Francisco Verdadeiro	-24,82	-54,10	1406	12	454,0	212,75
65003950	Olaria Do Estado	-25,44	-49,12	182	11	19,0	12,44
65009000	Ponte Br-277	-25,48	-49,19	625,53	20	104,0	76,51
65010000	Fazendinha	-25,52	-49,15	116,82	47	15,5	11,06
65011400	Prado Velho - Ucp	-25,45	-49,25	43	24	54,8	24,97
65013005	Ete - Sanepar	-25,53	-49,22	814	10	158,0	112,69
65015400	Cachoeira	-25,59	-49,23	272	20	30,7	19,25
65019700	Ponte Da Caximba	-25,61	-49,36	257	29	110,0	71,00
65020995	Montante Aterro Sanitário	-25,35	-49,34	20	10	4,2	2,58
65021000	Jusante Aterro Sanitário	-25,37	-49,35	27	10	4,0	2,79
65021750	Mato Limpo	-25,38	-49,40	16,8	10	2,4	1,85
65021770	Colônia Dom Pedro	-25,42	-49,38	25	10	3,5	3,03
65023000	Olaria Pioli	-25,55	-49,41	168,91	11	20,5	13,13
65024000	Campina Das Pedras	-25,57	-49,43	180	19	20,7	14,15
65025000	Guajuvira	-25,60	-49,51	2330	29	614,0	240,24
65027000	Rodéio	-25,58	-49,58	231	30	49,3	22,02
65035000	Porto Amazonas	-25,55	-49,89	3662	70	1167,0	325,20
65060000	São Mateus Do Sul	-25,88	-50,39	6065	75	1620,0	456,06
65085000	Bateias De Baixo	-26,08	-49,27	391	26	96,6	55,72
65090000	Fragosos	-26,15	-49,38	800	38	248,0	87,96
65094500	Avencal	-26,27	-49,62	960	29	382,2	180,22
65095000	Rio Preto Do Sul	-26,22	-49,60	2610	49	655,0	275,17

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
65100000	Rio Negro	-26,11	-49,80	3379	75	844,2	311,11
65135000	Rio Da Várzea Dos Lima	-25,93	-49,39	605	67	107,2	51,00
65136550	Quitandinha	-25,86	-49,51	939	25	141,0	72,52
65155000	São Bento	-25,95	-49,79	2012	75	564,0	131,71
65180000	Salto Canoinhas	-26,37	-50,28	772	30	228,4	107,54
65190000	Braço Do Potinga	-25,87	-50,66	379	13	78,4	47,53
65200000	Pontilhão	-25,87	-50,55	1930	14	206,0	152,76
65220000	Fluviópolis	-26,02	-50,59	18300	41	3231,0	1315,35
65235000	Rio Claro Do Sul	-25,96	-50,68	465	18	69,0	62,47
65260000	Foz Do Cachoeira	-26,58	-50,75	693	18	371,0	183,93
65295000	Santa Cruz Do Timbó	-26,38	-50,88	2614	30	706,0	385,92
65310000	União Da Vitória	-26,23	-51,08	24211	75	4979,6	1629,48
65365000	Porto Vitória (Rio Espingarda)	-26,18	-51,52	65	58	153,0	43,46
65370000	Jangada Do Sul	-26,39	-51,27	1055	60	935,3	230,39
65415000	Fazenda Maracanã	-26,03	-51,14	323	60	263,0	82,02
65690000	Leonópolis	-25,69	-51,22	371	10	295,0	129,62
65770000	Balsa Do Pinhalzinho	-25,94	-51,41	1640	16	603,0	363,31
65774404	Uhe Foz Do Areia	-26,03	-51,67	29900	12	8910,0	4205,00
65809000	Eta - Guarapuava	-25,40	-51,44	314	18	364,0	160,95
65810000	Guarapuava	-25,44	-51,45	726	31	252,0	126,29
65825000	Santa Clara	-25,64	-51,97	3930	56	3157,8	729,71
65835000	Porto Santa Maria	-25,73	-52,27	39600	13	6889,3	3778,33
65883052	Usina Salto Santiago (Defluente)	-25,65	-52,62	0	11	15673,0	7659,82
65890000	Campo Novo	-25,47	-52,90	146	28	308,0	71,75
65894992	Usina Salto Osório (Defluente)	-25,55	-53,02	0	13	17006,0	8794,77
65895002	Salto Osório Jusante	-25,54	-53,03	45800	47	17003,0	4892,49
65925000	Salto Claudelino	-26,28	-52,30	1660	38	988,5	463,17
65927000	Porto Palmeirinha	-26,03	-52,63	3410	31	1352,8	707,92

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
