

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS

**APRIMORAMENTO ESTATÍSTICO DA REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES
MÁXIMAS E MÉDIAS. APLICAÇÃO A BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO
GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA**

LUIS CARLOS BRUSA

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Robin Thomas Clarke

Co-orientador: Carlos Eduardo Morelli Tucci

Banca Examinadora

Prof. Dr. André Luiz Lopes da Silveira	IPH - UFRGS
Prof. Dr. Geraldo Lopes da Silveira	DHS - UFSM
Prof. Dr. Joel Avruch Goldenfum	IPH - UFRGS
Prof. Dra. Rita de Cássia Fraga Damé	DEA - UFPel

Porto Alegre / RS, dezembro de 2004

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob a orientação do Prof. Robin Thomas Clarke e co-orientado pelo Prof. Carlos Eduardo Morelli Tucci, ambos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

AGRADECIMENTOS

Aos orientadores, professores Robin T. Clarke e Carlos E.M. Tucci, pelo apoio, orientação e valiosas contribuições brindadas durante o desenvolvimento desta tese. Em especial, ao professor Robin T. Clarke, por sua permanente dedicação, estímulo e disponibilidade, bem como por seus profundos conhecimentos do tema e, principalmente, pela clareza e facilidade com que transmite os mesmos;

Aos professores e colegas do setor de Engenharia de Água e Solos do IPH, Lawson F.S. Beltrame, Marcos I. Leão, Alfonso Risso, José A.S. Louzada, César A. Alves, Tatiane Bagatini, Jorge R. Sarobe, Matías de Oliveira, Marta Rubbó e Fernanda Helfer, pela amizade, companheirismo e estímulos dados durante a execução deste trabalho;

Ao professor Alfonso Risso, e colegas César A. Alves, Matías de Oliveira e Fernanda Helfer, pela ajuda e sugestões brindadas para a elaboração dos mapas apresentados nesta tese;

Aos colegas do Setor de Hidrometria do IPH, César D.C. Gonçalves, José C. Nunes, Luiz G. Raupp, Bruno S. Rocha, Pedro V.S. da Silva e Gilnei R. da Silva, pela amizade e companheirismo;

Ao colega Paulo E. Marques e à Eng. Márcia Pedrollo (CPRM/RS) pela experiência de campo e a cedência dos dados hidrológicos;

Aos professores do IPH Joel A. Goldenfum e André L.L. da Silveira, e da UFSM, Jussara C. Cruz e Geraldo L. da Silveira, pela cedência de dados hidrológicos e material bibliográfico de interesse desta tese;

Ao professor Juan Carlos Bertoni, pelas sugestões, apoio e incentivo à capacitação e atualização profissional;

Aos funcionários do IPH, em especial à secretária do programa de pós-graduação Sra. Nadir Solari Bueno e da ABRH, Sra. Lygia O. Campos;

Às bibliotecárias do IPH, em especial a Jussara Barbieri, Jussara Silva e Márcia A. Gollas;

Aos amigos e colegas do IPH, em especial a Eduardo M. Mendiondo, Nestor A. Campana, Daniel G. Allasia, Adolfo O.N. Villanueva, Gustavo H. Merten, Eduardo S.P.R. Martins, Guilherme X. de Miranda Jr., Walter Collischonn, Nicolás F. Gallo, João S. Viegas Filho, Rita C.F. Damé, Ladimir Beal, Jorge V. Pilar, Flávio H. Troger, Walter P. Vianna Jr, Carlos O. Galvão, Joana D.F. de Medeiros e Valmir de A. Pedrosa;

Ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Técnico, pela bolsa de estudos fornecida;

Finalmente, desejo expressar meu profundo agradecimento a minha família:

Ana Beatris, minha esposa, pelo constante apoio, paciência, incentivo para superar os momentos difíceis, bem como pelo carinho e compreensão ao longo destes anos;

Amélia Verena, minha mãe; que apesar de minha ausência, sempre brindou-me com seu apoio, carinho e incentivo, as forças necessárias para alcançar meus objetivos;

Marcela Elisabet e Laura Amélia, minhas irmãs, pelo carinho e apoio.

A meus pais:

Omar Daniel Brusa (in memoriam) e

Amélia Verena Brizzio

*Que me ensinaram que os objetivos da vida somente podem ser alcançados mediante
muito esforço, sacrifício e dedicação*

RESUMO

Os registros de vazões líquidas obtidos das estações fluviométricas são válidos, unicamente, para o local de onde foram coletados ou muito próximo a ele. Na maioria das vezes, a região de influência deste não inclui o local de interesse para o desenvolvimento de projetos de recursos hídricos. Este inconveniente, geralmente, pode ser resolvido através do uso de métodos de regionalização hidrológica.

Para determinar os coeficientes da equação de regionalização, o procedimento mais usado consiste em: i) estabelecer uma relação do tipo exponencial multivariada entre a variável dependente (vazão média de longo prazo ou média anual de cheia) e as covariáveis (variáveis climáticas e fisiográficas da bacia hidrográfica); ii) linearizar a equação anterior mediante a transformação logarítmica de ambos os membros; iii) utilizar modelos lineares de regressão para estimar os coeficientes, geralmente, o método dos mínimos quadrados ordinários; e iv) aplicar a transformação inversa para definir a equação. A aplicação deste procedimento implica assumir certas propriedades dos dados (assimetria positiva, registros da mesma extensão e que os mesmos possuem o mesmo período de início e fim, entre outros) que dificilmente podem ser atendidas, prejudicando a verificação das hipóteses nas quais estão baseados os métodos lineares de regressão e, em consequência, seu adequado uso, bem como a confiabilidade dos resultados obtidos.

Esta pesquisa apresenta um aprimoramento dos métodos de regionalização de vazões geralmente empregados, incluindo-se técnicas que levam em consideração as limitações anteriores. Estas técnicas foram: i) uso da transformada de Box-Cox na linearização da equação exponencial multivariada; ii) determinação dos coeficientes da equação de regionalização usando mínimos quadrados ponderados; e iii) verificação se os resíduos da regressão estão correlacionados ou não.

Para o desenvolvimento e verificação da metodologia proposta foram usados somente registros fluviométricos de Bacias Hidrográficas Brasileiras, que drenam suas águas para o Rio Grande do Sul e/ou que estejam localizadas dentro dele. Geograficamente, a área de estudo inclui a totalidade do estado do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina.

As equações de regionalização foram definidas usando dados de vazões médias de longo prazo e média de cheia, para tempo de retorno de 2,33 e 50 anos. Neste último caso, as frequências foram estimadas através do método dos momentos-L.

Comparando os resultados obtidos utilizando o modelo de regionalização hidrológica proposto neste trabalho (transformada de Box-Cox / mínimos quadrados ponderados) junto a seus similares gerados usando a metodologia convencional (transformada logarítmica / mínimos quadrados ordinários) e de modelos intermediários (transformada logarítmica / mínimos quadrados ponderados e transformada de Box-Cox / mínimos quadrados ordinários), os mesmos podem ser considerados satisfatórios, visto que em todas as simulações realizadas o modelo proposto forneceu melhores resultados que aqueles obtidos com os outros modelos, sendo utilizado como padrão de comparação: 1) a qualidade do ajuste, 2) o grau de verificação das hipóteses dos métodos lineares de regressão e 3) os erros na estimativa das descargas, em termos de vazão específica. Nas simulações realizadas usando os modelos intermediários, observou-se que: i) na regionalização de vazões médias, o ganho de considerar a heterogeneidade temporal dos dados é maior do que corrigir a assimetria dos mesmos; ii) quando são usadas séries de descargas máximas, ocorre o efeito contrário, visto que o ganho de corrigir a assimetria das séries é maior do que o efeito da heterogeneidade temporal dos dados.

Com relação aos resíduos da regressão, contrariamente ao esperado, os mesmos não sugerem estar correlacionados; isto pode ser consequência de utilizar como variável dependente um único registro por estação (vazão média de longo prazo ou média anual de cheia).

SUMMARY

Flow records obtained at a gauging station are strictly only valid for the site at which they were recorded, or at sites in a region very close to it. In most cases, this region does not include sites of interest for water resource development. To obtain estimates at such sites, it is necessary to use regionalization methods.

To obtain the coefficients in regionalization equations, the most common approach consists of i) setting up a hypothesis in the form of a power-law relationship between a dependent variable (long-term annual flow, or mean annual flood) and covariates (climatic and physiographic variables of the watershed); ii) linearizing this equation by log transformation of both sides of the equation; iii) using linear regression models to estimate the coefficients, usually by ordinary least squares; e iv) applying the inverse transformation to define the equation used for regionalization. This procedure involves certain assumptions about the data (positive skewness, records of the same length, records starting and ending together, amongst others) which are rarely satisfied and which make it difficult to verify the hypotheses on which linear regression methods are based, thus undermining the reliability of conclusions drawn from the data.

This research describes an extension to the regionalization methods in general use, which takes account of the limitations described above. These methods were: i) use of the Box-Cox transformation to linearize the exponential multivariate equation; ii) estimation of the coefficients in the equation by weighted least squares; e iii) verifying whether regression residuals are spatially correlated.

To develop and verify the methodology proposed, flow records were used only from Brazilian watersheds draining the State of Rio Grande do Sul, and/or which lie within it. Geographically, the area included the whole of the State of Rio Grande do Sul and a part of the State of Santa Catarina.

The regionalization equations were obtained for long-term mean annual flows and for mean annual floods, for return periods of 2.33 and 50 years. In the case of mean annual floods, frequencies were estimated using L-moments.

Comparing the results obtained using the regionalization model proposed in this thesis (Box-Cox transformation / weighted least squares) with those obtained by the conventional method (log transformation/ ordinary least squares) and with the results of two intermediate

models (log transformation / weighted least squares, and Box-Cox transformation /ordinary least squares), the proposed methodology can be considered satisfactory since it provided better results than those obtained by the other models, when the comparison criteria were: 1) goodness of fit; 2) the extent to which the regression assumptions were satisfied, and 3) the estimation errors in specific discharges. In simulations using the intermediate models, it was found that: i) for regionalization of mean flows, the gain from allowing for time heterogeneity in the data is greater than that obtained by removing their skewness; ii) in the case of annual flood data, the opposite is true, the gain from removing skewness being greater than that given by removing the time heterogeneity in the data.

Regarding the regression residuals, there was little evidence that they were spatially correlated, contrary to what was expected; it is possible that this resulted from the very short periods of common record available at different sites.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. APRESENTAÇÃO

1.1	Introdução	.....	1
1.2	Originalidade do tema da tese	.....	3
1.3	Apresentação do problema	.....	4
1.4	Justificativa	.....	7
1.5	Objetivos	.....	9

CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1	Generalidades	.....	10
2.2	Métodos utilizados na regionalização de vazões	.....	11
2.2.1	Métodos empíricos	.....	11
2.2.2	Método índice de cheia (<i>Index-Flood</i>)	.....	13
2.2.2.1	Curva regional de frequências	.....	14
2.2.2.2	Limitações do método índice de cheia	.....	15
2.2.3	Métodos baseados em técnicas de regressão múltipla	.....	17
2.2.4	Modelos lineares generalizados e modelos mistos lineares generalizados	.....	20
2.3	Determinação das regiões homogêneas	.....	22
2.3.1	Métodos empregados na delimitação das regiões	.....	22
2.3.2	Teste de homogeneidade	.....	25
2.4	Modelos de potência na regressão múltipla	.....	26
2.5	Padronização dos métodos para análise de frequência de cheias	.....	30
2.6	Independência dos registros	.....	32
2.7	Estimativa dos parâmetros de uma distribuição de probabilidades	.....	34
2.7.1	Método dos momentos convencionais	.....	34
2.7.2	Método da máxima verossimilhança	.....	35
2.7.3	Momentos Ponderados de Probabilidade e Momentos-L	.....	37
2.7.3.1	Momentos Ponderados de Probabilidade (PWM's)	.....	37
2.7.3.2	Momentos-L	.....	39
2.8	Análise de frequências – Estimativa dos quartis da distribuição	.....	42
2.8.1	Fator de frequência	.....	43

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA

3.1	Independência das séries	.....	46
3.2	Estacionariedade das séries	.....	47
3.2.1	Método Bootstrap	.....	48
3.2.2	Método de Mann-Kendall	.....	51
3.3	Regionalização hidrológica	.....	52
3.3.1	Modelo de regressão linear múltipla	.....	57
3.3.1.1	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	.....	57

3.3.1.2	Mínimos Quadrados Ponderados (MQP)	.....	57
3.3.1.3	Mínimos Quadrados Generalizados (MQG)	.....	58
3.4	Ajuste de distribuições teóricas de probabilidades	.....	60
3.4.1	Momentos-L amostrais	.....	61
3.4.2	Análise regional de frequências	.....	63
3.4.2.1	Seleção da distribuição de probabilidades	.....	63
3.4.2.1.1	Teste de hipótese utilizado	.....	65
3.4.2.1.2	Seleção da distribuição através de diagramas de quocientes-L	.....	66
3.5	Modelagem espacial dos resíduos da regressão	.....	67
3.5.1	Ajuste da função <i>Correlação de resíduos x Distância entre estações</i>	.....	69

CAPÍTULO 4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1	Área de aplicação	.....	70
4.1.1	Bacia hidrográfica do rio Uruguai	.....	74
4.1.1.1	Rede hidrográfica da bacia do rio Uruguai	.....	74
4.1.1.2	Caracterização climática da bacia	.....	76
4.1.2	Bacia dos rios do Atlântico Sul (No Rio Grande do Sul)	.....	77
4.1.2.1	Rede hidrográfica dos rios do Atlântico Sul (No Rio Grande do Sul)	.....	77
4.1.2.2	Caracterização climática da bacia	.....	78
4.2	Características do regime das cheias	.....	78
4.3	Barragem existentes na área de estudo	.....	79

CAPÍTULO 5. SELEÇÃO, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DOS DADOS

5.1	Seleção das estações fluviométricas	.....	80
5.2	Seleção das estações pluviométricas	.....	87
5.3	Base cartográfica utilizada	.....	91
5.4	Parâmetros fisiográficos das bacias hidrográficas	.....	92
5.5	Parâmetros hidroclimáticos das bacias hidrográficas	.....	95
5.6	Distância entre estações fluviométricas	.....	98

CAPÍTULO 6. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

6.1	Independência das séries hidrológicas	.....	104
6.1.1	Vazões máximas anuais	.....	105
6.1.2	Vazões médias anuais	.....	106
6.2	Tendências temporais	.....	108
6.3	Regionalização de vazões	.....	116
6.3.1	Considerações iniciais	.....	116
6.3.2	Validação do modelo de regionalização proposto	.....	118
6.3.3	Regionalização de vazões médias anuais de longo prazo e de cheias (Tr = 2,33 anos)	.....	133

6.3.4	Regionalização de vazão associada a um determinado risco	.....	146
6.3.4.1	Seleção da distribuição de probabilidades mediante teste de hipóteses	.....	146
6.3.4.2	Seleção da distribuição de probabilidades mediante Diagrama de Quocientes-L	.....	149
6.3.4.3	Regionalização de vazões (Tr = 50 anos)	.....	153
6.4	Dependência espacial dos resíduos da regressão	.....	163

CAPÍTULO 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1	Conclusões	.....	173
7.1.1	Conclusões gerais	.....	173
7.1.1.1	Dados hidrológicos	.....	173
7.1.1.2	Dados fisiográficos	.....	174
7.1.2	Testes estatísticos básicos das séries	.....	174
7.1.2.1	Independência das séries	.....	174
7.1.2.2	Estacionariedade das séries	.....	175
7.1.3	Objetivos propostos	.....	176
7.2	Recomendações	.....	179

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
-----------------------------------	-------	-----

ANEXOS

A	Estações fluviométricas selecionadas
B	Séries de descargas médias anuais
C	Séries de descargas máximas anuais
D	Disponibilidade temporal de registros de descargas
E	Estações pluviométricas selecionadas
F	Parâmetros fisiográficos e hidroclimatológicos das estações fluviométricas selecionadas
G	Parâmetros estatísticos das séries de vazões
H	Análise de independência temporal das séries de vazões
I	Análise de estacionariedade das séries de vazões
J	Distribuições de probabilidades selecionadas
K	Coefficientes-L das séries de vazões selecionadas
L	Momentos-L e quocientes-L das séries de vazões médias de cheia
M	Momentos-L e quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo
N	Parâmetros das distribuições de probabilidades
O	Resíduos das equações de regionalização de vazões
P	Descargas médias anuais de longo prazo e de cheia selecionadas para a regionalização

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Representação dos dados fluviométricos	.....	4
Tabela 1.2	Representação das características fisiográficas da bacia hidrográfica	.....	5
Tabela 2.1	Registros hidrológicos de diferentes estações	.....	20
Tabela 2.2	Momentos populacionais e seus estimadores amostrais não-tendenciosos	.....	35
Tabela 3.1	Representação dos dados fluviométricos	.....	53
Tabela 3.2	Representação de dados fisiográficos e climáticos das estações fluviométricas	.....	53
Tabela 4.1	Delimitação das sub-bacias hidrográficas utilizadas	.....	70
Tabela 4.2	Principais UHE e PCH localizadas dentro da área de estudo	.....	79
Tabela 5.1	Caracterização das estações fluviométricas selecionadas	.....	82
Tabela 5.2	Resumo da disponibilidade temporal de registros de vazões médias anuais de longo prazo e de cheia	.....	84
Tabela 5.3	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 70. Unidades em quilômetros	.....	99
Tabela 5.4	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 71. Unidades em quilômetros	.....	99
Tabela 5.5	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 72. Unidades em quilômetros	.....	99
Tabela 5.6	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 73. Unidades em quilômetros	.....	100
Tabela 5.7	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 74. Unidades em quilômetros	.....	100
Tabela 5.8	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 75. Unidades em quilômetros	.....	101
Tabela 5.9	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas nas bacias hidrográficas 76 e 77. Unidades em quilômetros	.....	101
Tabela 5.10	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 85. Unidades em quilômetros	.....	102
Tabela 5.11	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 86. Unidades em quilômetros	.....	102
Tabela 5.12	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 87. Unidades em quilômetros	.....	103
Tabela 5.13	Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 88. Unidades em quilômetros	.....	103
Tabela 6.1	Avaliação da correlação serial em séries de vazões médias de cheia	.....	105
(continua)			

Tabela 6.2	Avaliação da correlação serial em séries de vazões médias de longo prazo	106
Tabela 6.3	Resumo da análise de tendências em séries de vazões máximas anuais	109
Tabela 6.4	Resumo da análise de tendências em séries de vazões médias anuais de longo prazo	112
Tabela 6.5	Alternativas de combinações <i>método de linearização</i> x <i>método de estimativa de β</i> adotadas.	118
Tabela 6.6	Bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	119
Tabela 6.7	Bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	119
Tabela 6.8	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	129
Tabela 6.9	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	129
Tabela 6.10	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	129
Tabela 6.11	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	129
Tabela 6.12	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	130
Tabela 6.13	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	130
Tabela 6.14	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	130
Tabela 6.15	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	130
Tabela 6.16	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	131
Tabela 6.17	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	131

(continua)

Tabela 6.18	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	131
Tabela 6.19	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	131
Tabela 6.20	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	132
Tabela 6.21	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	132
Tabela 6.22	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	132
Tabela 6.23	Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	132
Tabela 6.24	Regionalização de vazões médias de longo prazo – Q_{lp} - (Tr = 2,33 anos)	.....	135
Tabela 6.25	Regionalização de vazões médias de cheias – Q_{ch} - (Tr = 2,33 anos)	.....	136
Tabela 6.26	Erro absoluto na estimativa da vazão média anual de longo prazo e de cheia. Tr= 2,33 anos	.....	145
Tabela 6.27	Seleção do modelo probabilístico utilizado para estimar os quartis da distribuição em cada sub-bacia. Vazões médias de longo prazo	.....	147
Tabela 6.28	Seleção do modelo probabilístico utilizado para estimar os quartis da distribuição em cada sub-bacia. Vazões médias de cheia	.....	148
Tabela 6.29	Modelos probabilísticos selecionados para estimar as descargas associadas a tempo de recorrência de 50 anos	.....	149
Tabela 6.30	Regionalização de vazões médias de longo prazo – Q_{lp} - (Tr = 50 anos)	.....	154
Tabela 6.31	Regionalização de vazões médias de cheias – Q_{ch} - (Tr = 50 anos)	.....	155
Tabela 6.32	Erro absoluto na estimativa da vazão média anual de longo prazo e de cheia. Tr= 50 anos	.....	161
Tabela 6.33	Limites de aplicabilidade das equações de regionalização de vazões médias, em função da área de drenagem	.....	162
Tabela 6.34	Limites de aplicabilidade das equações de regionalização de vazões máximas, em função da área de drenagem	.....	163

LISTA DE TABELAS – ANEXOS

Tabela A.1	Estações fluviométricas selecionadas	A-1
Tabela B.1	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 70	B-1
Tabela B.2	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 71	B-2
Tabela B.3	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 72	B-4
Tabela B.4	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 73	B-5
Tabela B.5	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 74	B-7
Tabela B.6	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 75	B-9
Tabela B.7	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 76	B-11
Tabela B.8	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 77	B-13
Tabela B.9	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 85	B-14
Tabela B.10	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 86	B-16
Tabela B.11	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 87	B-18
Tabela B.12	Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 88	B-19
Tabela C.1	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 70	C-1
Tabela C.2	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 71	C-2
Tabela C.3	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 72	C-3
Tabela C.4	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 73	C-4
Tabela C.5	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 74	C-6
Tabela C.6	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 75	C-8
Tabela C.7	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 76	C-10

(continua)

Tabela C.8	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 77	.....	C-12
Tabela C.9	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 85	.....	C-13
Tabela C.10	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 86	.....	C-15
Tabela C.11	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 87	.....	C-16
Tabela C.12	Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 88	.....	C-17
Tabela D.1	Disponibilidade temporal de registros de vazões médias anuais	.....	D-1
Tabela D.2	Disponibilidade temporal de registros de vazões máximas anuais	.....	D-4
Tabela E.1	Estações pluviométricas selecionadas	.....	E-1
Tabela F.1	Parâmetros fisiográficos e hidroclimatológicos das estações fluviométricas selecionadas	.....	F-1
Tabela G.1	Parâmetros estatísticos das séries de descargas selecionadas	.....	G-1
Tabela H.1	Função de autocorrelação das séries utilizadas	.....	H-1
Tabela I.1	Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de cheia	.....	I-1
Tabela I.2	Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de longo prazo	.....	I-4
Tabela J.1	Coeficientes das equações (J.20) e (J.21)	.....	J-4
Tabela J.2	Coeficientes de aproximação das equações (J.51) a (J.54)	.....	J-9
Tabela K.1	Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de cheia	.....	K-1
Tabela K.2	Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de longo prazo	.....	K-4
Tabela L.1	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 70	.....	L-1
Tabela L.2	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 71	.....	L-1
Tabela L.3	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 72	.....	L-2
Tabela L.4	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 73	.....	L-2
Tabela L.5	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 74	.....	L-3
Tabela L.6	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 75	.....	L-3
Tabela L.7	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 76	.....	L-4
(continua)			

Tabela L.8	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 77	.....	L-4
Tabela L.9	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 85	.....	L-5
Tabela L.10	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 86	.....	L-5
Tabela L.11	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 87	.....	L-6
Tabela L.12	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 88	.....	L-6
Tabela M.1	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 70	.....	M-1
Tabela M.2	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 71	.....	M-1
Tabela M.3	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 72	.....	M-1
Tabela M.4	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 73	.....	M-2
Tabela M.5	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 74	.....	M-2
Tabela M.6	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 75	.....	M-3
Tabela M.7	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 76	.....	M-3
Tabela M.8	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 77	.....	M-4
Tabela M.9	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 85	.....	M-4
Tabela M.10	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 86	.....	M-5
Tabela M.11	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 87	.....	M-5
Tabela M.12	Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 88	.....	M-6
Tabela N.1	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 70 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-1
Tabela N.2	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 71 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-1