65945000	Ponte Do Vitorino	-26,05	-52,80	554	49	497,5	136,83
65955000	Balsa Do Santana	-25,92	-52,85	1720	46	1460,8	493,25
65960000	Águas Do Verê	-25,77	-52,93	6696	49	5366,1	1611,27
65970000	Porto Santo Antônio	-25,39	-53,10	1024	25	1062,3	634,99
65979000	São Sebastião	-25,43	-53,52	1310	29	566,4	367,48
65981500	Ponte Do Capanema	-25,77	-53,61	1730	27	800,0	623,25
65985000	Estreito Do Iguaçú	-25,55	-53,77	62300	18	19284,0	7787,79
65986000	Estreito Do Iguaçú Novo	-25,56	-53,84	63300	19	31069,4	10925,31
65987000	Porto Capanema	-25,57	-53,93	65680	21	28042,0	12575,66
65990550	Muniz	-25,75	-53,84	969	14	432,0	243,43
65993000	Salto Cataratas	-25,68	-54,43	67317	63	35600,0	9772,83
66005000	Alto Paraguai	-14,50	-56,49	658	14	186,3	126,65
66006000	Nortelândia	-14,45	-56,81	1600	36	471,0	184,07
66008000	Jauquara	-15,17	-57,08	1310	37	251,6	178,43
66010000	Barra Do Bugres	-15,08	-57,18	9250	37	1334,0	636,62
66015000	Porto Estrela	-15,33	-57,23	12100	30	1128,1	667,69
66050000	Tapirapuã	-14,85	-57,77	5290	26	703,0	448,43
66055000	São José Do Sepotuba	-15,09	-57,68	8090	29	1180,1	663,33
66065000	Estrada Mt-125	-15,47	-57,89	3620	30	350,8	243,02
66070004	Cáceres (Dnppv)	-16,08	-57,70	32400	39	2659,0	1325,89
66071400	Água Suja	-15,50	-58,60	2860	24	508,0	318,58
66072000	Porto Esperidião	-15,85	-58,46	5660	32	484,9	255,79
66076000	Baia Grande	-15,90	-58,37	8910	22	220,0	161,64
66090000	Descalvados	-16,73	-57,75	47100	34	1148,3	919,98
66110000	Perto De Pocone	-16,32	-56,54	2910	27	229,0	112,14
66120000	Porto Conceição	-17,14	-57,36	64000	28	873,2	631,50
66140000	Marzagão	-14,54	-55,85	2320	21	672,4	498,23
66160000	Quebó	-14,65	-56,13	4260	35	1242,9	772,85

Código	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
66171500	Fazenda Riacho Doce	-15,09	-55,44	1360	12	366,4	209,76
66173000	Ponte Do Rio Casca Man-F2	-15,02	-55,55	2900	15	494,6	236,54
66175000	Passagem Do Mamão Man-F3	-15,11	-55,68	1240	14	112,2	84,68
66200000	Montante Da Barra	-14,94	-55,77	5000	22	763,1	369,59
66201000	Fazenda Taperão Man-F5	-14,94	-55,77	5010	16	666,5	371,16
66231000	Fazenda Raizama (Coimbra) - F6	-14,85	-55,86	9580	22	1593,6	855,55
66250001	Rosário Oeste	-14,83	-56,41	16000	39	2474,1	1605,78
66255000	Acorizal	-15,20	-56,37	19700	43	2705,9	1604,79
66260001	Cuiabá	-15,62	-56,11	23500	46	3479,3	1799,60
66260002	Cuiabá	-15,58	-56,13	22800	13	2492,4	1807,27
66280000	Barão De Melgaço	-16,19	-55,97	28900	36	1932,4	1112,41
66340000	Porto Cercado (Ex-Retiro Biguaçal)	-16,51	-56,38	36900	29	765,8	609,95
66350000	São Roque	-16,63	-56,47	37000	16	561,0	515,70
66360000	São João	-16,94	-56,63	38500	27	487,5	404,99
66370000	Ilha Camargo	-17,06	-56,58	39000	10	856,0	654,90
66380000	São Pedro Da Cipa	-16,00	-54,92	3240	17	622,8	338,50
66400000	São Lourenço De Fátima	-16,31	-54,92	6990	34	765,4	488,03
66430000	Jarudore	-16,20	-54,30	3780	12	2751,9	894,73
66440000	Pedra Preta	-16,61	-54,46	2180	22	1866,5	469,30
66450001	Rondonópolis	-16,48	-54,65	12300	35	2121,0	975,94
66455000	Ponte De Pedra	-16,72	-54,75	1750	14	96,3	69,43
66460000	Acima Do Córrego Grande	-16,61	-55,21	23000	29	1171,5	832,22
66465000	Colônia Santa Izabel	-16,69	-56,00	23900	10	428,1	401,45
66470000	São José Do Boriréu	-16,93	-56,22	24100	29	428,0	392,48
66480000	Estrada Br-163	-17,89	-55,00	2660	19	214,2	121,65
66490000	Estrada Br-163	-17,61	-54,83	3970	32	181,3	127,45
66520000	Itiquira	-17,21	-54,15	2920	33	1198,6	355,03
66525000	Estrada Br-163	-17,13	-54,82	5240	12	471,4	221,31

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
66600000	São Jerônimo	-17,20	-56,01	23300	31	702,5	525,00
66650000	São José Do Piquiri	-17,29	-56,39	30000	26	1057,0	689,19
66750000	Porto Do Alegre	-17,62	-56,97	103000	32	1343,0	1045,45
66800000	Amolar	-18,04	-57,49	234000	30	2317,2	1781,76
66810000	São Francisco	-18,39	-57,39	243000	31	5038,0	2633,83
66840000	Perto De Pedro Gomes	-18,16	-54,47	9710	15	971,6	374,58
66845000	Pedro Gomes	-18,17	-54,47	9730	18	1348,4	431,40
66849000	Confluência Rio Jauru	-18,73	-54,58	7380	10	632,2	344,34
66850000	Contravertente	-18,72	-54,53	6320	20	437,3	189,15
66855000	Garimpagem	-18,71	-54,57	6330	18	435,4	252,55
66865000	Próximo Rio Verde	-18,90	-54,81	498	17	388,0	152,70
66870000	Coxim	-18,51	-54,76	27600	36	1277,5	732,32
66885000	Porto Rolom	-18,30	-56,17	31200	21	376,4	297,29
66888200	Próximo Perdigão	-19,25	-55,01	409	10	62,9	28,71
66890000	Fazenda Rio Negro	-19,59	-56,22	17900	12	311,4	196,16
66895000	Porto Da Manga	-19,26	-57,24	327000	29	3551,4	2654,60
66910000	Miranda	-20,24	-56,40	15000	35	770,0	403,92
66920000	Tiçã De Fogo	-19,92	-56,80	18500	18	137,8	125,93
66926000	Ponte Do Grego	-20,16	-55,09	6330	17	883,4	396,35
66941000	Palmeiras	-20,45	-55,43	10900	32	676,3	375,55
66945000	Aquidauana	-20,48	-55,80	15700	34	691,4	477,91
66950000	Porto Ciriaco	-19,70	-56,28	17200	27	159,9	148,01
66960008	Porto Esperança	-19,60	-57,44	371000	17	5031,5	2834,30
67006000	Baia Negra	-20,23	-58,17	516000	15	4349,0	3337,93
67025000	Retiro Alegria	-21,20	-57,19	938	18	561,0	192,06
67050000	Fecho Dos Morros	-21,44	-57,93	565000	17	5751,0	3314,12
67100000	Porto Murinho	-21,70	-57,89	576000	64	6289,0	3650,18
67170000	São Carlos	-22,22	-57,30	10200	18	800,6	538,51

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
67175000	Baia Grande	-21,94	-57,25	2610	18	233,0	168,54
70100000	Despraiado	-28,37	-49,80	533	30	450,0	229,72
70200000	Invernada Velha	-28,44	-50,30	2820	41	3529,5	1338,69
70300000	Fazenda Mineira	-28,09	-50,06	1170	60	1353,0	488,41
70500000	Coxilha Rica	-28,16	-50,44	550	56	806,4	305,32
70700000	Passo Socorro	-28,21	-50,76	8440	61	5166,0	2253,50
71200000	Vila Canoas	-27,80	-49,78	1010	48	356,8	189,02
71250000	Ponte Do Rio João Paulo	-27,83	-49,63	489	42	165,8	97,03
71300000	Rio Bonito	-27,70	-49,84	2000	61	465,0	227,53
71350000	Encruzilhada	-27,50	-50,13	3230	34	1034,0	332,76
71350001	Encruzilhada Ii	-27,51	-50,11	3230	19	547,0	333,82
71380000	Canoas	-27,55	-50,37	4410	15	720,0	397,47
71383000	Ponte Alta Do Sul	-27,49	-50,39	4610	49	913,0	491,97
71385000	Ponte Do Rio Antinhas	-27,35	-50,43	30	13	17,2	7,16