(continua)

Tabela N.3	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 72 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-1
Tabela N.4	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 73 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-2
Tabela N.5	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 74 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-2
Tabela N.6	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 75 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-3
Tabela N.7	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações das sub-bacias 76-77 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-3
Tabela N.8	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 85 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-4
Tabela N.9	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 86 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-4
Tabela N.10	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 87 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-5
Tabela N.11	Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 88 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos	.....	N-5
Tabela O.1	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 71	.....	O-1
Tabela O.2	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 72	.....	O-1
Tabela O.3	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 73	.....	O-2
Tabela O.4	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 74	.....	O-2
Tabela O.5	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 75	.....	O-3
Tabela O.6	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacias hidrográficas 76-77	.....	O-3
Tabela O.7	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 85	.....	O-4
(continua)			

Tabela O.8	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 86	.....	O-4
Tabela O.9	Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 87	.....	O-5
Tabela P.1	Descargas médias anuais de longo prazo e de cheia selecionada para a regionalização	.....	P-1

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1	Diagrama de quocientes-L	67
Figura 4.1	Localização da área de estudo e das sub-bacias hidrográficas analisadas	72
Figura 4.2	Principais rios inseridos nas sub-bacias hidrográficas analisadas	73
Figura 5.1	Critério de seleção da série de vazões máximas anuais	81
Figura 5.2	Localização espacial das estações fluviométricas selecionadas	83
Figura 5.3	Relação entre área de drenagem e média das descargas máximas anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88	85
Figura 5.4	Relação entre variância amostral dos registros e média das descargas máximas anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88	86
Figura 5.5	Relação entre coeficiente de variação amostral dos registros e média das descargas máximas anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88	86
Figura 5.6	Relação entre área de drenagem e média das descargas médias anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88	86
Figura 5.7	Relação entre variância amostral dos registros e média das descargas médias anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88	87
Figura 5.8	Relação entre coeficiente de variação amostral dos registros e média das descargas médias anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88	87
Figura 5.9	Precipitação média de uma matriz irregular e de uma regular	88
Figura 5.10	Localização espacial das estações pluviométricas selecionadas	89
Figura 5.11	Variograma de precipitações médias anuais.	90
Figura 5.12	Isoietas de precipitação anual da área de estudo	91
Figura 5.13	Mosaico das cartas geográficas do Exército utilizadas, Escala 1:250.000	92
Figura 5.14	Relação de dependência entre a área de drenagem (A) e os diferentes parâmetros fisiográficos (L, S, N) utilizados na regionalização hidrológica das bacias 70 a 77 e 85 a 88	94
Figura 5.15	Relação de dependência entre parâmetros fisiográficos (L, S e N) utilizados na regionalização hidrológica das bacias 70 a 77 e 85 a 88	95
Figura 5.16	Delimitação das sub-bacias existentes dentro de cada uma das bacias hidrográficas selecionadas	97
Figura 6.1	Postos fluviométricos com dados de vazão máxima anual autocorrelacionados	106
Figura 6.2	Postos fluviométricos com dados de vazão média anual autocorrelacionados	107
Figura 6.3	Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de cheia. Método <i>bootstrap</i>	111
(continua)		

Figura 6.4	Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de cheia. Teste de Mann-Kendall	111
Figura 6.5	Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de longo prazo. Método <i>bootstrap</i>	113
Figura 6.6	Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de longo prazo. Teste de Mann-Kendall	113
Figura 6.7	Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	121
Figura 6.8	Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	121
Figura 6.9	Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	122
Figura 6.10	Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	122
Figura 6.11	Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	123
Figura 6.12	Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	123
Figura 6.13	Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	124
Figura 6.14	Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	124
Figura 6.15	Histograma dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	125
Figura 6.16	Histograma dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	125
Figura 6.17	<i>Normal-Plot</i> dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	126
(continua)		

Figura 6.18	<i>Normal-Plot</i> dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	126
Figura 6.19	<i>Half-Normal Plot</i> dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).	.....	127
Figura 6.20	<i>Half-Normal Plot</i> dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).	.....	127
Figura 6.21	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 70 (Tr = 2,33 anos)	.....	137
Figura 6.22	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 71 (Tr = 2,33 anos)	.....	137
Figura 6.23	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 72 (Tr = 2,33 anos)	.....	138
Figura 6.24	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 73 (Tr = 2,33 anos)	.....	138
Figura 6.25	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 74 (Tr = 2,33 anos)	.....	139
Figura 6.26	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 75 (Tr = 2,33 anos)	.....	139
Figura 6.27	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) no bloco de bacias hidrográficas 76-77 (Tr = 2,33 anos)	.....	140
Figura 6.28	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 85 (Tr = 2,33 anos)	.....	140
(continua)			

Figura 6.29	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 86 (Tr = 2,33 anos)	.....	141
Figura 6.30	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 87 (Tr = 2,33 anos)	.....	141
Figura 6.31	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 88 (Tr = 2,33 anos)	.....	142
Figura 6.32	Erros absolutos da estimativa da vazão média anual de longo período (QMD) e de cheia (QMX) em função da área de drenagem das sub-bacias. Tr= 2,33 anos	.....	146
Figura 6.33	Diagrama de quocientes de momentos-L e momentos-L amostrais de dados de vazões médias de longo prazo (Tr = 2,33 anos)	.....	151
Figura 6.34	Diagrama de quocientes de momentos-L e momentos-L amostrais de dados de vazões médias de cheia (Tr = 2,33 anos)	.....	152
Figura 6.35	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 70 (Tr = 50 anos)	.....	156
Figura 6.36	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 71 (Tr = 50 anos)	.....	156
Figura 6.37	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 72 (Tr = 50 anos)	.....	157
Figura 6.38	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 73 (Tr = 50 anos)	.....	157
Figura 6.39	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 74 (Tr = 50 anos)	.....	158
(continua)			

Figura 6.40	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 75 (Tr = 50 anos)	158
Figura 6.41	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 76-77 (Tr = 50 anos)	159
Figura 6.42	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 85 (Tr = 50 anos)	159
Figura 6.43	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 86 (Tr = 50 anos)	160
Figura 6.44	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 87 (Tr = 50 anos)	160
Figura 6.45	Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (<i>Normal Plot</i> ou <i>Half-Normal Plot</i>) na bacia hidrográfica 88 (Tr = 50 anos)	161
Figura 6.46	Erros absolutos da estimativa da vazão média anual de longo período (QMD) e de cheia (QMX) em função da área de drenagem das sub-bacias. Tr = 50 anos	162
Figura 6.47	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 71	165
Figura 6.48	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 72	165
Figura 6.49	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 73	166
Figura 6.50	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 74	166
Figura 6.51	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 75	167
Figura 6.52	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 76-77	167
Figura 6.53	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 85	168
Figura 6.54	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 86	168
(continua)		

Figura 6.55	Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 87	169
-------------	---	-------	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

<i>ANA</i>	Agência Nacional de Águas
<i>ANEEL</i>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<i>BH</i>	Bacia Hidrográfica
<i>B-C</i>	Linearização da equação de regionalização mediante a transformada de Box-Cox
<i>CEEE</i>	Companhia Estadual de Energia Elétrica do Rio Grande do Sul
<i>CLM</i>	Comissão da Lagoa Mirim
<i>CPRM</i>	Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais
<i>DIS</i>	Distribuição de probabilidade selecionada
<i>E</i>	Distribuição exponencial (Diagrama de Momentos L)
<i>EPAGRI</i>	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
<i>ESC</i>	Escala dos dados (original, logarítmica, etc.)
<i>EVI</i>	Distribuição de Extremos Tipo–I
<i>EV2</i>	Distribuição de Extremos Tipo–II
<i>FEPAGRO</i>	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul
<i>G</i>	Distribuição de Gumbel (Diagrama de Momentos L)
<i>GEV</i>	Distribuição de Valor Extremo Generalizada
<i>GLM</i>	Modelos Lineares Generalizados
<i>GLMM</i>	Modelos Mistos Lineares Generalizados
<i>GLO</i>	Distribuição Logística Generalizada (Diagrama de Momentos L)
<i>GPA</i>	Distribuição Pareto Generalizada (Diagrama de Momentos L)
<i>GRP</i>	Quantidade de grupos formados (teste de Mann-Kendall)
<i>GUM</i>	Distribuição de Extremo do Tipo I ou de Gumbel
<i>HidroWeb</i>	Banco de dados hidrológicos da ANA
<i>ID</i>	Código simplificado de identificação da estação (arbitrário)
<i>INMET</i>	Instituto Nacional de Meteorologia
<i>IPH</i>	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
<i>L</i>	Distribuição Logística (Diagrama de Momentos L)
<i>LN2</i>	Distribuição Log-Normal de dois parâmetros
<i>LN3</i>	Distribuição Log-Normal de três parâmetros
<i>LP3</i>	Distribuição Log-Pearson Tipo III
<i>LOG</i>	Linearização da equação de regionalização mediante a transformada logarítmica
<i>LOG</i>	Dados na escala logarítmica
<i>MCMC</i>	<i>Monte Carlo Markov Chains</i>
<i>MQG</i>	Mínimos Quadrados Generalizados
<i>MQO</i>	Mínimos Quadrados Ordinários
<i>MQP</i>	Mínimos Quadrados Ponderados
<i>N</i>	Distribuição Normal (Diagrama de Momentos L)
<i>NERC</i>	<i>Natural Environment Research Council</i> (Reino Unido)

(continua)

<i>NOR</i>	Distribuição Normal
<i>NRCC</i>	<i>National Research Council Canada</i>
<i>ORI</i>	Dados na escala original (sem transformação)
<i>PCH</i>	Pequenas Centrais Hidrelétricas
<i>PE3</i>	Distribuição Pearson Tipo III
<i>PWM</i>	Momentos Ponderados de Probabilidade
<i>QMD</i>	Vazões médias de longo prazo
<i>QMX</i>	Vazões médias de cheia
<i>RAND</i>	Número de permutações realizadas
<i>REG</i>	Número de registros (ou anos) de dados
<i>REML</i>	<i>Residual Maximum Likelihood</i>
<i>SPH</i>	Secretaria de Portos e Hidrovias do Rio Grande do Sul (ex-DEPRC)
<i>SIG</i>	Significância do teste estatístico
<i>U</i>	Distribuição Uniforme (Diagrama de Momentos L)
<i>UF</i>	Unidade da Federação
<i>UHE</i>	Usina Hidrelétrica
<i>USGS</i>	<i>U.S. Geological Survey</i> (EUA)
<i>USWRC</i>	<i>U.S. Water Resources Council</i> (EUA)

LISTA DE VARIÁVEIS

a_r	Vetor de coeficientes amostrais (momentos-L)
A	Área de drenagem da bacia hidrográfica
b_i	Estimador amostral dos coeficientes de regressão parcial β
b_r	Vetor de coeficientes amostrais (momentos-L)
C_0	Covariância de y
C_k	Coefficiente de autocorrelação as séries y_t e y_{t+k} separada por um intervalo de tempo k
$CORR(E_i; E_j)$	Correlação entre os resíduos da regressão entre as estações “ i ” e “ j ”
C_s	Coefficiente de assimetria
C_v	Coefficiente de variação
D	Declividade média do curso principal
DD	Densidade de drenagem
$d.f.$	Graus de liberdade do ajuste
$d_{i,j}$	Distância entre a estação i e j
$d_{i;k}$	Distância Euclidiana entre as estações i e k
D_{max}	Distância máxima entre estações fluviométricas
d_{REF}	Distância de referência associada à janela móvel
$f(.)$	Função de densidade de probabilidade
$F(.)$	Função acumulada de probabilidades
$G(\alpha; x)$	Função Gama incompleta
H_0	Teste de hipótese testada (estacionariedade)
H_1	Teste de hipótese alternativa (não-estacionariedade)
$I_x(p, q)$	Razão da função Beta incompleta
K_T	Fator de frequência
L	Comprimento do curso de água principal
l_1	Momento-L amostral de primeira ordem
l_2	Momento-L amostral de segunda ordem (parâmetro de escala)
l_3	Momento-L amostral de terceira ordem
l_4	Momento-L amostral de quarta ordem
l_r	Momento-L amostral de ordem r
L_i	Extremo inferior da janela móvel
L_s	Extremo superior da janela móvel
N	Número de afluentes ao rio principal, adimensional
ND	Número de anos com registros
NF	Número de anos onde não existe informação (falhas intermediárias)
(continua)	

N_{int}	Número de intervalos em que é dividido a distância máxima entre estações
NT	Número total de anos de registros da estação (incluindo as falhas)
P	Precipitação média anual da bacia hidrográfica
P_m	Precipitação média
$P_{i;j}^m$	Precipitação média da estação i correspondente ao ano j
Q_{Tr}	Vazão associada a um tempo de retorno (T_r)
R	Coefficiente de correlação
R^2	Coefficiente de determinação
r_k	Coefficiente de autocorrelação amostral
S	Declividade média do rio
S	Teste estatístico de Mann-Kendall
Tr	Tempo de retorno ou tempo de recorrência
x_i	Variável aleatória original
x_i^*	Variável transformada (transformação de tipo Box-Cox)
$\underline{X}_{(s)}$	Vetor com as covariáveis ou variáveis independentes
y	Variável aleatória resposta (dependente)
\hat{y}	Valor estimado da variável resposta (dependente) y
y^*	Variável aleatória resposta transformada (dependente)
\underline{V}	Matriz variância-covariância
\underline{W}	Matriz com o número de anos de registro de cada estação (pesos)
Z_{mk}	Estatístico do teste de Mann-Kendall
α	Parâmetro de escala da distribuição Lognormal
α	Parâmetro de escala da distribuição Gumbel (Extremo - Tipo I)
α	Parâmetro de escala da distribuição Generalizada do Valor Extremo (GEV)
α_r	Vetor de coeficientes populacionais (momentos-L)
$\underline{\beta}$	Vetor de parâmetros a serem estimados
β_L^o	Limite inferior do intervalo de confiança de variação de b_0^{ori} (análise de tendências)
β_r	Vetor de coeficientes populacionais (momentos-L)
β_U^o	Limite superior do intervalo de confiança de variação de b_0^{ori} (análise de tendências)
γ	Número de Euler (0,577215)
γ	Parâmetro de forma da distribuição Pearson Tipo III
γ_x	Coefficiente de assimetria populacional
$\hat{\gamma}_x$	Coefficiente de assimetria amostral
(continua)	

$\Gamma(.)$	Função Gama
ε_t	Desvio da t -ésima observação
$\underline{\varepsilon}_{(s)}$	Erros (ou resíduos) da regressão
κ	Parâmetro de forma da distribuição Lognormal
κ	Parâmetro de forma da distribuição Generalizada do Valor Extremo (GEV)
λ	Parâmetro utilizado pela transformada de Box-Cox
λ_1	Momento-L populacional de primeira ordem (momento de posição)
λ_2	Momento-L populacional de segunda ordem (momento de escala)
λ_3	Momento-L populacional de terceira ordem
λ_4	Momento-L populacional de quarta ordem
λ_r	Momento-L populacional de ordem r
μ	Parâmetro de posição da distribuição Normal
μ	Parâmetro de posição da distribuição Pearson Tipo III
μ_x	Índice de cheia
μ_1'	Momento de primeira ordem, esperança matemática ou valor esperado da variável
μ_r	Momento de ordem r
μ_x	Média aritmética populacional
$\hat{\mu}_x$	Média aritmética amostral
ξ	Parâmetro de posição da distribuição Lognormal
ξ	Parâmetro de posição da distribuição Generalizada do Valor Extremo (GEV)
ξ	Parâmetros de posição da distribuição Gumbel (Extremo - Tipo I)
π	Número Pi (3,1415926....)
ρ_k	Coefficiente de autocorrelação populacional
σ	Parâmetro de escala da distribuição Normal
σ	Parâmetros de escala da distribuição Pearson Tipo III
σ_ε^2	Variância do resíduo da regressão
σ_x^2	Variância populacional
$\hat{\sigma}_x^2$	Variância amostral
τ	Coefficiente de variação-L (CV-L)
τ_3	Assimetria-L populacional
τ_4	Curtose-L populacional
τ_r	Quociente-L populacional de ordem r
τ_1^A (ou τ^A)	Coefficiente de variação - L amostral (L-CV)
τ_3^A	Assimetria - L amostral
(continua)	

τ_4^A	Curtose - L amostral
τ_r^A	Quociente-L amostral de ordem r
χ^2	Estatístico chi-quadrado

CAPÍTULO 1 APRESENTAÇÃO

1.1 Introdução

Disponer de informações hidrológicas com extensão temporal e espacial adequada é um dos maiores desafios no desenvolvimento de projetos de recursos hídricos.

A quantificação dessas informações é realizada através de redes de monitoramento hidrológico e climático que recolhem dados de um local determinado. Estes dados podem estar associados a um local específico, como é o caso das informações registradas por uma estação pluviométrica, ou, a uma área determinada (bacia hidrográfica), como ocorre com os registros das estações fluviométricas.

Em termos gerais, os países em desenvolvimento possuem redes de monitoramento hidrológico escassas, principalmente, as fluviométricas, em decorrência dos elevados custos que envolvem a implantação, operação e manutenção de uma rede de monitoramento hidrométrico e de densidade adequada. O Brasil não foge desta regra, sendo que o problema da baixa densidade da rede de monitoramento hidrométrico é agravada devido à ampla extensão territorial, aproximadamente, 8.500.000 km². A maioria dos postos fluviométricos estão localizados nas grandes bacias hidrográficas, destacadamente, nos cursos com elevado ou médio potencial hidrelétrico, encontrando nas empresas do setor elétrico a maior fonte de financiamento para o monitoramento da rede. Nas bacias de médio ou pequeno potencial energético, a escassez de monitoramento é mais pronunciada e, dependendo da região em análise, a mesma é inexistente. No entanto, deve-se destacar que o fato de que em algumas regiões do Brasil existam zonas onde a densidade da rede de monitoramento hidrológica é muita baixa, ou nula, não significa desinteresse das instituições responsáveis, mas se deve à ausência de centros urbanos situados nas proximidades, dificuldade de acesso à rede fluvial ou à falta de pessoal técnico capacitado para a realização destas tarefas.

As informações hidrológicas necessárias para ser usadas em projetos de recursos hídricos, podem apresentar alguns inconvenientes, por exemplo: i) as séries não possuem a extensão adequada para que possam ter uma contribuição significativa no estudo e; ii) porque esses dados fluviométricos são válidos, unicamente, para o posto de observação onde foram levantadas ou, para localizações próximas dele. Logo, é muito provável que a área de influência destas informações, não inclua o local de interesse para o desenvolvimento e conservação dos recursos hídricos (Tucci e Clarke, 2001).

Os inconvenientes anteriormente citados, geralmente, podem ser solucionados mediante o uso de métodos de *regionalização hidrológica*, os quais são definidos por Tucci (1993) como um conjunto de procedimentos estatísticos que permitem aproveitar ao máximo as informações hidrológicas existentes num local, através da concentração de informações disseminadas regionalmente em mapas, curvas ou funções, com a finalidade de estimar variáveis ou parâmetros hidrológicos em lugares sem dados ou, com dados insuficientes, permitindo, assim, conhecer a distribuição espacial das variáveis ou parâmetros hidrológicos, além de melhorar a sua estimativa temporal.

Os estudos básicos da engenharia dos recursos hídricos relacionados com as cheias que ocorrem numa determinada região se centralizam na determinação, de uma ou mais, das três principais grandezas que a caracterizam. Estas são:

- 1) *magnitude*: de utilidade para o controle de enchentes, dimensionamento de vertedouros e bueiros, desvio do rio, entre outros;
- 2) *frequência*: permite definir o tamanho e resistência da obra, o estabelecimento do seguro contra inundações e seu zoneamento, atividades que nos últimos anos tem sido considerado com maior ênfase; e
- 3) *volume*: de interesse para estimar a capacidade de amortecimento de cheias, entre outros.

A vazão média anual de um rio é a média diária de todos os valores do ano. A vazão média de longo período é a média das vazões anuais ou a média das médias (Tucci, 1993). Em função de que a vazão média anual é o resultado do balanço hídrico anual da bacia hidrográfica, ela é um indicador da capacidade hídrica da bacia e de seu potencial hídrico.

Geralmente, quando são realizados estudos de análise de frequências de vazões, são encontrados alguns inconvenientes, decorrentes da: i) ausência de leis físicas que permitam determinar a forma exata da distribuição de frequências das vazões em forma independente dos dados; ii) necessidade de analisar riscos de ocorrência de eventos para diferentes períodos de retorno, normalmente, maiores que a extensão das observações disponíveis.

Uma estimativa confiável da relação $Q-T_R$ (vazão-tempo de retorno) não pode ser obtida diretamente a partir de registros de curta extensão num único posto, devido à elevada variabilidade amostral envolvida. O uso de informação regional surge da necessidade de

melhorar ou de estabilizar a estimativa em locais específicos, onde os dados sejam escassos ou de pouca confiabilidade, como também para realizar inferências em bacias sem dados.

As descargas registradas numa estação fluviométrica apresentam oscilações ao longo dos anos, próprio da variabilidade interanual das variáveis hidrológicas (IPH, 2001). Num ano onde o total precipitado esteja acima da média histórica (ano *úmido*), provavelmente, os registros de vazões médias anuais e as cheias sejam elevadas. Quando as chuvas estão sob a média, as descargas médias anuais e as cheias podem ter valores reduzidos.

Como será observado no item apresentado a seguir, a variável dependente a ser utilizada na regionalização de descargas médias de longo prazo e máximas de cheia, é a média aritmética dos valores anuais. Assim, mediante este procedimento, a variabilidade interanual é filtrada, e a vazão (média ou máxima) obtida mediante a equação de regionalização, será igual ao valor esperado dessa variável, associada a um tempo retorno de 2,33 anos.

Mediante análise de frequência é possível estimar as vazões médias de longo prazo e de cheia, associadas a outros tempos de retorno, e através da regionalização destas variáveis é possível considerar a variabilidade interanual. Por exemplo, estimar a vazão de cheia regionalizada num ano extremadamente úmido, utilizando-se de equações de regionalização estimados em tempo de retorno maiores, 50 anos ou mais.

1.2 Originalidade do tema da tese

A originalidade desta tese de doutoramento está focalizada em:

- normalmente, a equação exponencial multivariada de regionalização é linearizada mediante a transformação logarítmica. Isto implica assumir que a variável dependente (vazão) é assimétrica, mais precisamente, que a mesma pode ser ajustada conforme a distribuição Lognormal. Provavelmente, no caso de vazões máximas esteja correto, mas o fato de ser uma série de extremos, não significa que a distribuição Lognormal seja a melhor. Para as séries de descargas médias pode ser mais adequada outra distribuição, não necessariamente de extremos. Assim, nesta tese de doutoramento foi utilizada uma família de transformações mais geral, chamada de transformação de Box-Cox, na qual a logarítmica é um caso particular;
- utilizar o método dos momentos-L, para estimar os parâmetros das distribuições de probabilidades;

- pretende-se analisar na regionalização de vazões *as características espaciais dos dados de descargas*, já que as mesmas são registradas em postos fluviométricos distribuídos num espaço bidimensional e separados por distâncias variáveis, as vezes pequenas e outras extensas. Isto faz supor que as descargas localizadas em postos próximos sejam mais correlacionadas do que as observadas em postos mais distantes. Atualmente, os métodos utilizados na regionalização de vazões não fazem uso destas informações, ou seja, assumem que os resíduos da regressão são independentes (não correlacionados); e
- os coeficientes associados às variáveis independentes da equação de regionalização serão estimados através do método dos mínimos quadrados ponderados. Mediante este será possível levar em consideração a heterogeneidade temporal dos dados, visto que as diferentes estações possuem registros de extensão variável. Logo, os postos que possuem maior (menor) número de anos de registros terão maior (menor) peso no ajuste. Atualmente, o método de mínimos quadrados ordinários é o mais utilizado para estimar este coeficientes. Porém, seu uso implica assumir homogeneidade temporal dos dados; Isto é, que todas as estações apresentam o mesmo peso no ajuste, e portanto a mesma extensão de registro, o qual na maioria das vezes, dificilmente, se verifica.