71490000	Ponte Marombas	-27,22	-50,47	354	40	238,5	99,31
71496000	Ponte Do Rio Correntes	-27,07	-50,65	539	21	187,0	76,53
71498000	Passo Marombas	-27,33	-50,75	3680	65	2350,0	648,97
71550000	Passo Caru	-27,54	-50,85	10000	55	9778,0	2072,09
71800000	Colônia Santana	-27,65	-51,05	13200	21	5247,0	2024,38
72300000	Passo Do Virgilio	-27,50	-51,71	29300	20	11500,0	4910,06
72400000	Passo São Geraldo	-27,93	-51,73	1470	20	454,0	277,95
72430000	Passo Do Granzotto	-27,88	-51,75	1620	49	700,2	370,62
72530000	Passo Do Ligeiro	-28,06	-51,91	460	43	542,0	182,70
72580000	Ponte Do Rio Tapejara	-27,93	-52,09	1080	32	680,4	395,40
72630000	Passo Santa Tereza	-27,71	-51,89	2800	47	1590,0	734,34
72680000	Passo Colombelli	-27,56	-51,86	3660	66	3577,5	1247,14
72715000	Rio Das Antas	-26,90	-51,08	801	27	596,0	250,80
72750000	Videira	-26,98	-51,17	1650	22	739,0	388,48

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
72810000	Tangará	-27,09	-51,26	2010	29	2033,9	770,83
72849000	Joaçaba I	-27,16	-51,48	3710	19	2472,0	1397,80
72870000	Barra Do Rio Pardo	-27,32	-51,53	420	29	642,0	202,83
72980000	Rio Uruguai	-27,45	-51,86	5170	60	4097,0	1587,41
73010000	Marcelino Ramos	-27,46	-51,90	40900	58	22683,0	8355,16
73180000	Engenho Velho	-27,24	-52,21	918	46	802,0	401,11
73200000	Ita	-27,28	-52,33	43900	42	20620,0	8694,76
73300000	Bonito	-26,95	-52,18	654	53	447,0	187,22
73330000	Passo Alto Irani	-26,97	-52,37	933	46	1208,0	387,18
73350000	Barca Irani	-27,17	-52,52	1500	34	1254,7	634,23
73480000	Ponte Do Rio Passo Fundo	-27,39	-52,72	3710	35	2754,0	818,03
73550000	Passo Caxambu	-27,17	-52,87	52400	63	26906,0	10516,00
73600000	Abelardo Luz	-26,56	-52,33	1840	50	1630,0	579,06
73690001	Coronel Passos Maia	-26,77	-52,03	740	30	713,0	313,80
73700000	Chapecozinho	-26,73	-52,40	1380	26	474,0	291,25
73750000	Porto Fae	-26,80	-52,68	5330	19	2686,2	1198,45
73765000	Passo Quilombo	-26,76	-52,75	266	29	570,0	221,88
73770000	Porto Fae Novo	-26,82	-52,73	5550	23	3751,5	1610,73
73780000	Jardinópolis	-26,74	-52,90	642	29	961,0	477,00
73820000	Passo Pio X	-26,86	-52,90	1010	45	1101,0	480,66
73850000	Passo Nova Erechim	-26,93	-52,90	7550	31	6600,6	2515,23
73900000	Saudades	-26,93	-53,01	418	43	357,0	174,21
73960000	Barra Do Chapecó Aux.	-27,04	-52,95	8240	33	4412,0	2310,86
73970000	Barra Do Chapecó	-27,10	-53,00	8300	18	4108,0	2008,78
74100000	Iraí	-27,17	-53,23	61900	62	38226,0	12777,11
74205000	Linha Cescon	-27,81	-53,03	437	47	405,0	182,84
74210000	Potreiro Bonito	-27,80	-53,05	2560	15	1614,0	895,60
74270000	Passo Rio Da Várzea	-27,28	-53,32	5340	64	6042,0	2245,88

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
74295000	Linha Jatá	-27,01	-53,30	300	28	492,3	196,74
74320000	Ponte Do Sargento	-26,68	-53,29	609	41	674,0	346,49
74345000	Pch Guarita Montante	-27,63	-53,55	730	13	259,0	99,43
74370000	Palmitinho	-27,33	-53,64	2020	42	1560,0	642,67
74460000	Ponte Do Rio Turvo	-27,82	-53,73	502	30	119,2	58,12
74470000	Três Passos	-27,39	-53,88	1540	41	1106,0	527,11
74600000	Cascata Burica	-27,52	-54,23	2260	55	1241,0	615,58
74700000	Tucunduva	-27,67	-54,46	1140	62	585,0	278,12
74750000	Linha Cascata	-27,85	-54,56	329	43	255,9	150,80
74800000	Porto Lucena	-27,85	-55,02	95200	24	35154,0	18178,75
74880000	Passo São João	-28,06	-54,76	817	64	678,0	202,30
74900000	Linha União	-27,93	-54,94	1260	36	629,0	393,11
75155000	Passo Faxinal	-28,29	-53,76	1940	62	1577,0	410,17
75185000	Ponte Nova Do Potiribu	-28,38	-53,88	609	31	551,0	136,48
75200000	Conceição	-28,46	-53,97	811	60	379,0	181,11
75205000	Ponte Nova Do Conceição	-28,38	-54,03	970	29	620,6	225,47
75230000	Santo Angelo	-28,36	-54,27	5440	62	5535,0	977,61
75295000	Colônia Mousquer	-28,39	-54,33	2160	29	880,0	622,14
75300000	Passo Viola	-28,22	-54,60	8910	27	3180,0	1349,33
75320000	Ponte Mística	-28,18	-54,74	9450	43	3409,0	1592,51
75400000	Passo Do Dias	-28,66	-54,46	932	55	1760,5	539,87
75430000	Passo Major Zeferino	-28,73	-54,63	871	36	800,0	330,19
75450000	Passo Santa Maria	-29,58	-54,92	3240	45	2032,0	993,22
75500000	Passo Do Sarmento	-28,21	-55,32	5230	61	2617,0	1066,93
75550000	Garruchos	-28,18	-55,64	116000	26	39718,0	17601,62
75600000	Passo Das Turmas	-28,84	-54,86	378	29	840,0	429,01
75700000	Passo Do Novo	-28,68	-55,58	3710	27	3885,8	1544,72
75780000	Passo São Borja	-28,62	-56,04	125000	13	30457,0	18946,75

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
76085000	Cachoeira 5 Veados	-29,43	-54,05	1540	27	1308,0	770,30
76100000	Vila Clara	-29,56	-54,34	2790	61	1427,0	784,59
76120000	Ponte Toropi	-29,65	-54,43	3050	28	1263,0	651,96
76260000	Passo Do Guterres	-30,84	-54,54	576	10	647,0	454,35
76300000	Ponte Ibicui Da Armada	-30,28	-54,90	6010	38	1680,7	785,33
76310000	Rosário Do Sul	-30,24	-54,92	12100	37	6750,0	2290,86
76360001	Azevedo Sodré	-30,10	-54,63	1230	11	317,4	261,35
76380000	Cacequi	-29,90	-54,83	1810	39	1335,0	369,62
76440000	Jaguari	-29,50	-54,69	2320	61	2879,0	945,29
76460000	Ernesto Alves	-29,36	-54,74	926	46	1747,0	541,35
76490000	Passo Do Loreto	-29,68	-54,95	4600	27	2476,0	1126,93
76500000	Jacaqua	-29,69	-55,20	27800	44	6304,0	2985,09
76550000	Ponte Do Miracatu	-29,48	-55,27	377	13	133,0	82,07
76560000	Manoel Viana	-29,59	-55,48	29400	37	7450,0	3539,31
76600000	Passo Do Itaum	-29,45	-55,73	31000	15	5024,0	2572,93
76650000	Passo Da Cachoeira	-29,31	-55,71	2560	41	1561,0	602,27
76700000	Passo Dos Britos	-29,97	-55,75	3200	20	659,0	479,42
76742000	Passo Do Osório	-29,95	-55,60	1160	28	1331,0	454,98
76750000	Alegrete	-29,77	-55,79	5940	63	1695,0	985,88
76800000	Passo Mariano Pinto	-29,31	-56,05	42500	48	10180,0	4527,73
77150000	Uruguaiana	-29,75	-57,09	190000	56	32076,0	16223,05
77500000	Quaraí	-30,38	-56,47	4570	19	2213,0	1258,15
79400000	Estância Do Espantoso	-31,53	-54,29	1180	15	436,5	227,01
80200000	Fazenda N.S. Aparecida	-23,66	-46,01	39	43	25,8	10,29
81019350	Ponte Do Açungui	-25,24	-49,59	582	21	263,0	92,71
81102000	Balsa Do Jacaré	-24,93	-49,48	1700	27	583,0	251,50
81107000	Foz Do São Sebastião	-24,90	-49,44	3240	26	1324,0	621,22
81120000	Costas	-25,01	-49,34	417	26	260,6	73,30

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
81125000	Turvo	-24,75	-49,33	421	60	94,0	40,11