1.3 Apresentação do problema

Geralmente, os dados hidrológicos são apresentados em tabelas de dupla entrada (tabela 1.1), onde as informações são mostradas, por exemplo, nas linhas a seqüência temporal (meses, anos, etc.) e nas colunas as estações fluviométricas e/ou pluviométricas, sendo observado na maioria das vezes a existência de numerosas falhas de observação.

Tabela 1.1 Representação dos dados fluviométricos.

Ano	Postos de Medição					
	1	2	3	4	...	P
1	$X_{1;1}$	$X_{1;2}$	*	$X_{1;4}$	...	$X_{1;p}$
2	$X_{2;1}$	*	$X_{2;3}$	$X_{2;4}$	...	$X_{2;p}$
3	$X_{3;1}$	$X_{3;2}$	$X_{3;3}$	$X_{3;4}$	...	$X_{3;p}$
....
n-1	$X_{n-1;1}$	$X_{n-1;2}$	$X_{n-1;3}$	$X_{n-1;4}$	...	$X_{n-1;p}$
n	$X_{n;1}$	$X_{n;2}$	$X_{n;3}$	$X_{n;4}$	...	$X_{n;p}$
Médias	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3	\bar{X}_4	...	\bar{X}_p

(*) indica falha no registro.

Também é comum anexar dados sobre as características físicas das estações fluviométricas (tabela 1.2) (por exemplo: área de drenagem (A), precipitação média (P), declividade média do curso principal (D), densidade de drenagem (DD); comprimento do rio (L), etc.), as vezes como complemento de informações e outras para fornecimento de informações para fins específicos, como a regionalização hidrológica.

Tabela 1.2 Representação das características fisiográficas da bacia hidrográfica.

Característica climática e/ou fisiográfica	Posto de Medição					
	1	2	3	4	...	p
A	A_1	A_2	A_3	A_4	...	A_p
P	P_1	P_2	P_3	P_4	...	P_p
D	D_1	D_2	D_3	D_4	...	D_p
DD	DD_1	DD_2	DD_3	DD_4	...	DD_p
L	L_1	L_2	L_3	L_4	...	L_p

OBS.: A : área de drenagem, P : precipitação média, D : declividade média do curso principal, DD : densidade de drenagem; L : comprimento do rio.

As informações apresentadas na tabela (1.1) possuem características importantes (Clarke, 1996):

- as observações resultam de medições distribuídas espacialmente;
- geralmente, as observações obtidas em cada ponto, são realizadas em intervalos de tempo iguais (dia, mês, ano, etc.);
- os registros pertencentes aos distintos postos de medição, iniciam-se e, possivelmente, finalizam em diferentes momentos;
- a não-ortogonalidade ocasionada pela existência de falhas nas linhas e colunas, provoca inconvenientes na análise desses dados, já que a média das colunas (postos) nem sempre é calculada sobre os mesmos períodos. E a média da linha (período) nem sempre é calculada utilizando informações de todos os postos. Isto é equivalente não só a ignorar o fato que as médias dos postos são calculadas utilizando-se períodos com extensão diferentes, senão também a ignorar que a média do posto possui informação comuns com outros postos.

Apesar destas observações, na regionalização de variáveis hidrológicas, por exemplo, a vazão máxima anual (Q_{\max}), a técnica mais utilizada é:

- calcular Q_{\max} para cada um dos postos fluviométricos localizados nas diferentes sub-bacias;
- calcular em cada estação fluviométrica a média dos Q_{\max} ;
- determinar o valor de variáveis características da bacia hidrográfica (físicas, climáticas, etc.);
- procurar uma relação matemática, que na maioria das vezes é do tipo:

$$Q_{\max} = a.A^b.P^c.D^d.DD^e.L^f \quad (1.1)$$

sendo $a, b, c, d, e, e f$ coeficientes que devem ser determinados.

Como esta equação é não-linear, procede-se a sua linearização utilizando a transformação logarítmica (procedimento mais utilizado), ficando a equação (1.1) da seguinte forma:

$$\log(Q_{\max}) = a + b.\log(A) + c.\log(P) + d.\log(D) + e.\log(DD) + f.\log(L) + \dots \quad (1.2)$$

ou, na forma matricial:

$$\underline{Y}_{(s)} = \underline{X}_{(s)}^T \cdot \underline{\beta} + \underline{\varepsilon}_{(s)} \quad (1.3)$$

onde $\underline{Y}_{(s)}$ é a variável resposta (aleatória) que representa um determinado processo no ponto (s); $\underline{X}_{(s)}$ são as covariáveis ou variáveis independentes; $\underline{\beta}$ é o vetor de parâmetros a serem estimados; e $\underline{\varepsilon}_{(s)}$ é uma variável aleatória com média zero e variância σ_ε^2 .

- é determinado o vetor $\hat{\underline{\beta}}$ (estimativa de $\underline{\beta}$) utilizando, na maioria das vezes, o método dos mínimos quadrados ordinários;
- realiza-se a transformação inversa de $\log(Q_{\max})$ mediante exponenciação, e procede-se à estimativa de Q_{\max} utilizando a equação (1.1).

As hipóteses básicas deste modelo de regressão linear ordinário, segundo Draper e Smith (1981) são :

- a) os erros $\underline{\varepsilon}_{(s)}$ em diferentes pontos (s) são variáveis aleatórias com média zero (não-tendenciosidade ou estacionariedade da série) e variância constante σ_ε^2 (homocedasticidade);
- b) os erros são independentes, portanto não estão correlacionados ($COV[\varepsilon_i; \varepsilon_j] = 0$) ($\forall i \neq j$); e
- c) os erros são variáveis aleatórias normalmente distribuídas ($\varepsilon \sim N(0; \sigma_\varepsilon^2)$).

1.4 Justificativa

O modelo de regressão linear ordinário descrito anteriormente, apesar de sua simplicidade e sua solução não apresentar maiores inconvenientes, não é necessariamente o mais eficiente, devido a:

1. a transformação logarítmica utilizada na equação (1.2) nem sempre é a melhor transformação a ser usada. Uma transformação, mais geral, seria a família de transformações do tipo Box-Cox ($x^* = (x^\lambda - 1)/\lambda$), sendo a transformação logarítmica ($\lambda = 0$) um caso particular;
2. a equação (1.3) não considera que, geralmente, as diferentes bacias hidrográficas possuem diferente quantidade de anos de registros (vide tabela 1.1). Nelas, o ano de início e, possivelmente, o último de registros não coincide. Logo, é lógico supor que as bacias que possuem registros de menor extensão tenham uma variância maior que aquelas bacias com registros mais longos e, portanto, com menor variância e mais confiáveis. De acordo com a hipótese (a) do modelo de regressão linear ordinário, a homogeneidade da variância é uma das hipóteses fundamentais. Um modelo mais adequado deveria levar em consideração este inconveniente (Stedinger e Tasker, 1985 e 1986a; Tasker e Stedinger, 1987 e 1989). As alternativas de solução disponíveis são: i) transformar as variáveis dependentes (resposta), independentes (covariáveis) ou, ambas; ii) utilizar um modelo de regressão cujo método de solução utilize mínimos quadrados ponderados (supondo que os erros não estão correlacionados); e iii) utilizar um tipo de modelo mais geral que os anteriores, por exemplo, os modelos de regressão generalizados;

3. considerando uma determinada região hidrográfica: em um ano úmido (seco) é lógico supor que todas as estações fluviométricas, nas diferentes bacias hidrográficas possuam registros elevados (baixos) de vazão. Isto significa que a variável resposta (vazão máxima) das diferentes bacias, no modelo de regressão linear não são independentes, e sim estão correlacionados espacialmente. De acordo com a hipótese (b), independência dos erros é outra hipótese fundamental do modelo linear de regressão ordinário. Uma solução alternativa é utilizar modelos de regressão generalizados (Stedinger e Tasker, 1985 e 1986a; Tasker e Stedinger, 1987 e 1989);
4. o procedimento convencional dos modelos lineares de regressão ordinários, não leva em consideração o fato de que as bacias estão distribuídas num espaço bidimensional. Por exemplo, algumas das sub-bacias estão embutidas em bacias de maior tamanho, em conseqüência, é lógico supor que a vazão máxima anual (Q_{\max}) esteja correlacionada espacialmente. Neste caso, a análise estatística de regionalização deveria levar isto em consideração. Uma alternativa de solução seria supor que a Q_{\max} obtidas de diferentes estações fluviométricas localizadas dentro da mesma bacia estão correlacionados, onde a correlação é uma função da distância entre os postos, por exemplo, uma função do tipo exponencial ($\exp(-\lambda \cdot d_{ij})$), onde d_{ij} é a distância euclidiana entre os pontos s_i e s_j). Quando os postos fluviométricos não estão localizados no mesmo curso de água, seria razoável supor uma correlação diferente. Logo, outros modelos de correlação espacial, poderiam ser sugeridos, necessitando-se verificar que a função seja contínua e monótona decrescente. Adicionalmente, é possível que a distância d_{ij} não seja, simplesmente, a distância Euclidiana, mas sim a distância existente entre dois postos fluviométricos, medido ao longo do curso de água;
5. o procedimento índice de cheia (“*Index-Flood*”), provavelmente, o método mais utilizado na regionalização de vazões, combina dados de diferentes postos usando a variável padronizada $\left(\frac{x_i}{x}\right)$, mas não considera a configuração espacial das estações;
6. de acordo com a hipótese básica (c), o modelo de regressão linear ordinário supõe que a variável resposta é aleatória com distribuição normal. Quando a variável resposta é a média das vazões anuais, esta hipótese está justificada no Teorema do Limite Central; no entanto, esta suposição deve ser verificada. Caso não seja, pode-se

supor que a variável resposta siga uma distribuição assimétrica, como por exemplo, a distribuição Gama (Clarke, 1994); e

7. quando é realizada a transformação inversa para obter o valor da descarga numa escala linear, e a variável resposta ou dependente não é normalmente distribuída, os resultados não são satisfatórios, considerando-se a tendenciosidade introduzida na estimativa (Clarke, 2001).

1.5 Objetivos

Os objetivos perseguidos na realização deste trabalho são três:

1. introduzir na equação de regionalização uma família de transformações mais geral, denominada transformada de Box-Cox, a qual tem a logarítmica como um caso especial;
2. estimar os coeficientes da equação de regionalização mediante métodos que consideram que as estações fluviométricas possuem dados de diferente extensão (heterogeneidade temporal dos registros);
3. verificar se os resíduos da equação de regionalização estão correlacionados, ou não (independentes). No caso de estar correlacionados espacialmente, se procederá a sua modelagem com a metodologia adequada.

As alterações a serem introduzidas no modelo tradicional de regionalização hidrológica, citadas nos objetivos 1 e 2 (relacionados com transformação da equação multivariada de regionalização e com o método de estimativa do vetor de coeficientes associados às variáveis independentes da mesma equação), serão integrados em um único modelo de regionalização hidrológica, para estimar a vazão regionalizada em locais sem dados ou com dados insuficientes.

CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades

A disponibilidade de informações hidrológicas suficientemente extensas, seja no espaço e no tempo, bem como que as mesmas possuam qualidade adequada, é um dos maiores desafios dos hidrólogos envolvidos no desenvolvimento de projetos de gerenciamento de recursos hídricos. Estas informações são obtidas através de redes de monitoramento hidrométrico e hidroclimatológico distribuídas sobre uma determinada região geográfica, na qual, são obtidos registros fluviométricos, pluviométricos e climáticos de diversas variáveis. Estes registros podem ser associados a um local específico, como é o caso das informações obtidas de uma estação pluviométrica e/ou climática, ou a uma área determinada (bacia hidrográfica), como ocorre com os registros das estações fluviométricas.

No caso deste trabalho, existe especial interesse na análise dos registros fluviométricos, mais especificamente, das descargas líquidas. Para quantificar as disponibilidades hídricas de uma região a fim de desenvolver projetos de gerenciamento de recursos hídricos, é necessário dispor dos registros fluviométricos coletados nas estações localizadas na rede fluvial. Contudo, estas observações são válidas, unicamente, para estes locais ou em pontos localizados muito próximo dele. Na realidade, a localização dos empreendimentos relacionados com os recursos hídricos (por exemplo: construção de barragens e outros) dificilmente coincide com a localização de uma estação pertencente à rede de informações hidrológica, e que a extensão e confiabilidade dos registros seja adequada para a realização dos estudos que o empreendimento requer. Além disto, principalmente nos países em desenvolvimento, usualmente os registros fluviométricos são de curta extensão (quando comparados ao tempo de recorrência utilizado no dimensionamento das estruturas hidráulicas) e com numerosos erros de amostragens. Ajustar uma distribuição estatística a estes dados pode fornecer resultados pouco confiáveis. Desta forma, se a mesma análise é realizada para um conjunto de estações fluviométricas, a média dos resultados das análises individuais fornecerá uma melhor estimativa da variável de interesse (ex. vazão) do que os obtidos num estudo individual. Este é o objetivo da regionalização hidrológica.

Tucci (1993), define regionalização hidrológica como o *conjunto de ferramentas que exploram ao máximo as informações existentes, visando à estimativa das variáveis hidrológicas em locais sem dados ou insuficientes.*

A utilização de métodos de regionalização hidrológica começam a ser empregado há mais de 40 anos (Clarke, 2001), mais precisamente na década do 60. Inicialmente, foram utilizadas fórmulas empíricas e, na medida que os pesquisadores adquiriram melhor conhecimento dos fundamentos que regem os processos físicos do ciclo hidrológico, juntamente com o incremento na velocidade dos recursos computacionais e o aumento quantitativo dos dados hidrológicos, foram desenvolvidos métodos mais complexos e confiáveis. Na atualidade, os métodos de regionalização de enchentes mais usados no mundo são os baseados no método do índice de cheia (*index-flood*) e na equação de regressão múltipla, com diferentes opções quanto ao método utilizado na determinação dos parâmetros da distribuição de probabilidade associada. Em hidrologia, os métodos de estimativa de parâmetros das distribuições de probabilidades mais utilizados são: i) o Método dos Momentos Convencionais; ii) o Método da Máxima Verossimilhança; e iii) Método dos Momentos de Probabilidades Ponderadas.

A seguir será descrita de forma resumida as principais características dos métodos de regionalização de vazões, destacando-se as hipóteses de desenvolvimento, suas limitações e principais aplicações.

2.2 Métodos utilizados na regionalização de vazões

2.2.1 Métodos empíricos

Fleming (1975), citado por Kaviski (1992), definiu métodos empíricos como sendo *aqueles que por meio de equações matemáticas fazem aproximações diretas, produzindo uma saída a partir de uma certa entrada.*

Os métodos empíricos, embora sejam antigos e apresentem numerosas limitações quanto à verificação das hipóteses básicas sob as quais foram desenvolvidos, são muito utilizados pelos hidrólogos para a obtenção de informações hidrológicas de pequenas bacias hidrográficas para o dimensionamento de estruturas hidráulicas de pequena dimensão, por exemplo, pontes de pequeno porte, bueiros, entre outros.

Estes modelos, mesmo que forneçam a estimativa da magnitude de uma cheia, não permitem obter informações quanto à sua frequência e, conseqüentemente, impossibilitam a avaliação do risco de ocorrência.

Conforme Kite (1988), a aproximação mais simples que pode ser usada na regionalização de cheias consiste em utilizar uma equação empírica que relacione a descarga (Q) à área de drenagem (A) no ponto de interesse. Esta apresenta a seguinte formulação:

$$Q = c.A^n$$

onde: c e n são parâmetros a serem ajustados; Q é a descarga e A representa a área de drenagem no ponto de interesse.

Outro método empírico freqüentemente empregado é o da fórmula racional. Este determina a vazão máxima associada a um tempo de retorno com base na precipitação. Esta fórmula é representada por Pilgrim e Cordery (1993) como:

$$q = F.C.i.A$$

onde: q é a vazão máxima; C é um coeficiente adimensional de perda definida como a relação entre a precipitação e o escoamento; i é a intensidade de precipitação e A é a área de drenagem da bacia.

Pfaffetter (1957), em seu trabalho sobre chuvas intensas no Brasil, propôs a formulação empírica para determinar, em função da duração da chuva e do tempo de retorno, as precipitações máximas em diferentes locais do Brasil. Esta formulação foi:

$$P = K.[a.t + b.\log(1 + c.t)]$$

sendo,

$$K = T^{\left(\alpha + \frac{\beta}{T^\gamma}\right)} \quad (\text{fator de proporcionalidade})$$

onde: P é a precipitação máxima em mm; T é o tempo de recorrência em anos; t é a duração da precipitação em horas; α e β são valores que dependem da duração da precipitação; γ , a , b e c são constantes para local. Os valores destas constantes podem ser consultados, para diferentes cidades do Brasil, em Pfaffetter (1957).

A intensidade de chuva pode ser determinada através da análise de freqüências ou da utilização de equações genéricas que possuem a seguinte formulação:

$$i_{\max} = \frac{a.Tr^b}{(t+c)^d}$$

onde: Tr é o tempo de retorno à duração da chuva; t é a duração da chuva; a , b , c , e d são os parâmetros da equação que devem ser determinados para cada local. Valores representativos para diferentes cidades do Brasil dos coeficientes da equação idf podem ser consultados em Bertoni e Tucci (1993).

2.2.2 Método índice de cheia (*Index-Flood*)

O método índice de cheia foi desenvolvido pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos –USGS– (Dalrymple, 1960) tendo como finalidade aumentar a confiabilidade da estimativa das freqüências de cheias que caracterizam uma região. Se numa área hidrologicamente homogênea um número de estações hidrométricas estão operando e registrando os efeitos dos mesmos fatores meteorológicos, a combinação destes dados fornecerá, não apenas um registro de maior extensão, mas sim de maior confiabilidade (Kite, 1988).

O objetivo do desenvolvimento do método índice de cheia foi determinar a magnitude e freqüência das cheias máximas instantâneas em qualquer local da rede fluvial, tendo ou não disponibilidade de registros fluviométricos, e que a região de aplicação seja hidrologicamente homogênea (características fisiográficas, climáticas, vegetação, uso e cobertura de solo similares) (Ponce, 1989).

Este método baseia-se na hipótese de que as cheias observadas nas diferentes bacias hidrográficas, localizadas dentro de uma região e normalizadas pelo índice de cheia, são identicamente distribuídas, com exceção de um fator de escala que depende das características físicas e climáticas da bacia hidrográfica. Geralmente, a área de drenagem é o fator mais importante para explicar a escala da cheia.

Para a aplicação do método índice de cheia é necessária a realização dos procedimentos citados a seguir (GREHYS, 1996):

- a) Identificar as regiões hidrologicamente homogêneas (a ser explicitado no item 2.3);
- b) Determinar a curva regional de freqüências de cheias padronizadas (Q_T).

2.2.2.1 Curva regional de frequências

Para cada uma das estações incluídas na região homogênea, selecionadas conforme critérios que serão apresentados no item (2.3), são calculados os quocientes entre os eventos de cheias que foram determinados para diferentes tempos de retorno e o evento médio anual ou cheia índice (μ_x). Na versão original do método índice de cheia, o evento médio anual é determinado a partir da curva de frequência de probabilidades da distribuição de Gumbel, para um tempo de recorrência (Tr) de 2,33 anos (Kite, 1988). Porém, na prática outros procedimentos podem ser utilizados. Por exemplo, a ELETROBRÁS (1985) conforme a extensão dos registros disponíveis recomenda o uso dos seguintes procedimentos:

- i) quando não existem dados ou a extensão deles é menor que 3 anos, o índice de cheia pode ser estimado de forma indireta através de métodos estatísticos que empregam o método de regressão múltipla para estimar o índice de cheia com relação às características físicas e climáticas da bacia hidrográfica.

Também podem ser utilizadas em bacias hidrográficas que não possuem registros fluviométricos ou, mesmo existindo, estão fortemente influenciados por obras de regularização de vazões (por exemplo, barragem) métodos baseados na transposição de vazões, os quais permitem obter as informações hidrológicas necessárias a partir de registros fluviométricos de bacias hidrográficas vizinhas, utilizando para este fim, a relação entre áreas de drenagem (Goel et al., 2000). Contudo, esta técnica somente é possível se a extensão dos registros é adequada e a bacia vizinha apresenta resposta hidrológica semelhante à de análise.

Outra alternativa viável para obter as informações hidrológicas necessárias, é o uso de modelos determinísticos que representam o processo físico de transformação chuva-vazão e através desta é possível estudar as frequências das cheias (Bradley e Potter, 1992; Párraga, 1997; Goel et al., 2000; Brath et alii, 2001);

- ii) se há registros históricos com extensão de 3 a 5 anos, o índice de cheia pode ser obtida da análise de séries parciais; e
- iii) quando existem séries históricas com registros de extensão maior de cinco anos, geralmente, é assumido que o índice de cheia coincide com a média aritmética de cada estação (Brath et alii, 2001), sendo determinado conforme a equação abaixo:

$$\mu_x = \frac{\sum_i^n Q_i}{n}$$

onde, μ_x é a média das vazões máximas anuais, Q_i são as vazões máximas anuais e n é o número de anos.

Para cada estação localizada dentro da região homogênea, determina-se o quociente entre eventos de diferentes tempos de recorrência e o índice de cheia (μ_x) do posto. A média destas curvas individuais de frequências, determinada para cada período de retorno, é a curva de frequência regional e representa a relação mais provável para toda a região.

Durante alguns anos o método índice de cheia foi pouco utilizado, devido, principalmente, à constatação de que a área de drenagem da bacia hidrográfica influenciava não somente no fator de escala, mas também no coeficiente de variação (C_v) e de assimetria (C_s) (Potter e Lettenmaier, 1990), a qual, conforme o fundamento básico do método deve ser constante. Na década de 80, este método ganhou novamente popularidade e na atualidade é um dos métodos de regionalização mais eficientes utilizados, particularmente, na análise de frequência de cheias (Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou, 1993).