81135000	Balsa Do Cerro Azul	-24,80	-49,27	4600	75	1888,8	670,31
81140000	Cerro Azul	-24,83	-49,26	436	64	396,8	62,01
81200000	Capela Da Ribeira	-24,66	-49,00	7360	69	3114,9	909,05
81210000	Sitinho	-24,68	-48,98	373	11	63,3	36,28
81299000	Capivari - Montante	-25,22	-48,95	468	21	158,3	96,36
81300000	Praia Grande	-25,17	-48,88	912	39	241,0	95,31
81303000	Capivari - Jusante	-25,09	-48,83	1100	21	201,5	87,96
81335000	Córrego Comprido	-24,74	-48,50	2930	29	2571,1	551,41
81350000	Iporanga	-24,59	-48,59	12500	66	4707,4	1377,65
81450000	Juquitiba - Ii	-23,93	-47,07	236	55	32,5	17,39
81470000	Juquitiba I	-23,94	-47,10	436	28	243,0	86,50
81525000	Abaixo Capela	-24,18	-47,65	639	27	255,0	121,54
81530000	Barra Do Açungui	-24,21	-47,61	2440	54	524,4	222,62
81580000	Itariri	-24,29	-47,18	73	69	356,2	99,14
81600000	Pedro Barros	-24,25	-47,37	1260	70	399,6	215,36
81630000	Miracatu	-24,28	-47,46	1480	55	398,4	237,84
81680000	Juquiá 1	-24,32	-47,63	4360	42	772,0	459,40
81710000	Jacupiranga	-24,69	-48,00	777	53	153,7	122,91
82009080	Passo Do Vau	-25,22	-48,46	180	25	109,0	54,70
82111000	Mergulhão	-25,30	-48,72	358	21	140,8	114,10
82121000	Limoeiro	-25,32	-48,70	391	22	198,9	135,82
82160000	Veú De Noiva	-25,43	-48,94	47	31	182,0	36,61
82170000	Morretes Nhundiaquara	-25,48	-48,83	215	67	224,7	115,40
82195000	Marumbi	-25,51	-48,88	78	19	266,2	79,62
82261001	Primeiro Salto Do Cubatão	-26,19	-49,11	125	44	74,7	34,98
82270000	Quiriri	-26,12	-49,00	182	11	215,0	124,36
82270050	Pirabeiraba	-26,18	-48,94	374	14	1120,0	361,75

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
82320000	Corupá	-26,42	-49,29	182	58	157,6	68,71
82350000	Jaraguá Do Sul	-26,48	-49,08	794	64	1083,0	366,27
82370000	Rio Jaraguá	-26,50	-49,09	281	59	408,2	152,41
82420000	Rio Do Júlio	-26,28	-49,12	46,5	20	13,0	7,52
82549000	Schroeder	-26,44	-49,06	358	27	586,0	210,75
82769800	Estrada Dos Morros	-26,25	-48,98	30	16	20,0	13,86
82770000	Ponte Sc-301	-26,45	-48,83	392	21	333,1	165,09
83029900	Barragem Taió Montante	-27,04	-50,12	648	20	965,0	360,04
83050000	Taió	-27,11	-49,99	1570	75	725,0	353,29
83060000	Pouso Redondo	-27,26	-49,94	140	32	82,5	42,10
83069900	Vila Nova	-27,31	-49,80	397	19	2479,8	403,52
83070000	Trombudo Central	-27,29	-49,77	561	23	130,0	75,86
83095000	Barracão	-27,68	-49,32	160	20	314,0	95,54
83100000	Barracão	-27,68	-49,33	416	21	423,0	146,74
83105000	Saltinho	-27,68	-49,36	434	29	1585,0	413,99
83120000	Jararaca	-27,60	-49,45	653	25	413,0	168,38
83250000	Ituporanga	-27,40	-49,61	1650	75	1407,8	344,57
83300002	Rio Do Sul	-27,22	-49,62	5160	35	1400,0	761,54
83300200	Rio Do Sul - Novo	-27,21	-49,63	5160	25	1780,0	760,92
83345000	Barra Do Prata	-26,70	-49,83	1430	24	1100,0	496,23
83440000	Ibirama	-27,05	-49,52	3330	75	2442,0	702,22
83480000	Neisse Central	-27,07	-49,35	238	24	130,0	57,97
83500002	Apiuna	-27,04	-49,39	9070	63	4093,0	1527,65
83520000	Warnow	-26,94	-49,29	9790	22	4823,9	1715,09
83660000	Benedito Novo	-26,79	-49,36	891	69	443,2	190,19
83675000	Arrozeira	-26,74	-49,27	536	64	332,0	146,27
83677000	Timbó Novo	-26,83	-49,27	1600	15	808,6	407,88
83680000	Timbó	-26,83	-49,27	1600	54	680,0	384,11

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
83690000	Indaial	-26,89	-49,24	9850	75	5766,6	2018,86
83720000	Rio Do Testo	-26,73	-49,17	129	31	38,6	25,37
83780000	Itoupava Seca	-26,88	-49,08	12100	14	2850,0	1718,43
83800002	Blumenau	-26,92	-49,07	12200	64	6988,0	2372,56
83820000	Garcia	-26,97	-49,07	131	31	72,0	34,37
83880000	Luiz Alves	-26,72	-48,93	104	60	72,3	43,66
83892990	Salseiro	-27,33	-49,33	286	16	265,1	124,43
83892998	Botuvera - Montante	-27,20	-49,09	794	18	361,0	193,11
83893000	Botuvera	-27,18	-49,07	836	14	372,0	193,13
83900000	Brusque	-27,10	-48,92	1210	70	560,0	265,63
84020000	Garcia De São José	-27,48	-48,98	354	24	381,2	163,91
84041000	Fazenda Boa Esperança	-27,38	-49,00	166	19	131,0	44,59
84071000	Major Gercino	-27,41	-48,95	1010	61	448,0	200,79
84095500	São João Batista	-27,28	-48,85	1890	21	1282,1	552,83
84100000	Poço Fundo	-27,70	-48,80	425	51	317,8	136,09
84150100	Eta Casan - Montante	-27,69	-48,71	555	16	494,1	235,90
84249998	Orleans - Montante	-28,36	-49,30	599	20	273,6	126,22
84250000	Orleans Ii	-28,35	-49,28	606	30	1500,0	278,63
84250008	Orleans I	-28,35	-49,28	606	15	774,4	250,38
84300000	Pedras Grandes	-28,43	-49,18	925	17	1896,5	745,30
84500000	Povoamento	-27,92	-49,12	139	25	101,0	51,27
84520000	Divisa De Anitápolis	-28,00	-49,11	375	60	167,6	85,73
84520010	Santa Rosa De Lima	-28,03	-49,12	625	18	324,9	176,30
84541000	Grão Pará	-28,18	-49,22	158	21	93,0	52,67
84551000	Rio Pequeno	-28,21	-49,20	382	60	547,5	127,35
84559800	Braço Do Norte - Montante	-28,24	-49,16	1039	18	1706,0	576,84
84560000	São Ludgero I	-28,33	-49,18	1690	23	3400,0	920,34
84560002	São Ludgero Ii	-28,32	-49,15	1560	42	923,0	418,24

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
84580000	Rio Do Pouso	-28,42	-49,11	2740	65	1315,0	611,25
84580500	Tubarão	-28,47	-48,99	2840	12	3796,6	2329,26
84598002	São Martinho - Jusante	-28,16	-48,97	619	21	319,4	177,33
84600000	Armazem Capivari	-28,26	-49,01	840	56	370,0	129,09
84800000	Serrinha - Jus 200 M - Casan	-28,61	-49,55	119	17	183,8	77,75
84820000	Forquilha	-28,75	-49,47	526	50	1102,9	319,85
84853000	Foz Do Manuel Alves	-28,85	-49,59	355	26	601,1	231,15
84949000	Turvo	-28,94	-49,70	359	28	546,5	257,94
84949800	Ermo	-28,97	-49,64	863	26	1021,0	635,20
84950000	Taquaruçu	-28,96	-49,60	970	61	1147,4	522,86
84970000	Praia Grande	-29,20	-49,96	339	17	909,6	456,22
85080000	Espumoso	-28,72	-52,84	2990	27	1238,0	603,72
85400000	Dona Francisca	-29,63	-53,35	14000	66	10354,0	2688,41
85438000	Restinga Seca	-29,80	-53,37	932	27	536,4	264,78
85440000	Ponte Jacuí	-29,92	-53,12	17200	19	9365,0	2485,16
85460000	Santa Brigida	-30,38	-54,37	753	42	173,0	106,56
85470000	Ponte São Gabriel	-30,36	-54,31	965	38	751,5	327,34
85480000	Passo Do Rocha	-30,23	-53,99	2970	33	1238,0	538,62
85580000	Passo Do Verde	-29,93	-53,72	5340	17	737,0	497,24
85600000	Passo Das Tunas	-29,93	-53,42	6780	61	1322,1	787,11
85610000	Passo Dos Freires	-30,44	-53,71	62	22	119,0	49,02