2.2.2.2 Limitações do método índice de cheia

O método índice de cheia, apesar de sua ampla utilização, apresenta importantes limitações. Descritas a seguir:

- a aplicação do método índice de cheia para estações com registros de curta extensão pode não ser representativa da estação (Benson, 1962, apud Kite, 1988). Os registros fluviométricos das estações localizadas dentro da região hidrologicamente homogênea, geralmente, iniciam e, possivelmente, finalizam em diferentes períodos, sendo assim, o índice de cheia é calculado utilizando-se registros pertencentes a períodos diferentes (Clarke, 1996). Conseqüentemente, o quociente entre as cheias determinadas para diferentes tempos de retorno e o índice de cheia podem variar amplamente entre as estações (Benson, 1962, apud Kite, 1988);
- o teste de homogeneidade desenvolvido por Dalrymple (1960) é usado para determinar se as diferenças na inclinação da curva de frequência são maiores do que

aquela que poderia ser atribuída de ocorrência aleatória. Este teste utiliza a razão da cheia de 10 anos, uma vez que a maioria dos registros existentes são de pequena extensão, dificultando, conseqüentemente, definir de forma adequada a curva de frequência para níveis elevados. Segundo Benson (1962), apud Kite (1988), o teste de homogeneidade é estabelecido no nível de 10 anos porque as curvas individuais de frequência apresentam amplas, e às vezes sistemáticas, diferenças em níveis elevados;

- na aplicação do método índice de cheia, é aceito que dentro da região homogênea as curvas de frequências podem ser combinadas para todos os tamanhos de área de drenagem, com exceção da maior. Estudos desenvolvidos pelo USGS utilizando dados das cheias menos frequentes revelaram, para todas as regiões onde existiam registros, que o quociente entre o valor de qualquer cheia e a cheia média anual é inversamente proporcional à área de drenagem. O efeito da área de drenagem é, relativamente, maior para cheias de tempo de recorrência elevados (Benson, 1962 apud Kite, 1988);
- assumir a existência de uma única forma (ou declividade) da curva regional de frequências. Esta hipótese é insustentável em bacias hidrográficas onde existem sub-bacias com áreas de drenagem muito diferentes e onde os efeitos do armazenamento variam fortemente dentro da região (NRCC, 1989);
- o método não é aplicável onde as vazões estão fortemente reguladas (NRCC, 1989);
- a definição de uma curva adimensional média para toda a região é um procedimento simples de realizar, porém apresenta o inconveniente de suprimir as diferenças existentes entre as curvas adimensionais das estações localizadas dentro da região homogênea (Reed e Stewart, 1993);
- agrupar informações dentro de regiões homogêneas cria contornos rígidos, podendo-se obter valores da variável resposta muito diferentes para dois pontos separados por uma distância muito pequena, localizados a ambos lados da linha que separa ambas regiões (Reed e Stewart, 1993); e
- a correlação existente nos máximos anuais das diferentes estações provoca o aumento nas incertezas das curvas adimensionais (Clarke, 1994).

2.2.3 Métodos baseados em técnicas de regressão múltipla

Continuando com a mesma linha de raciocínio utilizada na descrição dos fundamentos do método índice de cheia, é lógico supor que, da mesma forma como foi possível relacionar mediante regressão múltipla a cheia média anual e a área de drenagem (Kite, 1988), também é possível relacionar parâmetros de uma distribuição estatística ou a vazão com um determinado risco, ambas com relação a características fisiográficas e climáticas da bacia hidrográfica. Para determinar a importância relativa de cada parâmetro a serem incluídos como variáveis independentes na equação de regressão múltipla podem ser utilizados os procedimentos *forward*, *backward* ou *stepwise* (Draper e Smith, 1981).

Com base em procedimentos de regressão múltipla, e assumindo que a série é estacionária, na regionalização de enchentes podem ser empregados os seguintes métodos (Tucci, 1993):

- Métodos que regionalizam parâmetros de uma distribuição estatística

Este procedimento considera que uma única distribuição estatística se ajusta bem aos dados dos postos da região escolhida. Inicialmente, é ajustada uma distribuição de probabilidades aos dados das diferentes bacias. Considerando que μ e σ sejam os parâmetros da distribuição (podem ser mais do que dois parâmetros), obtêm-se as estimativas $\hat{\mu}_1, \hat{\sigma}_1, \hat{\mu}_2, \hat{\sigma}_2, \hat{\mu}_3, \hat{\sigma}_3, \dots, \hat{\mu}_n, \hat{\sigma}_n$, onde n é o número de bacias ou postos. A seguir os parâmetros obtidos são relacionados com as características fisiográficas e/ou climáticas das bacias, resultando nas seguintes expressões:

$$\mu = f_1(A; P; S; \dots) \quad (2.1)$$

$$\sigma = f_2(A; P; S; \dots) \quad (2.2)$$

onde: A é a área de drenagem da bacia hidrográfica; P é a precipitação na bacia; S representa a declividade do rio, além de outros parâmetros.

Para os postos sem dados ou com dados insuficientes, os parâmetros μ e σ são estimados com base nas equações (2.1) e (2.2), após a determinação das características físicas e climáticas a partir dos mapas disponíveis. Conhecidos os parâmetros da distribuição estatística, pode-se determinar no local em estudo as vazões com o risco desejado. Uma

importante limitação deste método é assumir que uma única distribuição de probabilidades seja válida para toda a região.

Outro procedimento que poderia ser considerado neste item é o método Bayesiano. Este método permite que um parâmetro desconhecido possa ser considerado como uma variável aleatória ou como uma constante fixa, mas desconhecida (Cunnane, 1988). Se a população da cheia máxima anual na estação fluviométrica pode ser representada por $f(q; \theta)$, o método Bayesiano, inicialmente, considera a informação regional relativa ao vetor de parâmetros θ , como uma distribuição condicional $\phi(\theta | c)$ “a priori” sobre as características da bacia hidrográfica “c”, e, posteriormente, a atualiza com os registros observados na estação (“Q”) e representados através da função de verossimilhança $L(Q | \theta)$ para obter a distribuição “a posteriori” de $\psi(\theta)$, a qual já incorpora as duas fontes de informação.

A distribuição condicional $\phi(\theta | c)$ “a priori”, geralmente, é estimada através regressão entre o vetor de parâmetros θ e as características físicas e climáticas da bacia hidrográfica “c”, obtendo-se uma variância relativamente grande. Os resíduos ε desta regressão permitem definir a distribuição de $\phi(\cdot)$. A média da distribuição de $\psi(\theta | Q; c)$ fornece o ponto de estimativa do vetor de parâmetros $\theta = (\theta_1, \theta_2, \theta_3)^T$ o qual pode ser utilizado na formulação apresentada a seguir e que permite determinar os quartis da cheia na estação:

$$Q_T = \theta_1 + \theta_2 \cdot K_T(\theta_3)$$

Como Q_T é uma função de θ , pode ser usada a teoria das distribuições derivadas para obter a distribuição “a posteriori” $\psi(Q_T | c; Q)$ de Q_T cuja média é

$$E(Q_T) = \int Q_T \psi(Q_T | Q; c) dQ_T$$

Na aplicação da teoria Bayesiana na análise regional de cheias anuais, na maioria destas foram utilizadas modelos de regressão regional para realizar a estimativa “a priori” dos parâmetros da bacia hidrográfica (Madsen e Rosbjerg, 1997). Um exemplo da aplicação do método Bayesiano na regionalização de parâmetros de uma distribuição estatística é o trabalho de Cunnane e Nash (1971) no qual apresentaram um estimador Bayesiano empírico de eventos de T-anos baseado na distribuição de Gumbel, onde a média e o coeficiente de variação foram relacionados com a área de drenagem da bacia, a precipitação média anual e a declividade média.

As principais limitações do uso da análise Bayesiana são:

1. em geral a forma das funções $\phi(\cdot)$, $f(\cdot)$ é complexa. Portanto, a integração de $\int_{\theta} \phi(\theta|c).L(Q|\theta).d\theta$ é de difícil manipulação analítica e $\psi(\cdot)$ não pode ser integrada analiticamente (Cunnane, 1988). Atualmente, a disponibilidade de métodos chamados *Monte Carlo Markov Chains* (MCMC) revolucionaram o uso de métodos Bayesianos, eliminando o inconveniente anteriormente citado;
2. às vezes, para facilitar a integração analítica da função $\psi(\cdot)$ é necessário realizar simplificações nas funções $\phi(\cdot)$ e $f(\cdot)$, com a conseqüente perda de precisão (Cunnane, 1988); e
3. é difícil determinar com suficiente precisão e segurança qual é a probabilidade de ocorrência de cada um dos componentes da fórmula de Bayes (Yevjevich, 1972).

- Métodos que regionalizam a vazão com um determinado risco

Da mesma forma que no método descrito no item anterior, são ajustadas distribuições estatísticas às vazões dos diferentes postos. As vazões para os tempos de retorno de interesse podem ser obtidos a partir das distribuições de probabilidade ajustadas a cada posto, ou seja:

$$\begin{array}{llll}
 Q_{Tr1}^1 = g_1(\mu_1; \sigma_1; \dots; Tr_1) & Q_{Tr2}^1 = g_1(\mu_1; \sigma_1; \dots; Tr_2) & \dots & Q_{Trm}^1 = g_1(\mu_1; \sigma_1; \dots; Tr_m) \\
 Q_{Tr1}^2 = g_2(\mu_2; \sigma_2; \dots; Tr_1) & Q_{Tr2}^2 = g_2(\mu_2; \sigma_2; \dots; Tr_2) & \dots & Q_{Trm}^2 = g_2(\mu_2; \sigma_2; \dots; Tr_m) \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 Q_{Tr1}^n = g_n(\mu_n; \sigma_n; \dots; Tr_1) & Q_{Tr2}^n = g_n(\mu_n; \sigma_n; \dots; Tr_2) & \dots & Q_{Trm}^n = g_n(\mu_n; \sigma_n; \dots; Tr_m)
 \end{array}$$

onde: m é o número de tempos de retorno escolhidos. O índice superior identifica o posto ou a bacia e o inferior o tempo de retorno; $g_i(\mu_i; \sigma_i; \dots; Tr_j)$ é a solução da equação

$$\int_{g_i}^{\infty} p(x_i).dx_i = \frac{1}{Tr}$$

onde $p(x_i)$ é a distribuição estatística do posto i com parâmetros μ_i e σ_i .

Com base nestes valores a regressão é estabelecida entre as vazões e as características das bacias (físicas e climáticas), obtendo-se as seguintes relações:

$$\begin{array}{l}
 Q_{Tr1} = G_1(A; P; S; \dots) \\
 Q_{Tr2} = G_2(A; P; S; \dots) \\
 \dots \\
 Q_{Trm} = G_m(A; P; S; \dots)
 \end{array}$$

Onde $G_j(A; P; S; \dots)$ é a equação de regressão para o tempo de retorno Tr_j .

Para bacias sem dados são utilizadas diretamente as equações citadas anteriormente. Este procedimento possui a vantagem do uso de diferentes distribuições de probabilidades em cada estação.

2.2.4 Modelos lineares generalizados e modelos mistos lineares generalizados

Os modelos mistos lineares generalizados –GLMM- e os modelos lineares generalizados –GLM- (McCulloch e Nelder, 1989) são ferramentas muito utilizadas na área da estatística, porém pouco empregadas no campo da hidrologia e quase desconhecidas na análise de frequência de cheias. Em hidrologia, os modelos lineares generalizados foram utilizados por Martins (1993) para simular seqüência de vazões mensais, entre outros usos.

Estes modelos utilizam a estrutura original da matriz de dados, conforme indicado na tabela 2.1. Nesta tabela encontram-se disponíveis os registros hidrológicos de G estações ao longo de P anos. O registro identificado por $Y_{i,j}$ representa o valor da variável Y pertencente à estação “ i ” verificado durante o ano “ j ”. Esta matriz de dados está formada por “ i ” colunas ($i=1, \dots, G$) e “ j ” filas ($j=1, \dots, P$).

Tabela 2.1 Registros hidrológicos de diferentes estações.

Ano	Estação fluviométrica					
	1	2	...	i	...	G
1	$Y_{1;1}$	$Y_{2;1}$	...	*	...	$Y_{g;1}$
2	$Y_{1;2}$	*	...	$Y_{i;2}$	...	$Y_{g;2}$
....
j	$Y_{1;j}$	$Y_{2;j}$	...	$Y_{i;j}$	...	$Y_{g;j}$
....
P	*	$Y_{2;p}$	...	$Y_{i;p}$	...	$Y_{q;p}$

(*) falha no registro.

Através do uso dos modelos lineares generalizados (GLM) é possível assumir a seguinte formulação:

$$E[Y_{ij}] = \mu + g_i + p_j$$

onde: μ é uma média regional (constante), g_i o efeito do posto i e p_j o efeito do ano j .

Em função da existência de falhas nos registros (tabela 2.1) é possível introduzir variáveis *dummy* x_i e z_j que assumem valor 0 ou 1, dependendo se existe ou não registro. O valor esperado de y_{ij} é redefinido da seguinte forma:

$$E[Y_{ij}] = \mu + \sum_{i=1}^G g_i \cdot x_i + \sum_{j=1}^P p_j \cdot z_j$$

Também é possível assumir para Y_{ij} uma distribuição de probabilidade pertencente à família exponencial (no caso de cheia anual, pode ser a Gama), bem como uma função de ligação, que para o caso de vazões médias e máximas, a mais adequada é a logarítmica, porque garante que $E[Y_{ij}]$ seja sempre positiva. Mediante a aplicação de modelos lineares generalizados podemos estimar μ , g_i e p_j .

Clarke (2001) mostrou a aplicabilidade destes modelos para a extensão de registros de vazão e regionalização. Conforme o autor, o uso dos modelos GLM e GLMM apresentam as seguintes vantagens:

- são métodos alternativos aos métodos de regionalização hidrológica anteriormente descritos;
- permitem que sejam considerados os efeitos que cada ano e estação exercem na estimativa do valor de Q_{ij} ;
- GLM e GLMM combinam numa única formulação dois dos problemas mais comuns da análise de frequência: i) extensão de registros e ii) regionalização de vazões;
- GLMM permite, implicitamente, a inclusão da correlação espacial entre registros de cheias. Isto é, a tendência para cheias anuais será grande (pequena) em estações vizinhas em anos secos (úmidos);
- a estimativa estatística dos modelos GLM e GLMM permite que possam ser realizados testes para detectar tendências temporais nas cheias anuais e a inclusão de variáveis climáticas e fisiográficas, úteis para a transferência de registros mediante regionalização; e
- a escolha adequada da função de enlace do modelo GLM e da distribuição de probabilidades evita a introdução de tendenciosidade pela transformação inversa de escalas (logarítmica à linear) utilizada na análise regional.

2.3 Determinação das regiões homogêneas

Pode-se definir como região homogênea *àquela região que apresenta comportamento similar em cada um dos fenômenos integrantes do processo hidrológico*. Sendo assim, a não ser por questões de escala, os fenômenos hidrológicos seriam idênticos (Lanna, 1983). Embora esta definição seja clara em termos conceituais, na prática é extremamente rigorosa sob o ponto de vista pragmático e da aplicabilidade da mesma. De Coursey (1972) citado por Lanna (1983), definiu região homogênea *como uma região na qual diversas, mas não todas (provavelmente as mais significativas) as características climato-fisiográficas teriam uma variabilidade mínima, de bacia para bacia*.

Convém salientar que a delimitação das regiões homogêneas depende de: i) as características a serem selecionadas; e ii) o método escolhidos para realizar o agrupamento. Assim, em função da escolha de (i) e (ii), distintas combinações de resultados podem ser obtidos e, conseqüentemente, diferentes serão as regiões homogêneas definidas. Na seqüência serão citados alguns dos numerosos exemplos disponíveis na bibliografia.

2.3.1 Métodos empregados na delimitação das regiões

As primeiras tentativas para classificar e delimitar regiões homogêneas foram totalmente expeditos, sem nenhum suporte sob o ponto de vista hidrológico. Estes critérios estavam baseados em fazer coincidir os limites das regiões com os contornos da divisão política, administrativa e fisiográfica (NERC, 1975, Burn e Goel, 2000). Mosley (1981), embora tenha destacado os esforços realizados por geógrafos para delimitar o contorno das regiões, admitiu que os resultados obtidos não eram os desejados, principalmente, porque esta forma de divisão não garante, necessariamente, que a região seja homogênea em termos de respostas hidrológica. Wiltshire (1986a) destacou o crescente interesse pela procura de métodos que permitam identificar regiões de cheias e que estes se diferenciam daqueles baseados unicamente na delimitação geográfica.

Os critérios adotados para o agrupamento das estações fluviométricas estavam baseados nos seguintes procedimentos:

- a) *Classificação mediante estatísticas da distribuição de frequência de cheias da bacia*: como exemplos podem ser citados os estudos desenvolvidos por Mosley

(1981), que usando a análise de agrupamento com a finalidade de formar grupos de bacias na Nova Zelândia para fins de regionalização hidrológica, considerou como atributos de classificação a cheia média anual e o coeficiente de variação das cheias; Wiltshire (1985; 1986c) com base na análise de variância de estatísticas das cheias utilizou técnicas iterativas de pesquisas para localizar o limite ótimo de dados espaciais da bacia;

- b) *Classificação por características da bacia*: podem ser mencionados os trabalhos desenvolvidos por White (1975) o qual empregando análise fatorial de dados de características da bacia conseguiu identificar, na Pennsylvania, bacias hidrográficas fisicamente similares. Acreman e Sinclair (1986) aplicando o algoritmo de agrupamento multivariada NORMIX e a matriz de características físicas da bacia conseguiu delimitar cinco regiões hidrologicamente homogêneas na Escócia.

No Brasil é muito usado para o estabelecimento de regiões homogêneas o critério desenvolvido pelo USGS, denominado método dos resíduos. Este método foi utilizado pelo IPH (1983) e Tucci et al. (1995) para delimitar as regiões homogêneas da bacia hidrográfica do Alto Paraguai; na regionalização de enchentes no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Crespo, 1982; Crespo e Tucci, 1984); e na regionalização de vazões máximas, médias e mínimas do Rio Grande do Sul (IPH, 1983 e 1991). O método consiste em avaliar o comportamento dos resíduos (curvas médias regionais e curvas de frequências individuais avaliadas no tempo de recorrência de 20 anos) da equação de regressão e da curva de frequência (Crespo e Tucci, 1984). Este mesmo procedimento foi aplicado na Índia por Burn e Goel (2000).

Para Wiltshire (1986a) a maioria dos estudos que utilizam o critério dos resíduos delimitam regiões que geralmente coincidem com os limites geográficos e/ou hidrológicos e que estas regiões, provavelmente, possuem bacias com geomorfologia diversa, cujas características de cheia não são similares (Terrazas, 1989).

A técnica de análise multivariada mais aplicada na delimitação das regiões homogêneas é a Análise de Agrupamentos (*Cluster*). Este método permite identificar grupos de bacias cujas características, dentro do agrupamento, são similares. Entretanto, existem diferenças com as bacias agrupadas em grupos diferentes. Embora a análise de agrupamentos esteja baseada em critérios matemáticos objetivos, esta não deixa de ter certo grau de

subjetividade, já que, dependendo do tipo e o número de variáveis consideradas, diferentes será o número de agrupamentos obtidos, bem como o número de estações incluídas dentro de cada grupo (Nathan e McMahon, 1990). A análise de agrupamentos para determinar os limites das regiões homogêneas é amplamente utilizada no mundo. Por exemplo: na Escócia (Acreman, 1985; Acreman e Sinclair, 1986); Nova Zelândia (Mosley, 1981); sudeste da Austrália (Nathan e McMahon, 1990); Grã-Bretanha (Wiltshire, 1986c; Burn e Boorman, 1993), entre outros.

As variáveis mais utilizadas como atributos na análise de agrupamentos entre bacias hidrográficas são: i) características fisiográficas da bacia (área de drenagem, declividade média do terreno); e ii) estatísticas das cheias (relação de momentos-L, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria, entre outros).

Outros métodos de análise multivariada utilizados na delimitação e definição das regiões homogêneas, porém em menor quantidade, são: a análise de correlação canônica (Cavadias, 1990; GREHYS, 1996); e a análise de componentes principais (Nathan e McMahon, 1990).

Burn (1990c) introduziu o critério da Região de Influência, cujos conceitos iniciais foram estabelecidos parcialmente por Acreman e Wiltshire (1987) conforme citação de Burn (1990b, 1990c). O método da região de influência considera que uma estação é o centro de sua região de influência e a identificação dessa região associada a uma determinada estação está baseada na medida da distância euclidiana num espaço de atributos multidimensional de dados hidrológicos, climáticos e fisiográficos (GREHYS, 1996). O método da região de influência foi utilizado por Burn (1990a, 1990b, 1990c) para definir regiões para fins de regionalização usando registros da região sul da província de Manitoba – Canadá; na ilha de Newfoundland – Canadá (Zrinji e Burn, 1994); na Índia (Burn e Goel, 2000) e na Inglaterra (Burn e Boorman, 1993). Estes últimos autores usaram informações disponíveis no relatório de estudos de cheias do NERC (1975).

Com o incremento da disponibilidade de modernas ferramentas computacionais, Hall e Minns (1999) introduziram o uso de redes neurais artificiais (rede Kohonen) e conjuntos fuzzy (método da c-médias) para determinar os limites de bacias hidrográficas da região sudoeste da Inglaterra e do País de Gales, para posteriormente, serem utilizados na regionalização hidrológica de cheias e estiagem. No seu estudo demonstraram que, em termos hidrológicos, é mais importante usar como critério de agrupamento características hidrológicas e físicas da

bacia hidrográfica do que a proximidade geográfica. Contudo, este último é o critério mais empregado na análise de agrupamento para delimitar regiões homogêneas, como demonstram os numerosos estudos realizados, por exemplo, por Mosley (1981), Acreman e Sinclair (1986), Wiltshire (1986b e 1986c), Burn (1989), entre outros, desconhecendo as limitações citadas na bibliografia estatística (Chatfield e Collins, 1980) bem como por Nathan e McMahon (1990), onde são destacadas as falhas decorrentes de aplicar o critério da proximidade geográfica, principalmente, porque com qualquer grupo de variáveis é possível formar agrupamentos e, dependendo do algoritmo utilizado e dos critérios de distâncias adotados, diferentes agrupamentos poderão ser obtidos. Na comparação das duas técnicas analisadas para definir os limites das regiões homogêneas, Hall e Minns (1999) concluíram que a rede Kohonen seleciona o número de agrupamentos, bem como encaminha cada nova estação a algum dos grupos previamente definidos. Por sua vez, o método fuzzy c-médias requer um conhecimento preliminar do número de agrupamentos e dá maior atenção à definição do limite entre as regiões, no caso de existir um significativo nível de superposição entre duas ou mais classes.

A análise de discriminante é o método mais utilizado quando uma estação sem dados fluviométricos, deve ser incorporada a algum dos agrupamentos definidos por alguma das técnicas anteriormente citadas (Burn e Boorman, 1993).

2.3.2 Teste de homogeneidade

Finalizada a delimitação das regiões homogêneas para fins de regionalização hidrológica, é necessário verificar a homogeneidade regional (Greis e Wood, 1981; Wiltshire, 1986a; Lettenmaier, Wallis e Wood, 1987; Burn, 1988).

O agrupamento das estações fluviométricas dentro de uma região homogênea é a hipótese principal na qual está fundamentado o método índice de cheia. Para verificar se os dados utilizados na análise regional pertencem a uma região hidrológica ou outra, foram desenvolvidos testes de homogeneidade. O mais conhecido é o do método índice de cheia, também conhecido como teste de Dalrymple. Na realidade este teste foi desenvolvido por Langbein (Fill e Stedinger, 1995). O teste de Dalrymple está baseado na distribuição de Extremos do Tipo I ou de Gumbel e foi utilizado por mais de 30 anos. Considerando que os dados são distribuídos segundo a distribuição de extremos de Gumbel, o erro padrão da variável reduzida ($y_T = (q_T - \beta)/\alpha$) pode ser representado da seguinte forma:

$$\text{var} \left(\hat{y}_T^i \right) = \frac{e^{2y}}{n} \cdot \left(\frac{1}{T-1} \right) \quad (2.3)$$

onde n é o número de registros disponíveis.

No entanto, conforme citação de Fill e Stedinger (1995) existe dúvida com relação à forma como esta equação foi obtida. De acordo com estes autores, era de se esperar que a variância amostral seja igual a um polinômio quadrático no coeficiente de variação (Cv) da cheia, porém este na equação (2.3) não está incluído.