85615000	Passo Do Lajeado	-30,38	-53,74	69	13	126,8	70,67
85620000	Pulqueria	-30,22	-53,68	597	18	427,0	230,62
85623000	São Sepé - Montante	-30,19	-53,56	690	21	450,7	277,84
85630000	Passo São Sepé	-30,15	-53,55	743	36	389,8	181,93
85642000	Passo São Lourenço	-30,01	-53,02	27300	25	3153,4	2530,51
85650000	Cachoeira	-30,05	-52,90	30700	12	5595,0	2985,17
85730000	Passo Linha Do Rio	-29,60	-52,78	1220	16	975,0	501,75

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
85740000	Candelária	-29,67	-52,77	1370	16	857,0	556,81
85780000	Passo Do Meio	-29,82	-52,55	2070	14	388,0	208,21
85830000	Santa Cruz - Montante	-29,71	-52,47	805	25	270,4	224,48
85850000	Santa Cruz	-29,73	-52,47	909	25	203,0	147,26
85900000	Rio Pardo	-29,99	-52,38	38700	58	8440,0	3787,94
86100000	Passo Do Gabriel	-28,81	-50,50	1820	65	2195,0	642,02
86160000	Passo Tainhas	-28,87	-50,46	1120	65	852,0	419,27
86250000	Passo São Bernardo	-28,87	-51,12	6470	22	2154,0	1399,64
86300000	Nova Roma	-28,97	-51,35	7690	10	4600,0	2245,90
86340000	Ponte Santa Rita	-28,28	-51,28	317	17	359,0	100,89
86410000	Passo Barra Do Guaiaveira	-28,74	-51,43	2820	49	2494,0	1009,85
86420000	Ponte Do Prata	-28,68	-51,61	317	47	250,0	98,83
86440000	Passo Do Prata	-28,87	-51,45	3600	66	3995,2	1288,65
86470000	Ponte Do Rio Das Antas	-29,05	-51,57	12500	34	7702,0	3771,26
86480000	Passo Migliavaca	-28,62	-51,86	1330	47	941,0	495,81
86500000	Passo Carreiro	-28,85	-51,83	1820	65	1871,0	714,62
86510000	Muçum	-29,17	-51,87	16000	64	12175,0	4809,47
86560000	Linha Colombo	-28,91	-51,95	2030	65	1515,0	754,15
86580000	Santa Lúcia	-29,12	-51,91	2470	64	2917,0	1041,43
86700000	Ponte Jacaré	-29,19	-51,92	436	62	864,8	249,88
86720000	Encantado	-29,23	-51,86	19100	45	12213,0	6085,81
86745000	Passo Do Coimbra	-29,22	-52,16	791	48	1497,0	581,84
87160000	Nova Palmira	-29,34	-51,19	2030	56	1129,0	580,40
87170000	Barca Do Caí	-29,59	-51,38	3030	57	1460,0	791,31
87250000	Costa Do Rio Cadeia	-29,61	-51,35	870	21	364,0	207,14
87317030	Maquiné	-29,65	-50,21	442	21	297,0	193,35
87317060	Barra Do João Pedro - Montante	-29,77	-50,08	1720	20	171,8	100,03
87366000	Passo Do Louro	-29,40	-50,75	100	13	159,0	42,15

Codigo	Nome	Latitude	Longitude	Área de drenagem (Km <sup>2</sup> )	Tamanho (Anos)	Recorde (m <sup>3</sup> /s)	Média (m <sup>3</sup> /s)
87372000	Igrejinha	-29,57	-50,80	468	13	114,0	83,40
87380000	Campo Bom	-29,69	-51,05	2900	59	635,0	378,92
87382000	São Leopoldo	-29,76	-51,15	3130	30	1376,5	591,58
87450100	Ipiranga	-30,05	-51,20	57	27	116,0	26,95
87590000	Passo Do Cação	-30,96	-53,49	4080	25	1881,0	1276,84
87865000	Dom Feliciano	-30,70	-52,07	439	16	773,0	220,96
87905000	Passo Do Mendonça	-31,01	-52,05	15600	42	5087,0	2837,34
88550000	Ponte Do Império	-31,72	-52,90	1870	11	1038,0	672,82
88560001	Picada Nova	-31,80	-52,85	2240	11	1482,0	868,64
88575000	Cerro Chato	-31,86	-53,27	1050	27	1600,0	636,26
88680000	Passo Do Ricardo	-31,90	-52,65	5410	20	2951,0	1815,90
88750000	Passo Dos Carros	-31,71	-52,48	131	40	120,0	63,54
88850000	Ponte Cordeiro De Farias	-31,57	-52,46	386	40	449,5	248,82