Para um número elevado de registros fluviométricos, diferentes entre si, e considerando que as estimativas são normalmente distribuídas, têm-se que 95% das estimativas estarão no intervalo de confiança $\pm 2.\sigma$ do valor mais provável de Tr . Dalrymple (1960) na sua análise usou um período de retorno (T) de 10 anos, o que significa que o valor da variável reduzida é de 2,25 e o intervalo de confiança do teste de homogeneidade seja definido conforme a equação abaixo:

$$2,25 \pm 6,33. \sqrt{n}$$

Candie (1975), citado por NRCC (1989), utilizando o mesmo procedimento de Dalrymple determinou o intervalo de confiança, ao nível de 95%, do teste de homogeneidade da distribuição Lognormal com três parâmetros (LN3).

De acordo com Fill e Stedinger (1995), na prática a homogeneidade regional pode ser verificada mediante outros critérios, tais como a variabilidade entre as estações do coeficiente de variação (Cv) (Wiltshire, 1986b; Clarke, 2001) e/ou do coeficiente de assimetria (Cs), de seus momentos-L equivalentes (Hosking, 1990; Hosking e Wallis, 1993) ou dos quartis adimensionais (Dalrymple, 1960), que é a base do método índice de cheia.

2.4 Modelos de potência na regressão múltipla

Os modelos de potência são amplamente utilizados em engenharia como suporte de modelos empíricos (McCuen, Leahy e Johnson, 1990). No caso particular da regionalização de cheias, este modelo é muito empregado para descrever a relação dos quartis de uma cheia em função das características fisiográficas e climáticas da bacia hidrográfica.

Para determinar os coeficientes do modelo, freqüentemente, é utilizada a análise de regressão por mínimos quadrados. A teoria de regressão linear padrão assume a formulação representada a seguir:

$$\hat{y} = b_o + b_1.X_1 + b_2.X_2 + \dots + b_n.X_n \tag{2.4}$$

sendo \hat{y} o valor estimado da variável dependente y ; X_i as variáveis independentes; b_i os estimadores amostrais dos coeficientes de regressão parcial β ; e n o número de variáveis independentes.

A equação (2.4) é utilizada como estimador amostral dos modelos de potência, podendo sua formulação conter erros multiplicativos ou aditivos. Este modelo populacional geral pode ser representado da seguinte forma:

$$y = \beta_o + \beta_1.X_1 + \beta_2.X_2 + \dots + \beta_n.X_n + \varepsilon_i \tag{2.5}$$

onde ε_i são os resíduos das observações.

Embora a estrutura linear definida pela expressão (2.5) seja de uso geral em engenharia, o modelo de potências não-linear identificado na equação (2.6) é, frequentemente, o mais utilizado (McCuen, Leahy e Johnson, 1990).

$$\hat{y} = b_o.X_1^{b_1}.X_2^{b_2}.X_3^{b_3} \dots X_n^{b_n} \tag{2.6}$$

Em hidrologia, o modelo (2.6) é empregado para determinar o pico de uma cheia em função das características da bacia hidrográfica, outra aplicação é na equação universal de perda de solo que permite estimar a taxa de erosão (Wishmeier e Smith, 1978; Almorox et al., 1994).

A equação (2.6) é utilizada como estimador amostral dos modelos populacionais de potências com erros multiplicativos (2.7) e aditivos (2.8).

$$y = \beta_o.x_1^{\beta_1}.x_2^{\beta_2} \dots x_p^{\beta_p} .\varepsilon_i \tag{2.7}$$

$$y = \beta_o.x_1^{\beta_1}.x_2^{\beta_2} \dots x_p^{\beta_p} + \varepsilon_i \tag{2.8}$$

Geralmente, a equação (2.6) é ajustada aos dados observados através da transformação logarítmica das variáveis, sendo representada pela expressão (2.4) cuja formulação é similar à equação (2.9).

$$\log \hat{y} = \log(b_o) + b_1.\log(X_1) + \dots + b_p.\log(X_p) \tag{2.9}$$

Os parâmetros deste modelo podem ser estimados por mínimos quadrados fazendo uso de métodos de regressão linear. Estatísticas de qualidade de ajuste, tais como o coeficiente de

correlação (R) e o erro padrão da estimativa (Se) são freqüentemente empregados para mostrar a precisão do ajuste da equação (2.9) aos dados (McCuen, Leahy e Johnson, 1990; Brusa e Clarke, 1999).

Para estimar os coeficientes de modelos como o representado pela equação (2.8) não pode ser aplicado o procedimento de estimativa citado para as equações (2.7) e (2.9), sendo recomendado utilizar um método de otimização não-linear, por exemplo Rosenbrock.

Os principais inconvenientes encontrados na aplicação dos modelos de potência anteriormente citados, são:

- quando é utilizado um modelo definido pela equação (2.7) ou (2.9) na regionalização de vazões mínimas, podem ocorrer inconvenientes com a transformação logarítmica, devido à possível existência de vazões nulas ou negativas (Kroll e Stedinger, 1999);
- o índice de qualidade de ajuste para os modelos linearizados é inexpressivo quando utilizados no espaço real de uma cheia (Nguyen e Pendey, 1994, citado por GREHYS, 1996);
- a transformação logarítmica empregada para linearizar a equação (2.7) nem sempre é a melhor. Uma alternativa mais geral seria a família de transformações de Box-Cox, cuja expressão geral é representada na equação abaixo (Chander, Spolia e Kumar, 1978; Clarke, 1994):

$$x_i^* = \begin{cases} \frac{x_i^\lambda - 1}{\lambda} & ; \lambda \neq 0 \\ \ln(x_i) & ; \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.10)$$

onde: x_i^* é a variável transformada, x_i a variável original e λ uma constante a ser determinada. A transformada de Box-Cox apresenta as seguintes vantagens:

- a) tende a estabilizar variâncias desiguais. A suposição da mesma variância dos erros para todos os níveis das co-variáveis é fundamental tanto para justificar a escolha da função dos erros a ser minimizada, quanto na derivação das propriedades amostrais dos estimadores;
- b) provoca a linearização da relação entre a variável resposta e as co-variáveis, quando esta relação é do tipo exponencial na escala original. Como acontece na regionalização de enchentes; e

- c) provoca uma redução do grau de assimetria da variável resposta. Como pode ser apreciado na equação (2.10), a transformação logarítmica é um caso particular ($\lambda=0$) da família de transformações de potências de Box-Cox. De fato esta transformação é amplamente utilizada na bibliografia (ELETROBRÁS, 1985; Riggs, 1990; Reimers, 1990; Mimikou, 1990; entre outros);
- mesmo que a transformação de Box-Cox seja uma alternativa muito utilizada, John e Draper (1980), apud Martins (1993), alertam que a melhor transformação de uma dada família nem sempre é satisfatória, pois pode-se ter escolhido uma família inadequada que não levará a resultados úteis;
 - o modelo definido pela equação (2.9) com transformação logarítmica, aparenta fornecer uma boa descrição do erro residual em modelos regionais de regressão hidrológica (Vogel e Kroll, 1992). Porém, quando a variável dependente $\log(\hat{y})$ não é normalmente distribuída, os resultados podem não ser satisfatórios, já que a transformada inversa (da escala logarítmica para a linear) introduz tendenciosidade, devido à existência de uma sub-estimativa dos quartis das grandes cheias (Clarke, 2001);
 - o modelo de regressão linear (2.9) supõe que a variável dependente é aleatória e normalmente distribuída. Na análise de frequências de cheias máximas anuais, os modelos Normais dificilmente fornecem bons ajuste, sendo mais adequadas as distribuições assimétricas (Gama, Log-Pearson III, Gumbel) (Clarke, 2001);
 - conforme Nguyen e Pendey (1994), apud GREHYS (1996), na regionalização de cheias, o método de otimização não-linear é o mais indicado para estimar os parâmetros do modelo de potências definido na equação (2.8), quando comparado com os outros métodos que geralmente utilizam modelos de regressão linear;
 - em termos de predição dos quartis da cheia e incerteza na estimativa dos parâmetros, o método de otimização não-linear (2.8) é mais robusto se comparado a outras técnicas de regressão baseadas na linearização (Nguyen e Pendey, 1994, apud GREHYS, 1996);
 - convém destacar que a citação de GREHYS (1996) sobre o trabalho de Nguyen e Pendey (1994), os autores não indicaram se a análise sob o qual foram estabelecidas

as vantagens do modelo (2.8) sobre o (2.7) foram utilizados métodos de otimização local ou global.

2.5 Padronização dos métodos para análise de frequência de cheias

Na década do 70 vários países, principalmente, os EUA e a Inglaterra, iniciaram estudos em grande escala de seus registros de cheias, tendo como finalidade estabelecer um procedimento padrão para o estudo das frequências de ocorrência das mesmas e o risco associado. Este procedimento, posteriormente, seria recomendado às agências federais e privadas como método padrão de análise (Bobée et al., 1993).

Conforme Ponce (1989), o Comitê de Hidrologia do Conselho de Recursos Hídricos dos EUA (USWRC) iniciou em 1966 estudos com a finalidade de determinar qual método se que poderia recomendar para uso geral de análise de frequência de cheias. Estudos baseados em dados de dez conjuntos de registros com extensão superior a 40 anos testaram a qualidade de ajuste de seis distribuições de probabilidades, indicadas a seguir: Lognormal (LN2); Log-Pearson III (LP3); Hazen; Gama; Gumbel (EV1); e Log-Gumbel (EV2). Este estudo concluiu que as três primeiras distribuições possuem menor desvio médio do que as três últimas, sendo que a distribuição de Hazen é um caso particular da Lognormal e esta é um caso especial da Log-Pearson III.

No ano de 1967, o Conselho de Recursos Hídricos (USWRC), recomendou às agências federais dos EUA, mediante o Boletim nº 15 chamado *Procedimento padrão para determinar a frequência de vazões de cheias*, a utilização da distribuição Log-Pearson III para análise de cheias. Contudo, Benson (1968) considerou que não existia um método de teste de hipótese alternativo, nem métodos matemáticos rigorosos que permitam justificar de forma objetiva a preferência por essa distribuição.

Após foram emitidos outros boletins que complementaram e revisaram o Boletim nº 15 (Kirby e Moss, 1987). O Boletim nº 17 emitido em 1976 com a finalidade de corrigir os problemas identificados no Boletim nº 15 recomendou: i) utilizar testes para identificação de *outliers* em níveis baixos; ii) incluir um coeficiente de assimetria generalizado e procedimentos matemáticos para ajuste dos dados; e iii) confirmar o uso da distribuição Log-Pearson III; sendo seus parâmetros determinados de acordo com o métodos dos momentos. Em 1977 o USWRC emitiu o Boletim nº 17A, cuja principal diferença com o anterior é a inclusão de procedimentos para o ajuste de cheias históricas, incluindo um estimador de

ponderação que leva em consideração as diferenças surgidas da utilização de registros obtidos numa única estação e os provenientes de informações regionais (Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou, 1993). Com a finalidade de corrigir os numerosos inconvenientes surgidos na determinação das freqüências de cheias segundo as normas citadas no Boletim nº 17A (Thomas Jr., 1985), o USWRC emitiu em 1981 (e corrigido em 1982) o Boletim nº 17B que recomenda procedimentos específicos para o tratamento de vazões nulas, tratamento de *outliers* em níveis baixos, cheias históricas, informação regional, intervalos de confiança e probabilidades esperadas dos quartis estimados (Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou, 1993). Uma descrição mais detalhada do conteúdo, inconvenientes, procedimentos e recomendações de cada um dos Boletins emitidos pelo USWRC pode ser encontrada em Thomas Jr. (1985).

Vogel, Thomas Jr. e McMahon (1993) e Vogel, McMahon e Chiew (1993) descreveram a aproximação realizada por Beard em 1974 para avaliar o ajuste de modelos probabilísticos alternativos e métodos de estimativa dos parâmetros mediante experimentos não-paramétricos. Beard usando 300 estações fluviométricas dos EUA contou o número de estações nas quais a cheia de 1.000 anos de recorrência foi superada dentro dos registros disponíveis. Neste estudo foram consideradas oito distribuições de probabilidades: LP3, LN2, EV1-MLE, EV2, Gama, P3, LP3-Regional e EV1 (melhor estimador linear invariante). Os mesmos autores consideraram que, de um total de 14.200 dados estação-ano, seria esperado que, aproximadamente, 14 registros excedessem o valor verdadeiro da cheia com 1.000 anos de recorrência. Somente as distribuições LP3 e LN2 conseguiram reproduzir as 14 excedências esperadas. Beard realizou outros testes anteriores, mas foi este último o que levou os hidrólogos do USWRC a resolverem padronizar o uso da distribuição LP3 para a análise de freqüência de cheias nos EUA.

Benson (1968) usando registros do Reino Unido com extensão mínima de 32 anos, testou a bondade de ajuste das distribuições de probabilidades: Gama; Log-Gama; Lognormal; Gumbel; GEV (Valor Extremo Generalizado); Pearson III; e Log-Pearson III. Suas conclusões foram: a) para tempos de retorno baixos (2-5 anos), as distribuições GEV e Pearson III apresentaram menor desvio médio; e b) para tempos de retorno superiores a 10 anos, a distribuição Log-Pearson III é a que forneceu o menor desvio médio.

O Conselho de Pesquisas em Ambientes Naturais do Reino Unido (NERC) através do relatório sobre estudos de cheias, concluiu que as distribuições de três parâmetros (GEV, Pearson III e Log-Pearson III) apresentam melhor ajuste do que as distribuições de dois

parâmetros (Gumbel, Lognormal, Gama e Log-Gama). Estas conclusões foram estabelecidas seguindo os critérios do *desvio médio absoluto* e da *raiz quadrada do desvio quadrado médio*. Com base no primeiro critério, o estudo concluiu que a distribuição LP3 é melhor do que a GEV e esta última é melhor que a de Pearson III. Porém, se analisado conforme o segundo critério, o estudo indica que a distribuição Pearson III é superior que as distribuições LP3 e GEV (NERC, 1975). O mesmo estudo recomendou a distribuição GEV para uso geral em estudos das cheias no âmbito do Reino Unido (Stedinger, Vogel e Fofoula-Georgiou, 1993).

GREHYS (1996) num estudo preliminar realizado nas províncias de Quebec e Ontário, no Canadá, com registros de 40 estações, concluíram que a distribuição GEV se ajusta melhor aos dados do que outras distribuições de três parâmetros (LN3, P3 e LP3).

Vogel, Thomas Jr. e McMahon (1993) estudaram as cheias que ocorreram em dez estados localizados na região sudoeste dos EUA utilizando dados de 383 estações com registros maiores a 30 anos. Com estes dados e usando o diagrama de momentos-L, o teste não-paramétrico de Beard e a utilização das distribuições LN2, LN3, LP3 e GEV forneceram resultados similares às distribuições das cheias observadas na região do estudo.

Vogel, McMahon e Chiew (1993) num estudo cujo objetivo foi o de selecionar um conjunto de distribuições de probabilidades para modelar cheias máximas anuais na Austrália, concluíram através do uso do diagrama de momentos-L, que as distribuições Pareto Generalizada, LP3, LN3, GEV e Wakeby, proporcionaram aproximações aceitáveis para representar as cheias da Austrália. Contudo, o Instituto de Engenheiros desse país, baseado numa realização parcial do experimento de Beard, recomendou o uso da distribuição LP3 segundo as normas citadas no Boletim nº 17 de 1976 (Stedinger, Vogel e Fofoula-Georgiou, 1993).

Na Alemanha são recomendadas para estudos de frequências de cheias as distribuições P3 e LP3 (Bobée et al., 1993).

2.6 Independência dos registros

Em estudos de análise de frequência de vazões é assumido que os registros das descargas anuais, entre diferentes anos, são estatisticamente independentes. Este tipo de independência, a qual chamaremos de “*temporal*”, pode ser alcançada, para séries de duração anual, através da escolha da maior vazão ocorrida dentro do ano hidrológico, período

correspondente ao intervalo formado por doze meses que se inicia com o começo dos eventos chuvosos e a finalização da estação seca (Tucci, 1993).

Outra hipótese assumida na análise de frequências é que os registros das diferentes estações, mas dentro do mesmo ano hidrológico, são independentes. Esta classe de independência a qual chamaremos de “*espacial*”, é mais difícil de ser garantida, principalmente, quando as estações estão localizadas no mesmo curso de água ou ligadas fluvialmente. Sob esta condição é lógico considerar que existe dependência entre os registros e que ela aumenta na medida que diminui a distância que separa as estações.

A dependência espacial entre registros fluviométricos não introduz tendenciosidade (Stedinger, 1983), mas pode ocasionar imprecisão na estimativa dos quartis (Hosking e Wallis, 1988).

De acordo com Clarke (1996), o efeito da correlação espacial na estimativa dos quartis de cheia tem merecido a atenção dos hidrólogos há quase 50 anos. O autor cita o estudo realizado por Alexander em 1954, que considerou a estimativa da cheia média anual numa região, mediante a média das cheias anuais registradas na estação e obteve uma expressão para o número efetivo de estações independentes. Hosking e Wallis (1988) utilizando simulação Monte Carlo, avaliaram o efeito da correlação espacial entre estações gerando, nas N estações, registros artificiais de diferente extensão. Os valores foram amostrados usando a distribuição Normal multivariada assumindo que a correlação espacial entre estações é dada pela função $\exp(-\alpha.d_{ij})$, sendo d_{ij} a distância Euclidiana entre as estações “ i ” e “ j ”, α é uma constante.

Douglas, Vogel e Kroll (2000), num estudo de tendências temporais de séries de cheias e estiagem nos EUA, concluíram que a interpretação final de seus resultados é totalmente diferente segundo seja considerada, ou ignorada, a existência de correlação espacial, quando ela existe. A presença de correlação espacial nos registros influencia em duplo sentido: i) a correlação cruzada provoca sobreposição de informação em cada posto, por exemplo, se os dados de cheias são espacialmente correlacionados e é verificada a existência de tendências temporais nos dados da estação, existe maior probabilidade de ser encontrada tendência em estações vizinhas, mesmo que não exista. Sob o ponto de vista da estatística, a correlação reduz o tamanho efetivo da amostra, provocando que num teste de hipóteses, a hipótese nula seja rejeitada com maior frequência; ii) a presença de correlação espacial provoca dificuldades na obtenção de uma distribuição de probabilidades exata para testes estatísticos. Nestes casos, devem ser aplicadas distribuições aproximadas.

2.7 Estimativa dos parâmetros de uma distribuição de probabilidades

Uma distribuição teórica de probabilidades ou modelo probabilístico possui parâmetros que o caracterizam devendo ser estimados a partir de seus dados amostrais. Os métodos mais usados para sua determinação são: os momentos convencionais; a máxima verossimilhança; e as probabilidades ponderadas – Momentos-L.

2.7.1 Método dos momentos convencionais

Este método foi introduzido por K. Pearson em 1902 (Chow, Maidment e Mays, 1988). O princípio básico do método consiste em estabelecer relações entre os momentos e os parâmetros da distribuição de probabilidades. Os momentos de uma distribuição de probabilidade são estimados a partir da equação geral (2.11) em relação ao origem da distribuição $P(x)$:

$$\mu'_r = \int_{-\infty}^{+\infty} x^r \cdot P(x) \cdot dx \quad (2.11)$$

O momento de primeira ordem μ'_1 é denominado esperança matemática ou valor esperado da variável. Para momentos de ordem superior, é mais empregado o momento central, definido através da equação (2.12), mostrada a seguir:

$$\mu_r = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu'_1)^r \cdot P(x) \cdot dx \quad (2.12)$$

onde μ'_1 é o momento de 1º ordem em relação ao origem.

Na hidrologia prática, os momentos mais utilizados para estimativa dos parâmetros de uma distribuição de probabilidades são os momentos de 1º, 2º e 3º ordem, os quais são estimados usando os dados amostrais. O momento de 1º ordem é estimado através da média aritmética, o de 2º ordem da variância e o de 3º ordem do coeficiente de assimetria, conforme as equações mostradas na tabela 2.2 (Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou, 1993).

Tabela 2.2 Momentos populacionais e seus estimadores amostrais não-tendenciosos.

Momento da população	Estimador amostral não-tendencioso
$\mu_x = E(X)$	$\hat{\mu}_x \cong \bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$ Média aritmética
$\sigma_x^2 = Var(X) = E[(X - \mu_x)^2]$	$\hat{\sigma}_x^2 \cong S_x^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})^2]$ Variância
$\gamma_x = \frac{E[(X - \mu_x)^3]}{\sigma_x^3}$	$\hat{\gamma}_x \cong G = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S_x^3}$ Coeficiente de assimetria

Fisher, apud Yevjevich (1972), demonstrou que a estimativa dos parâmetros de uma distribuição estatística através do método dos momentos é assintoticamente eficiente. Isto é, geralmente, menor do que a unidade, e para distribuições assimétricas é muito menor que um. Considerando que a maioria das variáveis hidrológicas são mais ou menos assimétricas, o uso do método dos momentos, causa uma perda (pequena ou grande) de eficiência na estimativa (Yevjevich, 1972). A principal vantagem do método dos momentos é a facilidade com que os parâmetros da distribuição podem ser estimados, sendo esta a principal razão de seu uso intensivo.

A introdução dos coeficientes $n/(n-1)$ na equação da variância e $n/[(n-1)(n-2)]$ no cálculo do coeficiente de assimetria diminui a tendenciosidade no cálculo dos estimadores amostrais, mas não o eliminam (Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou, 1993).

2.7.2 Método da máxima verossimilhança

O princípio da máxima verossimilhança foi desenvolvido por R.A. Fisher em 1922 (Chow, Maidment e Mays, 1988). O método estabelece que para uma distribuição com função de densidade de probabilidade $f(y;\theta)$, onde θ é o vetor que contém os parâmetros da distribuição a serem estimados, a probabilidade de obter um determinado valor de y , y_i é proporcional a $f(y_i;\theta)$ e, a probabilidade conjunta, L , de obter uma amostra de n valores independentes de y_1, y_2, \dots, y_n é proporcional ao produto (Kite, 1988):

$$L(\theta; y_1, y_2, \dots, y_n) = \prod_{i=1}^n f(y_i; \theta) \tag{2.13}$$

onde, $L(\theta; y_1, y_2, \dots, y_n)$ é a função de verossimilhança.

O método da máxima verossimilhança consiste na determinação dos parâmetros que maximizam a função de verossimilhança $L(\theta)$, podendo ser obtido diferenciando parcialmente L em relação a cada um dos parâmetros e igualando a zero. O valor ótimo dos parâmetros da distribuição pode ser alcançado através da solução do sistema de equações.

A equação 2.13 é utilizada para definir o método da máxima verossimilhança. Porém, como a maioria das funções de densidade de probabilidade são da forma exponencial, na prática, por conveniência e devido a sua simplicidade computacional, é mais utilizado o logaritmo da função de verossimilhança (Chow, Maidment e Mays, 1988), sendo representada da seguinte forma:

$$\log_e [L(\theta; y_t)] = l(\theta) = \sum_{i=1}^n \log_e [f(y_i; \theta)] \quad (2.14)$$

e o valor dos parâmetros que maximizam $l(\theta)$ também o são com $L(\theta)$. O valor dos parâmetros que maximizam l , ou L , é determinado por

$$\frac{\partial l}{\partial \theta} = \frac{\partial (\log_e L)}{\partial \theta} = \frac{1}{L} \cdot \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0 \quad (2.15)$$

Este método de estimativa dos parâmetros é um dos preferidos dos hidrólogos e matemáticos devido a seu embasamento teórico-estatístico e, principalmente, porque é o mais adequado para a análise de grandes amostras, já que para a solução da estimativa converge ao valor correto da população (Yevjevich, 1972). Contudo, na maioria das vezes, não é possível obter equações simples e explícitas para seus parâmetros, portanto, devem ser usados na estimativa métodos numéricos e/ou procedimentos iterativos (Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou, 1993; Clarke, 1994). Esta situação verifica-se, freqüentemente, para certas distribuições de probabilidades (ex. Gama) em que não é possível obter-se uma solução por problemas de convergência numérica, principalmente, em séries de curta duração (Haktanir, 1992). A falta de convergência na solução é a sua principal e mais freqüente limitação na sua aplicação. A principal vantagem do seu uso está relacionado em que se o modelo estatístico selecionado é o correto, logo, se, a função de verossimilhança $L(\theta; y_t)$ existe, ela contém toda a informação dos dados (Yevjevich, 1972; Clarke, 1994).

2.7.3 Momentos Ponderados de Probabilidade e Momentos-L

2.7.3.1 Momentos Ponderados de Probabilidade (PWM's)

O uso dos momentos ponderados de probabilidade na área dos recursos hídricos teve sua origem na década de 1970, quando muitos hidrólogos observaram que os dados de cheias máximas anuais, geralmente ajustadas mediante a distribuição de Gumbel, apresentavam a assimetria amostral muito maior que a assimetria populacional da distribuição. Naquela época, o método dos momentos estatísticos foi amplamente utilizado para identificar e ajustar distribuições de freqüências, mas para utilizá-los de forma correta era necessário conhecer suas propriedades, principalmente, em amostras pequenas.

Utilizando seqüências geradas através de método Monte Carlo foi observada a existência de algumas propriedades *desagradáveis* com os momentos estatísticos, por exemplo: elevada tendenciosidade e limites algébricos pouco definidos. Conforme Hosking e Wallis (1997), Wallis et al. na ânsia de definir o fenômeno de *separação de assimetria*, observaram em dados de cheia máxima anual, que a relação entre a média e o desvio padrão da estimativa regional de seqüências de cheias históricas assimétricas não era compatível com a relação obtida de diversas distribuições de probabilidades (Matalas, Slack e Wallis, 1975). O fenômeno da *separação* pode ser representado mediante “distribuições mistas” (seu equivalente na terminologia usada por Hosking e Wallis (1997) é “heterogeneidade regional”) ou se a distribuição de freqüência possui uma cauda maior daquelas existentes nas distribuições usadas na década de 1970.

Conforme citação de Terrazas (1989), a condição de *separação* foi notada por Matalas, Slack e Wallis (1975) e definida como sendo a característica que distingue as séries de cheia regional daquelas obtidas por médio de simulação com método Monte Carlo.

A distribuição Wakeby, derivada por Thomas Jr (Hosking e Wallis, 1997), não apresenta o fenômeno de separação (Landwehr, Matalas e Wallis, 1978), porém resulta dificultoso estimar seus parâmetros mediante os métodos convencionais (método dos momentos amostrais ou da máxima verossimilhança). A necessidade de obter uma solução exata para estimativa dos parâmetros levou a Greenwood et al. (1979) ao desenvolvimento dos *Momentos Ponderados de Probabilidade* (PWM).

Os PWM's de uma variável aleatória X (p.e., vazão máxima anual) descrita pela função de probabilidades acumuladas $F(X)$ ($F(X) = P(X \leq x)$) foram definidos por Greenwood et al. (1979) como sendo as quantidades:

$$M_{p,r,s} = E\left\{X^p \cdot [F(X)]^r \cdot [1 - F(X)]^s\right\} \quad (2.16)$$

onde r , p e s são números inteiros e $E(\cdot)$ denota o valor esperado da distribuição.

Casos de particular relevância são os PWM's $M_{1,0,r}$ e $M_{1,r,0}$ que por simplicidade de notação serão distinguidos por α_r e β_r .

$$\alpha_r = M_{1,0,r} = E\left\{X \cdot [1 - F(X)]^r\right\}; \quad \beta_r = M_{1,r,0} = E\left\{X \cdot [F(X)]^r\right\}; \quad r = 1, 2, \dots \quad (2.17)$$

Combinando as equações anteriores com a definição dos momentos ordinários e considerando uma distribuição que tenha uma função de quartis definida por $x(u)$, pode-se escrever α_r e β_r da seguinte forma:

$$\alpha_r = \int_0^1 x(u) \cdot (1-u)^r \cdot du, \quad \beta_r = \int_0^1 x(u) \cdot u^r \cdot du \quad (2.18)$$

Da definição dos momentos ordinários temos:

$$E(X^r) = \int_0^1 [X(u)]^r \cdot du \quad (2.19)$$

Comparando as equações citadas em (2.18) com a definição dos momentos ordinários (2.19), verifica-se que os momentos ordinários envolvem sucessivas potências crescentes da função de quartis $x(u)$. Entretanto, os PWM's envolvem sucessivas potências crescentes de u ou $(1-u)$ e podem ser considerados como integrais de $x(u)$ ponderados pelos polinômios u^r ou $(1-u)^r$.

Diversos pesquisadores utilizaram os PWM's (α_r e β_r) como base dos métodos para estimativa dos parâmetros de diferentes distribuições de probabilidade. Por exemplo, a distribuição de Gumbel foi analisada por Landwehr, Matalas e Wallis (1979), Hosking, Wallis e Wood (1985) estudaram a distribuição de Extremos Generalizados – GEV, Hosking e Wallis (1987) a distribuição Pareto Generalizada, entre outras.

2.7.3.2 Momentos-L

Mesmo que com os PWM's seja possível caracterizar uma distribuição de probabilidades, a interpretação de α_r e β_r como uma medida da escala e da forma de uma distribuição de probabilidade é difícil (Terrazas, 1989; Hosking e Wallis, 1997). Hosking (1990) facilitou sua compreensão ao demonstrar que determinadas combinações lineares dos PWM's (α_r e β_r) poderiam ser interpretados como medidas de posição, escala e forma de diferentes distribuições de probabilidade e estabeleceu as bases para o desenvolvimento da teoria necessária para a descrição, identificação e estimativa da distribuição. Essas combinações lineares dos PWM's foram denominadas *Momentos-L* (Hosking, Wallis e Wood, 1985; Hosking, 1990; Hosking e Wallis, 1993).

De acordo com Hosking e Wallis (1997), as medidas de posição, escala e forma da distribuição de probabilidade encontram-se contidas em certas combinações lineares obtidas da ponderação das integrais de $x(u)$ por um conjunto de polinômios ortogonais $P_r^*(u)$, $r = 0, 1, 2, \dots$ que possuem as seguintes propriedades:

$$\text{i) } P_r^*(u) \text{ é um polinômio de grau } r \text{ em } u. \quad (2.20)$$

$$\text{ii) } P_r^*(1) = 1. \quad (2.21)$$

$$\text{iii) } \int_0^1 P_r^*(u) \cdot P_s^*(s) \cdot du = 0 \text{ se } r \neq s. \text{ (condição de ortogonalidade)} \quad (2.22)$$

Estas três condições definem os Polinômios de Legendre modificados para a condição de ortogonalidade no intervalo $0 \leq u \leq 1$. Explicitamente estes polinômios são definidos da seguinte forma:

$$P_r^*(u) = \sum P_{r,k}^* \cdot u^k \quad (2.23)$$

onde,

$$P_{r,k}^* = (-1)^{r-k} \cdot \binom{r}{k} \cdot \binom{r+k}{k} = \frac{(-1)^{r-k} \cdot (r+k)!}{(k!)^2 \cdot (r-k)!} \quad (2.24)$$

Em função das definições anteriores, pode-se definir os momentos-L de uma variável aleatória X com função de quartil $x(u)$, como sendo as quantidades:

$$\lambda_r = \int_0^1 x(u) \cdot P_{r-1}^*(u) \cdot du \quad (2.25)$$

Em termos de PWM's, os momentos-L são definidos por:

$$\lambda_1 = \alpha_0 = \beta_0 \quad (\text{momento-L de posição}) \quad (2.26)$$

$$\lambda_2 = \alpha_0 - 2\alpha_1 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (\text{momento-L de escala}) \quad (2.27)$$

$$\lambda_3 = \alpha_0 - 6\alpha_1 + 6\alpha_2 = 6\beta_2 - 6\beta_1 - \beta_0 \quad (2.28)$$

$$\lambda_4 = \alpha_0 - 12\alpha_1 + 30\alpha_2 - 20\alpha_3 = 20\beta_3 - 30\beta_2 + 12\beta_1 - \beta_0 \quad (2.29)$$

e, na forma geral

$$\lambda_{r+1} = (-1)^r \cdot \sum_{k=0}^r P_{r,k}^* \cdot \alpha_r = (-1)^r \cdot \sum_{k=0}^r P_{r,k}^* \cdot \beta_r \quad (2.30)$$

Igualmente aos momentos convencionais, para representar a forma da distribuição de probabilidade é conveniente definir os momentos-L na forma adimensional, representados pelos *Quocientes de Momentos-L* (τ_r), mediante os quais é possível estabelecer a forma de uma distribuição independentemente de sua escala de medição. Os mesmos podem ser obtidos dividindo-se os momentos-L por seu parâmetro de escala (λ_2).

$$\tau_r = \frac{\lambda_r}{\lambda_2}; \quad r = 3, 4, \dots \quad (2.31)$$

Os quocientes de momentos-L mais importantes são: i) τ (CV-L ou coeficiente de variação-L), ii) τ_3 (assimetria-L) e iii) τ_4 (curtose-L), definidos a seguir:

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{\lambda_2}{\lambda_1}; \\ \tau_3 &= \frac{\lambda_3}{\lambda_2}; \\ \tau_4 &= \frac{\lambda_4}{\lambda_2} \end{aligned} \quad (2.32)$$

As principais vantagens de usar o método dos momentos-L são:

- a) os parâmetros amostrais ao ser determinados mediante combinações lineares de ordem estatística, estão menos influenciados por observações extremas

(“*Outliers*”), e virtualmente, são não tendenciosos para pequenas amostras (Clarke, 1994; Daviau, Adamowski e Patry, 2000);

- b) o método dos PWM's fornece resultados exatos na estimativa dos parâmetros para aquelas distribuições de probabilidade, cuja função de probabilidade acumulativa $F(x)$ seja possível determiná-la analiticamente (Haktanir, 1992);
- c) os momentos-L podem ser também utilizados para estimar os valores iniciais em cálculos iterativos para a obtenção das estimativas máxima verossimilhança que têm máxima eficiência (Clarke, 1994);
- d) para todas as distribuições de probabilidades, a estimativa dos PWM's são mais fáceis de determinar do que no método da máxima verossimilhança (Haktanir, 1992); e
- e) para determinadas distribuições de probabilidades (ex. Wakeby), os parâmetros são muito difíceis de serem estimados através do método da máxima verossimilhança e o método dos momentos-L é o único disponível, na prática, para determinar os parâmetros do modelo (Clarke, 1994).

Quanto à sua aplicabilidade, de acordo com Terrazas (1989), os momentos-L igual aos momentos convencionais, são obtidos a partir de uma amostra e podem ser utilizados para:

- resumir as propriedades básicas de um conjunto de dados;
- estimar as propriedades de uma distribuição de probabilidades com base nos dados obtidos por amostragem; e
- podem ser usados para estimar os parâmetros da distribuição escolhida.

O método dos momentos-L foi utilizado por Terrazas (1989) para realizar a regionalização de vazões máximas e mínimas anuais na bacia hidrográfica do rio Uruguai, incluindo-se no estudo sub-bacias localizadas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. O autor concluiu, através da comparação com os momentos convencionais que os momentos-L conduzem a uma estimativa de parâmetros mais robusta.

2.8 Análise de freqüências – Estimativa dos quartis da distribuição

O principal objetivo da análise de freqüências de vazões é o de estimar as descargas associadas a diferentes tempos de retorno. No entanto, o procedimento para a estimativa dos parâmetros da distribuição será diferente, conforme seja utilizado o método dos *momentos convencionais* (método dos momentos ou da máxima verossimilhança) ou o *método dos momentos-L*. Neste capítulo somente será apresentado o procedimento de estimativa dos parâmetros para diferentes distribuições probabilísticas para o caso que seja utilizado o método dos momentos convencionais.

Para o caso da distribuição de Extremos Tipo I – Gumbel, a função de densidade de probabilidade é definida por Clarke (1994) da seguinte forma:

$$f(x; \alpha, \mu) = \alpha \cdot e^{\{-\alpha \cdot (x - \mu) - e^{-\alpha \cdot (x - \mu)}\}} \quad -\infty \leq x \leq \infty \quad (2.33)$$

onde, α e μ são os parâmetros da distribuição. De acordo com Chow, Maidment e Mays (1988), estes parâmetros podem ser determinados através de:

$$\hat{\alpha} = \frac{\sqrt{6} \cdot S_x}{\pi}; \quad \hat{\mu} = \bar{x} - \gamma \cdot \hat{\alpha} \quad (2.34)$$

sendo $\pi = 3,141592\dots$ e $\gamma = 0,577215\dots$ (número de Euler)

e, a função de distribuição de probabilidades acumulada é definida por

$$F(x; \alpha, \mu) = e^{\{-e^{-\alpha \cdot (x - \mu)}\}} \quad (2.35)$$

considerando que

$$\frac{1}{Tr} = P(X_{Tr} \leq x) \quad (2.36)$$

portanto, para o caso de máximos, têm-se

$$F(X_{Tr}; \alpha, \mu) = 1 - \frac{1}{Tr} \quad (2.37)$$

substituindo (2.34) em (2.35), igualando (2.35) e (2.37) e isolando X_{Tr} , pode-se obter a expressão que permite estimar a magnitude de uma cheia para diferentes tempos de retorno, conforme mostra a equação (2.38), a seguir:

$$X_{Tr} = \hat{\mu} - \frac{1}{\hat{\alpha}} \cdot \left\{ \log_e \left[-\log_e \left(1 - \frac{1}{Tr} \right) \right] \right\} \quad (2.38)$$

O cálculo da magnitude de eventos extremos através do método anteriormente descrito, requer que a função de distribuição de probabilidade seja reversível (Chow, Maidment e Mays, 1988). Isto é, dado um valor de Tr ou $F(X_{Tr}) = \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)$, o correspondente valor de X_{Tr} pode ser determinado. Algumas das distribuições de probabilidades que são reversíveis e de amplo uso em hidrologia, são as incluídas na distribuição do Valor Extremo Generalizado (GEV), da qual a de Gumbel e a de Extremos Tipo III ou de Weibull são casos particulares. Porém, a maioria das distribuições de probabilidades não podem ser revertidas, como é o caso da distribuição Normal, a Gama e a Pearson III, entre as mais usadas em recursos hídricos. Para solucionar este inconveniente, um procedimento amplamente utilizado na análise de frequência de cheias é o método do fator de frequência, descrito a seguir.

2.8.1 Fator de frequência

Considerando que uma variável aleatória qualquer X pode ser representada por:

$$x = \bar{x} + \Delta x \quad (2.39)$$

onde x é a variável aleatória, \bar{x} é a média da distribuição e Δx é o afastamento a partir da média. O valor deste afastamento é representado em termos do produto do desvio padrão S_x e o fator de frequência K_T , de forma que $\Delta x = K_T \cdot S_x$. Por sua vez, o fator de frequência depende do período de retorno e da distribuição de probabilidades utilizada. Portanto:

$$x = \bar{x} + K_T \cdot S_x \quad (2.40a)$$

ou,

$$\frac{x}{\bar{x}} = 1 + K_T \cdot Cv \quad (2.40b)$$

A equação (2.40a) foi proposta por V.T. Chow em 1951, por isso que às vezes o método do Fator de Frequências também é conhecido sob o nome de procedimento de V.T. Chow ou Equação Geral de Análise de Frequências.

O valor de K_T pode ser determinado para diferentes distribuições de probabilidades nos tempos de recorrência desejados. As relações que vinculam o fator de frequência K_T e o tempo

de retorno Tr , para algumas das distribuições de probabilidades teóricas mais utilizadas em hidrologia são apresentadas a seguir:

a) Distribuição Normal

O fator de frequência da distribuição Normal pode ser estabelecido de forma similar à definição de uma variável normal padronizada, determinada conforme a seguinte formulação:

$$K_T = \frac{x_T - \mu_x}{\sigma_x} \quad (2.41)$$

os valores de K_T para diferentes tempos de retorno podem ser obtidos a partir de tabelas estatísticas ou mediante aproximações numéricas como as apresentadas por Kite (1988) e descritos a seguir.

O valor de z correspondente a uma probabilidade de excedência p pode ser calculada através da determinação do valor da variável intermediária w , mostrada abaixo:

$$w = \left[\log_e \left(\frac{1}{p^2} \right) \right]^{1/2} ; \quad \forall 0 \leq p \leq 0,5 \quad (2.42a)$$

$$w = \left[\log_e \left(\frac{1}{(1-p)^2} \right) \right]^{1/2} ; \quad \forall 0,5 \leq p \quad (2.42b)$$

$$z = w - \frac{2,515517 + 0,802853.w + 0,010328.w^2}{1 + 1,432788.w + 0,189269.w^2 + 0,001308.w^3} \quad (2.43)$$

Observação: no caso de ser utilizada a equação (2.42b), o sinal do valor de z em (2.43) é negativo.

b) Distribuição de Extremos Tipo I (Gumbel)

De acordo com Chow (1964), o fator de frequência pode ser determinado através da seguinte expressão:

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left[\gamma + \log_e \cdot \log_e \left(\frac{Tr}{Tr-1} \right) \right] \quad (2.44)$$

sendo $\pi = 3,141592\dots$ e $\gamma = 0,577215\dots$ (número de Euler).

O valor da variável X para diferentes tempos de retorno pode ser obtida com a substituição do valor de K_T obtido de (2.44) na equação (2.40a).

c) Distribuição de Pearson III

Neste caso é aplicada diretamente a equação (2.40a), sendo K_T dependente da função de probabilidade de excedência e do coeficiente de assimetria da amostra. Seu valor pode ser estimado com base em tabelas ou aproximações matemáticas como a apresentada por Kite (1988), na seqüência:

$$K_T = z + (z^2 - 1)k + \frac{1}{3} \cdot (z^3 - 6 \cdot z)k^2 - (z^2 - 1)k^3 + z \cdot k^4 + \frac{1}{3} \cdot k^5; \quad \forall C_s \neq 0 \quad (2.45)$$

onde $k = \frac{C_s}{6}$, sendo z determinada através da equação (2.43). Quando o coeficiente de assimetria $C_s = 0$ ($K_T \equiv z$) é aplicado diretamente o procedimento descrito para a distribuição Normal.

CAPÍTULO 3 METODOLOGIA

3.1 Independência das séries

Os registros de vazões médias e máximas anuais utilizados neste trabalho foram selecionados manualmente conforme o procedimento que será descrito no item 5.1 do Capítulo 5. Este critério tem por finalidade garantir que os dados pertençam a anos, e a eventos, diferentes. Uma das hipóteses básicas dos métodos de análise de frequências e, de regionalização hidrológica, é assumir que os dados são estatisticamente independentes, ou seja, esses registros não devem apresentar correlação serial ou autocorrelação. Esta hipótese também é requerida pelos métodos não-paramétricos que serão apresentados neste capítulo.

A independência dos registros de vazão máxima e média anual de cada uma das estações selecionadas, foi avaliada mediante a função de autocorrelação amostral ou coeficiente de autocorrelação das séries temporais (r_k), definida por Salas (1993) da seguinte forma:

$$r_k = \frac{C_k}{C_0} \quad (3.1)$$

onde,

$$C_k = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n-k} (y_{i+k} - \bar{y})(y_i - \bar{y}); \quad 0 \leq k \leq n \quad (3.2)$$

sendo, n o número de registros da série temporal, o sub-índice k indica o intervalo de tempo no qual as séries y_t e y_{t+k} estão separadas, C_0 é a covariância de y obtida da equação (3.2) para $k = 0$ e definida por

$$C_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (3.3)$$

O coeficiente de autocorrelação amostral (r_k) é o estimador não-tendencioso do coeficiente de autocorrelação populacional (ρ_k).

Para séries hidrológicas independentes, o correlograma populacional é igual a zero para todo $k \neq 0$. Porém, em amostras de séries independentes, e devido à variabilidade amostral, o r_k apresenta flutuações dentro do intervalo ± 1 ($-1 \leq r_k \leq 1$). Neste caso é possível

definir limites de confiança para a variação de r_k dentro (fora) da qual a série pode ser considerada independente (dependente) ou, sem correlação (correlacionada).

Salas et al. (1980) e Tucci (2002) apresentam estes limites da seguinte forma:

$$r_k(\alpha) = \frac{-1 \pm Z_\alpha \cdot \sqrt{n-k-1}}{n-k} \quad (3.4)$$

onde Z_α é igual a 1,96 para um intervalo de confiança de 95% ($\alpha = 5\%$). Em caso de admitir-se uma confiabilidade do 99% ($\alpha = 1\%$), Z_α é igual a 2,326.

Tucci (2002), considera que se o coeficiente de correlação serial de ordem 1 ou $lag=1$ (r_1), não difere significativamente de zero pode ser considerado como suficiente para verificar a independência dos registros.

3.2 Estacionariedade das séries

A maioria das técnicas utilizadas no planejamento dos recursos hídricos estão baseadas na análise estatística de seqüências fluviométricas, as quais supõem-se como estacionárias (Clarke e Brusa, 1997). Alguns exemplos destas técnicas são: i) o cálculo da vazão máxima anual com período de retorno T_r anos (que supõe que o regime de enchentes anuais permanece constante no tempo); ii) as equações propostas para a regionalização de vazões (máximas, média e mínimas), entre outros.

Outro estudo básico da análise de freqüências é verificar a estacionariedade das séries hidrológicas utilizadas ou, dito de outra forma, identificar se existem tendências (aumento ou redução) nos registros fluviométricos. Caso esta seja verificada, o hidrólogo deverá pesquisar sua procedência, ou seja, verificar se a mesma pode ser atribuída a processos aleatórios ocorridos no posto ou é regional; realizar pesquisas do tipo causa/efeito observando se houve aumento (redução) da precipitação, alterações no uso e/ou cobertura do solo, o período de tempo ao qual pertencem os registros, o enquadramento dentro da escala temporal, verificar dentro do âmbito regional se o número de estações com tendências nos registros é significativa ou não, etc. Com base nas conclusões obtidas o posto poderá ser aceito ou excluído da análise.

Para analisar a estacionariedade das séries fluviométricas selecionadas foram utilizados dois métodos estatísticos não-paramétricos. Eles são: i) o método *Bootstrap* (Efron e Tibshirani, 1993) e ii) o teste de Mann-Kendall (Yue, Pilon e Cavadias, 2002). Os métodos

não-paramétricos possuem a vantagem de usar somente informações dos dados disponíveis (registros fluviométricos neste caso) para descrever a distribuição de probabilidade dos parâmetros do modelo, sem necessidade de assumir o conhecimento da função de densidade de probabilidade da variável básica (Costa, 1988). Na seqüência, é apresentada uma descrição destes métodos.

3.2.1 Método Bootstrap

Intuitivamente, o primeiro método a ser escolhido para avaliar a presença de tendência nos dados de vazão máxima e média anual, é a regressão linear. No entanto, as hipóteses básicas do modelo de regressão linear ordinário devem ser verificadas. Conforme Draper e Smith (1981), estas hipóteses assumem que os resíduos da regressão (ε_s) são: i) variáveis aleatórias com média zero e variância constante; ii) independentes, ou seja, não estão correlacionados entre si ($COV[\varepsilon_i; \varepsilon_j] = 0; \forall i \neq j$); e iii) variáveis aleatórias normalmente distribuídas $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. Em função dos dados disponíveis, a hipótese mais difícil de ser verificada é a terceira (normalidade dos resíduos), principalmente, quando se trabalha com série de vazões máximas, onde seria mais adequado utilizar distribuições assimétricas; Este inconveniente poderia ser contornado transformando as variáveis originais, por exemplo, usando a transformação proposta por Box-Cox, apresentada na equação (2.10) do capítulo 2. Outra hipótese difícil de ser verificada é a homogeneidade da variância, entretanto, existem procedimentos computacionais para solucionar, ou ao menos, reduzir este problema, entre eles, ponderar as séries hidrológicas em função do número de anos de registros.

Devido aos inconvenientes anteriormente citados e, principalmente, da quantidade de estações utilizadas, foi descartado a análise convencional de regressão. Foi empregada uma análise *bootstrap* de regressão.

O método *bootstrap*, desenvolvido por Efron em 1979 (Efron e Tibshirani, 1993), é uma técnica simples, porém, computacionalmente intensiva, que permite simular a distribuição de probabilidade de uma estatística evitando a necessidade do estabelecimento de hipóteses em relação à distribuição de probabilidade dos registros, onde, diferentemente dos métodos não-paramétricos existentes, utilizam os valores observados dos dados em vez de substituir os dados por *ranks*. Além disto, não é preciso supor que os dados são de uma população qualquer, nem supor que um registro de vazão é uma "realização" de uma

população de realizações. Assim, conclusões sobre a existência, ou não, de tendências, estão relacionadas somente ao único registro disponível.

O raciocínio básico do método *bootstrap* consiste em admitir que uma amostra aleatória de n valores (X_1, X_2, \dots, X_n) é extraída a partir de uma população e usada para estimar o parâmetro Θ , assumindo que estas n observações sejam a melhor indicação da distribuição da população de X . As amostras obtidas mediante métodos de reamostragem da amostra original X são denominadas amostras *bootstrap* e cada amostra fornece um estimador *bootstrap* de Θ . A forma mais simples para determinar a distribuição do estimador Θ é gerar um elevado número de amostras aleatórias a partir de uma distribuição de valores equiprováveis X ; as vezes esta distribuição pode ser determinada teoricamente ou considerar o número total de possibilidades existentes nesse universo. O total de amostras *bootstrap* possíveis de ser geradas é $n!$.

Se é assumido que não existe tendência de aumento, ou diminuição, na série temporal; logo a seqüência observada das mesmas não será muito diferente, em termos do valor do coeficiente de regressão b , das outras $n!$ seqüências obtidas pela permutação dos valores da série. Se fosse possível calcular, para cada uma destas $n!$ permutações, o coeficiente b de regressão sobre o tempo, poderia ser observado que o coeficiente da série original estaria próximo do “centro” do histograma dos $n!$ coeficientes, no caso de que a hipótese H_0 (estacionariedade da série) seja a correta. Entretanto, na maioria das vezes o número de permutações é muito grande. Sendo assim, em vez de calcular b para cada uma destas permutações, ele é calculado somente para um número finito de permutações aleatórias da seqüência de série; Manly (1991), sugere 4.999 permutações, que junto com o valor observado do coeficiente b na série original, totalizam 5.000 coeficientes de regressão. Estas 5.000 permutações podem ser consideradas uma amostra da população composta pelas $n!$ permutações possíveis.

O procedimento computacional proposto por Manly (1991) é descrito por Clarke e Brusa (1997) e consiste em assumir um modelo de regressão linear simples da forma: $Y = \alpha + \beta.X + \varepsilon$, onde α e β são as constantes e ε representa os erros. Os estimadores mínimos quadrados de α e β são, respectivamente, a e b , sendo:

$$a = \hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - b \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.5)$$

$$b = \hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot x_i - \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (3.6)$$

No segundo membro da equação (3.6), o termo $\sum x_i \cdot y_i$ é o único que muda de uma permutação para a outra. De acordo com Manly (1991), se redefinimos os dados originais de forma tal que $\sum x_i = \sum y_i = 0$ e $\sum x_i^2 = \sum y_i^2 = n$, então $\sum x_i \cdot y_i / n$ pode representar: i) o coeficiente de regressão de Y sobre X ; ii) o coeficiente de regressão de X sobre Y ; e iii) o coeficiente de correlação. O procedimento de cálculo consiste em: i) gerar “ n ” permutações de x_i ; ii) em cada permutação determinamos o valor de b ; iii) determinar a distribuição empírica dos b ; e iv) verificar se o valor de b -obtido na série original- está na zona central da distribuição ou nas caudas extremas.

O algoritmo utilizado para verificar a estacionariedade da série requer o desenvolvimento das seguintes etapas:

1. Determinar o valor de b_0^{ori} a partir da série original x_i^{ori} ;
2. Fazer reamostragem com reposição da série original, gerando-se uma amostra bootstrap x_i^{boo} ; assim determina-se b_0^{boo} ;
3. Repetir o procedimento anterior n vezes (por exemplo, $n = 4.999$), obtendo-se n valores de b_0^{boo} ;
4. Ordenar de forma crescente os n valores de b_0^{boo} ;
5. Adotar um valor para α (nível de significância), por exemplo 5%;
6. Por ser um teste bilateral, determina-se o limite inferior e superior, correspondente ao percentil $\beta_L^{(2,5\%)}$ (inferior) e $\beta_U^{(97,5\%)}$ (superior);
7. Para uma amostra de 5.000 valores, o valor correspondente a $\beta_L^{(2,5\%)}$ é aquele localizado na posição 125, e para $\beta_U^{(97,5\%)}$ o situado na posição 4875. Ambos são obtidos a partir da série gerada na etapa (4);
8. Se $\beta_L^{(2,5\%)} \leq b_0^{ori} \leq \beta_U^{(97,5\%)}$ é aceita H_0 (série estacionária) ao nível de significância de $\alpha\%$ (5%). Caso o valor ficar compreendido na região da caudas ($b_0^{ori} < \beta_L^{(2,5\%)}$ ou

$\beta_u^{(97,5\%)} < b_o^{ori}$) a hipótese nula (H_0 : série estacionária) é rejeitada, sendo considerada válida, para o nível de confiança de 5%, a hipótese alternativa (H_1 : série não estacionária).

3.2.2 Método de Mann-Kendall

O teste de Mann-Kendall é um teste não-paramétrico baseado no ordenamento ("rank") dos registros. Frequentemente, é utilizado para identificar heterogeneidade ou tendências (crescentes ou decrescentes) em séries temporais hidrometeorológicas (Yue, Pilon e Cavadias, 2002). Porém, se a tendência existir, o método não é capaz de identificar se ela é linear ou não (Cândido, 2003).

O teste Mann-Kendall está baseado no teste estatístico S (Douglas, Vogel e Kroll, 2000; Yue, Pilon e Cavadias, 2002) definido da seguinte forma:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sign}(x_j - x_i) \quad (3.7)$$

onde, x_j e x_i é a seqüência de registros (neste caso de vazões) no tempo "j" e "i" ($i < j$), n é a extensão do vetor de dados, e $\text{sign}(\cdot)$ é definido da seguinte forma:

$$\text{sign}(\cdot) = \begin{cases} +1 & \text{se} & (x_j > x_i) \\ 0 & \text{se} & (x_j = x_i) \\ -1 & \text{se} & (x_j < x_i) \end{cases} \quad (3.8)$$

Se a variável aleatória X é independente, identicamente distribuída e sem dados repetidos, o estatístico S se distribui, aproximadamente, segundo uma distribuição Normal, cuja média $E(\cdot)$ e variância $\text{VAR}(\cdot)$ são:

$$E(S) = 0 \quad (3.9)$$

$$\text{VAR}(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n+5)}{18} \quad (3.10)$$

quando existem registros repetidos, a equação (3.8) deve ser corrigida (Douglas, Vogel e Kroll, 2000).

$$\text{VAR}(S) = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i \cdot (i-1) \cdot (2i+5)}{18} \quad (3.11)$$

sendo, $t_i(i)$ é o número de repetições do valor i .

O teste padronizado do estatístico Z pode ser calculado da seguinte expressão:

$$Z_{mk} = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad (3.12)$$

O estatístico padronizado de Mann-Kendall Z_{mk} é normalmente distribuído com média zero e variância 1 ($Z_{mk} \sim N(0,1)$).

A hipótese de estacionariedade da série é aceita, ao nível de significância de α , se $|Z_{mk}| \leq Z_{(1-\alpha/2)}^{crit}$, caso contrário pode-se assumir que existe tendência (crescente ou decrescente). Geralmente, é aceito um intervalo de confiança de 95% (nível de significância de $\alpha = 5\%$), no caso de uma aproximação Normal deve-se verificar que $|Z_{mk}| \leq 1,96$, para aceitar a hipótese nula H_0 .

3.3 Regionalização hidrológica

Por motivos de organização e facilidade no tratamento dos dados, na maioria das vezes, as informações hidrológicas disponíveis para regionalização são apresentadas na forma de tabelas de dupla entrada, como a apresentada na tabela 3.1, onde as informações são classificadas por linhas e colunas. Por exemplo, as linhas são utilizadas para representar a seqüência temporal dos registros, e nas colunas são incluídas as estações fluviométricas usadas na regionalização. Assim, em cada célula da tabela 3.1 é representado o valor da variável hidrológica (vazão, neste caso) associado ao ano de registro. Nesta tabela, também é freqüente que existam numerosas falhas de observação.

Tabela 3.1 Representação dos dados fluviométricos.

Ano	Posto de Medição					
	1	2	3	4	...	m
1	$X_{1;1}$	$X_{1;2}$	*	$X_{1;4}$	...	$X_{1;m}$
2	$X_{2;1}$	*	$X_{2;3}$	$X_{2;4}$	...	$X_{2;m}$
3	$X_{3;1}$	$X_{3;2}$	$X_{3;3}$	$X_{3;4}$	...	$X_{3;m}$
...
n-1	$X_{n-1;1}$	$X_{n-1;2}$	$X_{n-1;3}$	$X_{n-1;4}$	...	$X_{n-1;m}$
N	$X_{n;1}$	$X_{n;2}$	$X_{n;3}$	$X_{n;4}$	...	$X_{n;m}$
Médias	\bar{Q}_1	\bar{Q}_2	\bar{Q}_3	\bar{Q}_4	...	\bar{Q}_m

Obs.: (*) indica falha no registro.

Complementando a tabela anterior, geralmente, é anexada uma segunda tabela (tabela 3.2) onde são fornecidos dados fisiográficos e climáticos das bacias hidrográficas a serem empregados na regionalização. Os dados fisiográficos mais utilizados são: a área de drenagem da bacia (A), o comprimento do curso de água principal (L), a declividade média do rio (S), o número de afluentes ao curso de água principal (N), e outros. Entre os dados climáticos, o mais usado é a precipitação média anual (P).

Tabela 3.2 Representação de dados fisiográficos e climáticos das estações fluviométricas.

Variável fisiográfica ou climática	Posto de Medição					
	1	2	3	4	...	m
A	A_1	A_2	A_3	A_4	...	A_p
L	L_1	L_2	L_3	L_4	...	L_p
S	S_1	S_2	S_3	S_4	...	S_p
N	N_1	N_2	N_3	N_4	...	N_p
P	P_1	P_2	P_3	P_4	...	P_p

OBS.: A : área de drenagem da bacia hidrográfica; L : Comprimento do curso principal; S : Declividade média do curso principal; N : Número de contribuintes ao curso principal; P : precipitação média anual.

Na regionalização de variáveis hidrológicas, por exemplo, da vazão máxima anual (Q_{MX}) ou da média anual de longo prazo (Q_{MD}), a técnica mais utilizada consiste na execução dos seguintes passos:

- 1) calcula-se a média das vazões médias anuais, também denominada vazão média de longo período (\bar{Q}_{MD}) para cada um dos postos fluviométricos localizados dentro de cada uma das sub-bacias;
- 2) determina-se o valor de variáveis características da bacia hidrográfica (físicas, climáticas, geomorfológicas, etc.);
- 3) procura-se uma relação matemática, que na maioria das vezes é do tipo exponencial multivariada, como a apresentada a seguir:

$$\bar{Q}_{MD} = cte.A^a.L^b.S^c.N^d.P^e \quad (3.13)$$

onde, cte , a , b , c , d e e são coeficientes que devem ser determinados.

- 4) como esta equação é não-linear, procede-se a sua linearização, utilizando-se a transformação logarítmica (procedimento mais utilizado), sendo a equação (3.13) redefinida da seguinte forma:

$$\ln(\bar{Q}_{MD}) = \ln(cte) + a.\ln(A) + b.\ln(L) + c.\ln(S) + d.\ln(N) + e.\ln(P) \quad (3.14)$$

Este tipo de transformação, embora seja a mais utilizada, não necessariamente, é a melhor. Usar a transformação logarítmica, implica assumir que a variável resposta (vazão, neste caso) é assimétrica e, mais do que isso, considerar que a mesma se distribui conforme a distribuição Lognormal. No caso de estar analisando séries de vazões máximas, pode ser considerado correto assumir uma distribuição assimétrica ou de extremos, mas não necessariamente, deve ser a Lognormal, poderia ser outra (Gama, Pearson III, GEV, etc.). Quando são utilizadas séries de vazões médias, seria mais adequado considerar uma distribuição simétrica.

Em função destas observações e limitações, a linearização da equação (3.13) será realizada mediante uma família de transformações mais geral, chamada transformada de Box-Cox, cuja formulação é apresentada por Chander, Spolia e Kumar (1978) e Clarke (1994), da seguinte forma:

$$y^* = \begin{cases} \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} & ; \lambda \neq 0 \\ \ln(y) & ; \lambda = 0 \end{cases} \quad (3.15)$$

sendo y^* a variável resposta transformada, y a variável resposta original (\bar{Q}_{MD} , neste caso) e λ uma constante a ser determinada.

Conforme pode ser observado na equação (3.15), a transformação logarítmica é um caso particular da transformação de Box-Cox e se verifica quando $\lambda = 0$.

Desta forma, a equação (3.14) pode ser redefinida da seguinte forma:

$$y^* = \ln(cte) + a.\ln(A) + b.\ln(L) + c.\ln(S) + d.\ln(N) + e.\ln(P) \quad (3.16)$$

A equação anterior pode ser representada em forma matricial de seguinte forma (Clarke, 1994):

$$y_t = \underline{x}_t^T \cdot \underline{\beta} + \varepsilon_t \quad (3.17)$$

sendo y_t a t -ésima observação de y , \underline{x}_t é o vetor de variáveis independentes $[\ln(A), \ln(L), \ln(S), \ln(N), \ln(P)]^T$ correspondentes à t -ésima observação, $\underline{\beta}$ é o vetor de parâmetros $[\ln(cte), a, b, c, d, e]^T$ e ε_t é o desvio da t -ésima observação.

Se existem N observações de y_t , podem ser estabelecidas N relações como a definida em (3.17), que podem ser representadas de forma matricial da seguinte forma:

$$\underline{y} = \underline{X} \cdot \underline{\beta} + \varepsilon \quad (3.18)$$

Sendo \underline{y} um vetor de dimensão $(N \times 1)$ com os registros de y_t , $\underline{\beta}$ é o vetor de parâmetros com dimensões $(p+1) \times 1$; p é o número de variáveis independentes, ε é um vetor com as componentes aleatórias, de dimensão $(N \times 1)$.

O modelo de regressão linear ordinário definido nos termos das equação (3.18) assume as seguintes hipóteses:

- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias com média igual a zero $E[\varepsilon_t] = 0$;
- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias com variância constante $E[\varepsilon_t^2] = \sigma_\varepsilon^2$;
- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias independentes ou não correlacionados entre si $E[\varepsilon_t; \varepsilon_s] = 0 \quad ; \forall t \neq s$; e
- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias normalmente distribuídas $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

5) É determinado o vetor $\hat{\underline{\beta}}$ da equação (3.18) utilizando, por exemplo, o método dos mínimos quadrados:

$$\hat{\underline{\beta}} = (\underline{X}^T \cdot \underline{X})^{-1} \cdot \underline{X}^T \cdot \underline{Y} \quad (3.19)$$

e, a variância da estimativa

$$VAR(\hat{\underline{\beta}}) = (\underline{X}^T \cdot \underline{X})^{-1} \cdot \sigma^2 \quad (3.20)$$

Esta solução possui as seguintes propriedades (Draper e Smith, 1981):

- $\hat{\underline{\beta}}$ é uma estimativa de $\underline{\beta}$ que minimiza a soma do quadrado dos erros $\varepsilon' \cdot \varepsilon$, independentemente de quais sejam as propriedades da distribuição dos erros;
- os elementos de $\underline{\beta}$ são funções lineares das observações Y_1, Y_2, \dots, Y_n , e fornecem uma estimativa não-tendenciosa dos elementos de $\underline{\beta}$ e com variância mínima, independentemente, das propriedades da distribuição dos erros. A estimativa segundo mínimos quadrados de $\underline{\beta}$ no modelo $E(\underline{Y}) = \underline{X} \cdot \underline{\beta}$ é não-tendenciosa $\left(E\left(\hat{\underline{\beta}}\right) = \underline{\beta} \right)$. Isto é certo se e somente se o modelo proposto é correto; se não é correto, então a estimativa (3.6) é tendenciosa $\left(E\left(\hat{\underline{\beta}}\right) \neq \underline{\beta} \right)$;
- se os erros são independentes e $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, então $\hat{\underline{\beta}}$ é a estimativa de máxima verossimilhança de $\underline{\beta}$.

6) Realiza-se transformação inversa de Box-Cox usando a equação (3.21), mostrada a seguir:

$$\hat{y} = \begin{cases} \left(\lambda \cdot y + 1 \right)^{1/\lambda} & ; \lambda \neq 0 \\ EXP\left(\frac{y}{\lambda} \right) & ; \lambda = 0 \end{cases} \quad (3.21)$$

3.3.1 Modelo de regressão linear múltipla

O modelo de regressão linear múltipla como o apresentado na equação (3.18) pode ser resolvido usando diferentes métodos, mostrados na seqüência.

3.3.1.1 Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)

Este método coincide com o procedimento descrito no item 3.3, mais precisamente, com o descrito entre os pontos 4 e 5. Os coeficientes do modelo de regressão linear múltipla podem ser determinados pela equação (3.19) e a variância dessa estimativa conforme a formulação (3.20). As hipóteses assumidas por este modelo foram enunciadas no item 3.3.

No entanto, em função do tipo de séries de vazões a serem utilizadas neste trabalho (vazões máximas e médias anuais), dificilmente os resíduos da regressão sejam normalmente distribuídos, principalmente, quando utilizadas as séries de vazões máximas (assimétricas). A assimetria presente nas séries de descargas médias e máximas anuais pode ser reduzida, e/ou corrigida, mediante a utilização da transformada de Box-Cox (equação 3.15).

3.3.1.2 Mínimos Quadrados Ponderados (MQP)

De acordo com as hipóteses básicas do modelo de regressão linear múltipla definido pela equação (3.18), assumir que os erros são variáveis aleatórias com variância constante $E[\varepsilon_t^2] = \sigma_\varepsilon^2$ significa assumir que os registros utilizados como variáveis resposta (vetor \underline{y} no modelo 3.18) foram estimados usando a mesma quantidade de informações e, portanto, todos possuem o mesmo peso no ajuste. No caso específico da regionalização hidrológica, e de acordo com o exemplo da tabela 3.1, é quase impossível que o vetor de variáveis dependentes formado pelas médias das vazões médias anuais (ou máximas anuais) das m estações fluviométricas existentes na bacia hidrográfica, possuam a mesma quantidade de anos de registros. Desta forma, é lógico considerar que naquelas estações onde exista um número maior (menor) de registros (anos de dados), o valor da variável resposta apresentará uma variabilidade menor (maior). Assim, uma análise mais adequada seria dar maior peso à aquelas estações que tivessem registros mais extensos (menor variância e mais confiáveis) e, um peso menor àquelas que possuem uma quantidade menor de dados (maior variância e menos confiáveis).

Clarke (1994) considera que a variabilidade produzida por utilizar dados provenientes de estações que possuem dados de diferente extensão pode ser levada em conta mediante a inclusão de uma matriz diagonal \mathbf{W} de dimensão $(N \times N)$, que assume a seguinte forma:

$$\mathbf{W} = \begin{pmatrix} \frac{1}{n_1} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \frac{1}{n_2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{n_3} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \frac{1}{n_m} \end{pmatrix} \quad (3.22)$$

Assim, no método dos MQP, o vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pode ser estimado por:

$$\hat{\underline{\beta}} = (\underline{\mathbf{X}}^T \cdot \underline{\mathbf{W}}^{-1} \cdot \underline{\mathbf{X}})^{-1} \cdot (\underline{\mathbf{X}}^T \cdot \underline{\mathbf{W}}^{-1} \cdot \underline{\mathbf{y}}) \quad (3.23)$$

$$\text{VAR}(\hat{\underline{\beta}}) = (\underline{\mathbf{X}}^T \cdot \underline{\mathbf{W}}^{-1} \cdot \underline{\mathbf{X}})^{-1} \cdot \sigma^2 \quad (3.24)$$

As hipóteses na qual está baseado este modelo são as mesmas que foram definidas para o método dos MQO. A hipótese de normalidade dos resíduos pode ser obtida através do uso do transformação de Box-Cox; a hipótese de que os resíduos possuem variância constante, pode ser conseguida considerando a matriz $\underline{\mathbf{W}}$. Utilizando a equação (3.23) é possível determinar os coeficientes do modelo de regressão linear múltipla definido pela equação (3.18). Entretanto, a hipótese de que os resíduos da regressão são independentes deve ser verificada. Caso não seja verificada esta última hipótese, o método mais adequado para estimar o vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ seria o método dos Mínimos Quadrados Generalizados, descrito a seguir.

3.3.1.3 Mínimos Quadrados Generalizados (MQG)

Em caso de que os resíduos da regressão não sejam independentes (estejam correlacionados no espaço), a correlação dos mesmos pode ser levada em consideração mediante a inclusão da matriz de variância-covariância da forma $\underline{\mathbf{V}} \cdot \sigma_\epsilon^2$ (Clarke, 1994), sendo $\underline{\mathbf{V}}$ uma matriz de dimensão $N \times N$, na maioria das vezes desconhecida. Neste caso pode ser assumido que a estrutura geral da mesma seja da seguinte forma (Clarke, 1994):

$$V = \begin{pmatrix} 1 & \rho_{12} & \rho_{13} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \rho_{23} & \dots & \rho_{2n} \\ \rho_{31} & \rho_{32} & 1 & \dots & \rho_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \rho_{n3} & \dots & 1 \end{pmatrix} \cdot \sigma_{\varepsilon}^2 \quad (3.25)$$

O vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ deverá ser estimado utilizando a seguinte formulação:

$$\hat{\underline{\beta}} = (\underline{X}^T \cdot \underline{V}^{-1} \cdot \underline{X})^{-1} \cdot (\underline{X}^T \cdot \underline{V}^{-1} \cdot \underline{y}) \quad (3.26)$$

e, sua variância

$$\text{VAR}\left(\hat{\underline{\beta}}\right) = (\underline{X}^T \cdot \underline{V}^{-1} \cdot \underline{X})^{-1} \quad (3.27)$$

No entanto, a determinação da expressão (3.26) apresenta numerosos inconvenientes:

- 1) Em geral a estrutura da matriz \underline{V} (variância-covariância) é desconhecida e não pode ser estimada diretamente através dos dados, já que temos somente uma observação para cada par de pontos localizados nas posições "i" e "j". Um procedimento possível é estimar a matriz variância-covariância através dos dados, usando uma técnica indireta e iterativa. Esta consiste do seguinte:
 - i) remover a tendência dos dados (caso exista) utilizando mínimos quadrados ordinários, e obter os resíduos;
 - ii) estimar a estrutura da matriz variância-covariância dos resíduos;
 - iii) re-estimar a tendência ($\hat{\underline{\beta}}$) mediante mínimos quadrados generalizados, utilizando a estrutura da variância-covariância estimada em (ii);
 - iv) obter uma re-estimativa dos resíduos e retornar ao item (ii);
 - v) proceder desta forma até conseguir a estabilização da matriz \underline{V} .

- 2) Outro inconveniente é citado por Clarke (1994) e apresentado através do seguinte exemplo. Supondo que seja necessário estimar a estrutura da matriz variância-covariância dos resíduos da regressão para os N postos existentes na região hidrográfica onde deve ser determinada a equação de regionalização, esta matriz deverá ter $N.(N+1)/2$ parâmetros. Quando o número de estações é elevado, a quantidade de

operações necessárias para a estimar a estrutura da matriz variância-covariância pode tornar o cálculo impraticável. No entanto, é provável que o número de parâmetros necessários para descrever esta matriz possa ser reduzido mediante o uso de informações do sistema a ser modelado. Quer dizer, supondo que dois postos, dos N existentes numa bacia hidrográfica, estejam localizados no mesmo rio, é possível supor que a correlação dos resíduos entre esses dois postos seja mais alta que a correlação existente entre postos localizados em bacias diferentes ou, no mesmo rio, porém mais distantes entre si. Esta forma de raciocínio, permitirá diminuir substancialmente o número de parâmetros que devem ser estimados para a matriz variância-covariância dos erros. Nesta trabalho, caso seja provado que os resíduos da regressão não são independentes, serão testadas funções matemáticas do tipo monótona decrescente a fim de modelar a variação da *correlação dos resíduos* em função da *distância* que separa as estações fluviométricas “ i ” e “ j ”. Em geral, a função, monótona decrescente mais procurada para efetuar esta modelagem é a do tipo exponencial, definida da seguinte forma:

$$Corr[E_i; E_j] = EXP(-\lambda.d_{(i;j)}) \tag{3.28}$$

Esta equação permitirá representar a correlação entre os resíduos existentes entre dois postos fluviométricos localizados dentro da mesma bacia hidrográfica, com uma dependência que é função da distância ($d_{i;j}$) existente entre os postos situados nos pontos i e j . Caso seja possível ajustar uma equação como a definida em (3.28), a matriz variância-covariância como a apresentada na formulação (3.25) pode ser redefinida da seguinte forma:

$$V = \begin{vmatrix} 1 & e^{-(\lambda.d_{1;2})} & e^{-(\lambda.d_{1;3})} & \dots & e^{-(\lambda.d_{1;N})} \\ e^{-(\lambda.d_{2;1})} & 1 & e^{-(\lambda.d_{2;3})} & \dots & e^{-(\lambda.d_{2;N})} \\ e^{-(\lambda.d_{3;1})} & e^{-(\lambda.d_{3;2})} & 1 & \dots & e^{-(\lambda.d_{3;N})} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ e^{-(\lambda.d_{N;1})} & e^{-(\lambda.d_{N;2})} & e^{-(\lambda.d_{N;3})} & \dots & 1 \end{vmatrix} \cdot \sigma_\epsilon^2 \tag{3.29}$$

3.4 Ajuste de distribuições teóricas de probabilidades

O principal objetivo da análise de freqüências é o de estimar os quartis da distribuição de probabilidades e que os mesmos continuem sendo representativos, apesar do incremento do tamanho da amostra. Sendo assim, é necessário ajustar uma distribuição teórica de

probabilidades, cujos parâmetros são estimados a partir dos dados fluviométricos disponíveis. Estes, na maioria das vezes, apresentam erros de amostragens que não devem ser desconsiderados.

Em caso de estimar os parâmetros da distribuição teórica de probabilidades através do método dos momentos convencionais, estes erros serão propagados de forma potencial, uma vez que esses parâmetros são determinados a partir da média aritmética, da variância, da assimetria, etc. da amostra, que utilizam potências de 2º, 3º .. ordem.

Na análise de frequência dos registros de vazão (médias de longo prazo e média de cheia), a fim de evitar a propagação dos erros de forma potencial, será utilizado o método dos momentos-L o qual, conforme descrito no item 2.7.3 do capítulo 2, estima os parâmetros das distribuições teóricas de probabilidades, usando combinações lineares. Logo, embora não seja possível impedir a propagação dos erros de amostragem, estes serão propagados de forma muito mais reduzida.

3.4.1 Momentos-L amostrais

Os momentos-L definidos em termos dos momentos ponderados por probabilidade - PWM's- (item 2.7.3.1 - capítulo 2) foram obtidos a partir de uma população infinita. No entanto, a maioria das vezes a estimativa dos PWM's e dos momentos-L deve ser realizada a partir de uma amostra finita de tamanho n .

Para determinar os momentos-L amostrais é necessário, inicialmente, ordenar a amostra aleatória $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ de forma crescente $X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq \dots \leq X_n$, respeitando que o número de dados disponível “ n ” seja maior que a ordem “ r ” do PWM's desejado, para, posteriormente, determinar os coeficientes a_r ou b_r . Conforme Clarke (1994), estes coeficientes podem ser estimados por uma das seguintes equações:

$$a_r = \hat{\alpha}_r = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \binom{n-i}{r} x_i}{\binom{n-1}{r}}; \forall r = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (3.30a)$$

$$b_r = \hat{\beta}_r = \frac{1}{n} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n \binom{i-1}{r} x_i}{\binom{n-1}{r}}; \forall r = 0, 1, 2, \dots, n-1 \quad (3.30b)$$

onde $\binom{k}{j}$ é igual a zero se $k < j$.

Uma forma alternativa de expressar a equação (3.30b) é a seguinte:

$$b_0 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n x_{j:n} \quad (3.31)$$

$$b_1 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{(j-1)}{(n-1)} x_{j:n} \quad (3.32)$$

$$b_2 = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n \frac{(j-1) \cdot (j-2)}{(n-1) \cdot (n-2)} x_{j:n} \quad (3.33)$$

e, em forma geral

$$b_r = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=r+1}^n \frac{(j-1) \cdot (j-2) \cdot \dots \cdot (j-r)}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot (n-r)} x_{j:n} \quad (3.34)$$

De acordo com Stedinger, Vogel e Foufoula-Georgiou (1993), os momentos-L amostrais definidos em termos de PWM's, podem ser facilmente determinados para qualquer distribuição de probabilidades, utilizando um dos seguintes conjuntos de equações:

$$\begin{aligned} l_1 &= a_0 & l_1 &= b_0 \\ l_2 &= a_0 - 2.a_1 & l_2 &= 2.b_0 - b_1 \\ l_3 &= a_0 - 6.a_1 + 6.a_2 & l_3 &= 6.b_2 - 6.b_1 + b_0 \\ l_4 &= a_0 - 12.a_1 + 30.a_2 - 20.a_3 & l_4 &= 20.b_3 - 30.b_2 + 12.b_1 - b_0 \end{aligned} \quad (3.35)$$

Entretanto, independentemente de qual seja o conjunto de equações selecionado seus resultados devem ser iguais, podendo ser empregadas conjuntamente para fins de verificação.

Os quocientes-L amostrais podem ser obtidos através dos momentos-L amostrais, definidos nas equações (3.35). O quociente-L amostral de ordem "r" é igual ao quociente entre o momento-L amostral de ordem "r" (l_r) e o parâmetro de escala (l_2) ou, momento-L amostral de segunda ordem. Matematicamente, a expressão geral do quociente-L amostral de ordem "r" (τ_r^A) pode ser representado mediante a seguinte equação:

$$\tau_r^A = \frac{l_r}{l_2} \quad ; \forall r = 3, 4, \dots \quad (3.36)$$

$$\tau_1^A = \tau^A = \frac{l_2^A}{l_1^A} \quad \text{L-CV (Coeficiente de variação - L)} \quad (3.37)$$

Os quocientes de momentos-L amostrais mais importantes são:

$$\tau_3^A = \frac{l_3^A}{l_2^A} \quad \text{Assimetria - L} \quad (3.38)$$

$$\tau_4^A = \frac{l_4^A}{l_2^A} \quad \text{Curtose - L} \quad (3.39)$$

3.4.2 Análise regional de freqüências

3.4.2.1 Seleção da distribuição de probabilidades

Conforme foi mencionado anteriormente, o objetivo da análise regional de freqüências não é o de ajustar uma distribuição de probabilidades a um conjunto de dados em particular, e sim obter uma estimativa dos quartis da distribuição e que os mesmos permaneçam representativos, apesar da ampliação do número de dados.

Quando diferentes distribuições se ajustam aos dados de forma satisfatória, qualquer uma delas pode ser uma escolha adequada para ser utilizado na análise final. Para testar a qualidade de ajuste dos dados de uma única amostra a cada uma das distribuições pre-selecionadas existem diferentes métodos: gráficos (papel probabilístico); χ^2 (chi-quadrado); teste de Kolmogoroff-Smirnov; entre outros. Também existem os testes baseados nos momentos-L, como o diagrama de quocientes de momentos-L.

Outro método é o apresentado por Hosking e Wallis (1997), os quais sugerem um teste estatístico regional que consiste em:

- selecionar uma região onde há N estações;
- cada estação “ i ” possui n_i registros e quocientes de momentos-L amostrais $t^{(i)}$, $t_3^{(i)}$, e $t_4^{(i)}$;

- determinar as médias regionais t^R (coeficiente de variação – L), t_3^R (assimetria – L), e t_4^R (curtose – L), proporcionalmente ponderadas ao número de registros de cada estação (n_i);
- selecionar o conjunto de distribuições candidatas, preferencialmente, de três parâmetros;
- ajustar cada uma das distribuições às médias regionais dos momentos-L: l_1^R , t^R e t_3^R . Chamar τ_4^{DIST} (curtose – L) ao t_4^R da distribuição (“*DIST*”) em análise;
- ajustar a distribuição Kappa às médias regionais dos momentos-L e quocientes de momentos-L: l_1^R , t^R , t_3^R e t_4^R ;
- para cada uma das “*i*” estações existentes dentro de uma região, criar um número grande de amostras aleatórias (N_{sim}) de extensão n_i , sendo que cada uma das quais possui a distribuição Kappa como sua distribuição de frequência;
- em cada uma das “*m*” regiões simuladas, determinar as médias regionais assimetria-L ($t_3^{[m]}$) e curtose-L ($t_4^{[m]}$);
- calcular a *bias* de t_4^R , conforme a seguinte relação:

$$B_4 = \frac{1}{N_{sim}} \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{[m]} - t_4^R) \quad (3.40)$$

e, o desvio padrão de t_4^R é

$$\sigma_4 = \left[\frac{1}{N_{sim} - 1} \left\{ \sum_{m=1}^{N_{sim}} (t_4^{[m]} - t_4^R)^2 - N_{sim} \cdot B_4^2 \right\} \right]^{1/2} \quad (3.41)$$

para cada distribuição, a medida da bondade de ajuste é

$$Z^{DIST} = \frac{\tau_4^{DIST} - t_4^R + B_4}{\sigma_4} \quad (3.42)$$

A distribuição testada (*DIST*) é aceita se Z^{DIST} é próximo de zero. Um critério razoável é assumir um intervalo de confiança de 90% ($\alpha = 10\%$) e considerar que:

$$|Z^{DIST}| \leq 1,64 \quad (3.43)$$

As hipóteses do método apresentado acima são: i) as regiões são homogêneas e ii) não existe correlação espacial entre as estações, nem correlação serial entre os registros. Convém lembrar que um dos objetivos deste trabalho é tentar demonstrar que os resíduos da regressão dos diferentes postos estão correlacionados. Em função disto, este teste foi desconsiderado.

3.4.2.1.1 Teste de hipótese utilizado

O teste estatístico escolhido para selecionar a distribuição de probabilidades a ser usada para estimar os quartis na estação, foi o empregado por Cândido (2003). Este teste, em si, é uma adaptação do teste original de Hosking e Wallis (1997), desenvolvido para análise regional de frequências e apresentado no item anterior.

Cândido (2003), mediante a substituição dos momentos-L regionais (médias ponderadas dos momentos-L dos postos) pelos momentos-L de uma única amostra (estação), adaptando-o para o uso em análise de frequência local.

O teste consiste em:

- calcular os momentos-L e quocientes-L amostrais: l_1^A , t^A , t_3^A e t_4^A . Os quais representam: a média-L, o coeficiente de variação-L, a assimetria-L e a curtose-L, respectivamente;
- ajustar cada uma das distribuições de probabilidades selecionadas, aos momentos-L e quocientes-L amostrais (l_1^A , t^A , t_3^A e t_4^A);
- simular, mediante método Monte Carlo, N_{sim} amostras de mesmo tamanho à da estação analisada, com base na distribuição ajustada;
- calcular os momentos-L e quocientes-L: l_1 , t , t_3 e t_4 para cada uma das amostras simuladas;
- calcular o desvio padrão de t_4 (σ_4) em função das N_{sim} simulações realizadas;
- assintoticamente, o quociente-L teórico τ_4 se distribui normalmente com média τ_4^m e desvio padrão σ_4 , onde:
 - τ_4^m é o valor teórico esperado para uma dada distribuição. (Hosking e Wallis (1997), assumem que é igual à média regional);
 - σ_4 é o desvio padrão calculado em função das N_{sim} simulações;

- calcular a variável Normal reduzida Z , conforme a formulação seguinte:

$$Z^{DIST} = \frac{\tau_4^A - \tau_4^m}{\sigma_4} \quad (3.44)$$

Se para intervalo de confiança de 90% (nível de significância de $\alpha = 10\%$), o valor de $|Z^{DIST}| > 1,64$, a hipótese H_0 (aceitação da distribuição $DIST$) deve ser rejeitada.

Hosking e Wallis (1997) consideraram que 500 simulações ($N_{sim} = 500$) é uma quantidade suficiente para o cálculo de σ_4 .

Neste trabalho, as distribuições de probabilidades candidatas a serem utilizadas na análise de frequência das vazões de cheias e médias de longo prazo na estação e, na regionalização de vazões foram: Normal ("*NOR*"); Log-Normal de três parâmetros ("*LN3*"); Generalizada do Valor Extremo ("*GEV*"); Pearson III ("*PE3*"); Extremo do Tipo I ou de Gumbel ("*GUM*"); e Log-Pearson III ("*LP3*").

No anexo J, são fornecidas as expressões utilizadas para determinar, em cada uma das distribuições selecionadas: i) a função de densidade de probabilidade ($f(\cdot)$); ii) a função de probabilidades acumuladas ($F(\cdot)$) e iii) a expressão para o cálculo do quantil da função em diferentes tempos de retorno ($x(F)$). Também serão apresentadas as fórmulas usadas para determinar os momentos-L em função dos parâmetros da distribuição, bem como o caso inverso, estimar os parâmetros da distribuição a partir dos momentos-L.

3.4.2.1.2 Seleção da distribuição através de diagramas de quocientes-L

O diagrama de quocientes-L, mostrado na figura 3.1 (Hosking e Wallis, 1997) pode ser utilizado de forma complementar ao teste estatístico anteriormente explicado.

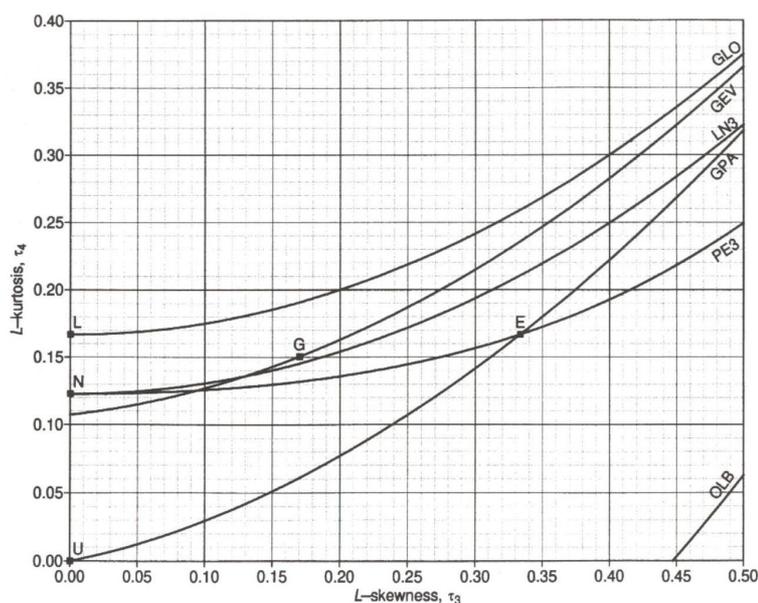


Figura 3.1 Diagrama de quocientes-L. (FONTE: Hosking e Wallis, 1997)

OBS.: *Pontos* – distribuições de dois parâmetros; *Linhas* – distribuições de três parâmetros; Distribuições: *E*: Exponencial; *G*: Gumbel; *L*: Logística; *N*: Normal; *U*: Uniforme; *GLO*: Logística Generalizada; *GEV*: Valor Extremo Generalizada; *GPA*: Pareto Generalizada; *LN3*: Lognormal; *PE3*: Pearson Tipo III.

Este método gráfico permite comparar a posição de plotagem do par de quocientes de momentos-L amostrais (t_3^A - assimetria-L; t_4^A - curtose-L) com seus similares teóricos (τ_3 ; τ_4) definidos para distintas distribuições de probabilidades.

Convém salientar que o gráfico da figura 3.1 é uma representação parcial da amplitude de variação dos quocientes de momentos-L τ_3 e τ_4 . A variação total das curvas teóricas das distribuições de probabilidades pode ser obtida utilizando o procedimento citado em Hosking e Wallis (1997).

3.5 Modelagem espacial dos resíduos da regressão

Um dos objetivos deste trabalho é verificar se os resíduos da equação de regionalização estão correlacionados ou não. Para isto é necessário dispor das seguintes informações:

- 1) matriz com as distâncias existentes entre cada um dos postos fluviométricos selecionados. Deve-se destacar que esta distância é medida ao longo do rio e não a Euclidiana; e
- 2) os resíduos da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo e de cheia.

Os pontos que permitirão definir a variação desta curva poderão ser obtidos mediante a execução dos seguintes procedimentos:

- 1) para cada região (por exemplo: as bacias hidrográficas 70, 71, 72 .. 88) determinar a partir da matriz de distâncias ($d_{i,j}$), o valor máximo (D_{max});
- 2) supor que a distância total D_{max} pode ser dividida em 1, 2, ... N intervalos iguais, (N_{int});
- 3) criar uma janela móvel cuja amplitude é igual a D_{max} / N_{int} . Seus extremos são L_i e L_s . Esta janela irá deslocar-se por cada um dos intervalos (N_{int}) em que foi dividida a distância máxima (D_{max});
- 4) determinar a distância de referência d_{REF} , igual à amplitude da janela

$$d_{REF} = \frac{L_i + L_s}{2};$$
- 5) calcular a correlação entre os resíduos da regressão $CORR(E_i; E_j)$ entre todas as estações “ i ” e “ j ” cuja distância de separação ($d_{i,j}$) esteja definida dentro dos limites definidos pela janela móvel;
- 6) a distância de referência d_{REF} definida em (4) e correlação dos resíduos da regressão $CORR(E_i; E_j)$ obtida em (5), formam um dos pontos disponíveis para verificar quando os resíduos da regionalização estão correlacionados ou não;
- 7) se o gráfico com os pontos definidos em (6) apresentar uma disposição aleatória dos mesmos, significa que não há evidência da existência de correlação espacial entre os resíduos. Se pelo contrário, eles estão dispostos de forma monótona decrescente com o aumento da distância que separa as estações, é um indicativo que os mesmos estejam correlacionados no espaço.

Convém salientar que o fato de que os resíduos da regressão não estejam espacialmente correlacionados, não implica necessariamente, que os mesmos sejam independentes. Para que isto seja certo, além de não estar correlacionados, os dados devem ser Normalmente distribuídos, ou aproximadamente, Normal.

O número de pontos que estarão disponíveis para verificar se os resíduos da regressão são independentes ou não, depende do número de estações existentes na bacia e,

principalmente, da disposição destes no layout da rede, de forma que seja possível determinar a distância que separa as estações.

3.5.1 Ajuste da função *Correlação de resíduos x Distância entre estações*

Conforme foi citado nos objetivos, durante o desenvolvimento deste trabalho pretende-se demonstrar que os resíduos da regressão estão correlacionados no espaço. Esta conclusão é contrária a uma das hipóteses básicas no qual estão baseados os métodos de mínimos quadrados ordinários (MQO) e ponderados (MQP), geralmente utilizados para determinar o valor dos parâmetros associados às variáveis independentes da equação de regionalização.

Supõe-se que a função de correlação é do tipo monótona decrescente, ou seja, a correlação existente entre os resíduos da regressão diminuem a medida que aumenta a distância que separa as estações. Para representar esta relação foram selecionadas duas funções matemáticas. Elas são:

$$1) \text{ Função hiperbólica: } F1: \text{Corr}[E_i; E_j] = \frac{1}{1 + a \cdot \text{Dist}_{(i,j)}} \quad (3.45)$$

$$2) \text{ Função exponencial: } F2: \text{Corr}[E_i; E_j] = \text{EXP}(-b \cdot \text{Dist}_{(i,j)}) \quad (3.46)$$

Sendo: $\text{Corr}[E_i; E_j]$ o coeficiente de correlação existente entre os resíduos da regressão das estações “i” e “j”, $\text{Dist}_{(i,j)}$ é a distância que separa as estações “i” e “j”, medida ao longo do rio; a e b são os parâmetros das funções selecionadas.

A equação a ser utilizada para representar a variação da função *correlação x distância* será aquela que verificar a seguinte função objetivo (FO):

$$FO = \min \{F1; F2\} \quad (3.47)$$

sendo,

$$F1 = \sum_{i=1}^n \left(\text{Corr}_i - \frac{1}{1 + a \cdot \text{Dist}_i} \right)^2 \quad (3.48a)$$

$$F2 = \sum_{i=1}^n \left(\text{Corr}_i - \text{EXP}[-b \cdot \text{Dist}_i] \right)^2 \quad (3.48b)$$

CAPÍTULO 4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 Área de aplicação

Este trabalho foi desenvolvido para áreas parciais de duas grandes bacias hidrográficas brasileiras, identificadas pela ANEEL (1996) pelos códigos “7” e “8”. Dentro destas existem sub-bacias hidrográficas, identificadas por “70”, “71”, “72”, ... , “88” que são as regiões hidrográficas utilizadas neste trabalho de regionalização. Na tabela 4.1 é possível a identificação das mesmas e a definição de seus limites geográficos; Na figura 4.1 pode-se visualizar no espaço, a localização de cada uma delas e a área de estudo.

Tabela 4.1 Delimitação das sub-bacias hidrográficas utilizadas.

Bacia hidrográfica	Sub-Bacia	Descrição
7 – Rio Uruguai	70	Bacia do rio Pelotas;
	71	Bacia do rio Canoas;
	72	Área de drenagem do rio Uruguai, compreendida entre a confluência dos rios Pelotas e Canoas, até a confluência do rio do Peixe, inclusive;
	73	Área de drenagem do rio Uruguai, compreendida entre a confluência do rio do Peixe, exclusive, e a confluência do rio Chapecó, inclusive;
	74	Área de drenagem do rio Uruguai, compreendida entre a foz do rio Chapecó, exclusive, e a confluência do rio Ijuí, exclusive;
	75	Área de drenagem do rio Uruguai, compreendida entre a confluência do rio Ijuí, inclusive, e a confluência do rio Ibicuí, exclusive;
	76	Bacia do rio Ibicuí;
	77	Área de drenagem do rio Uruguai, compreendida entre a confluência do rio Ibicuí, exclusive, e a confluência do rio Arapey Grande (Uruguai), inclusive;
	79	Bacia do rio Negro. Inclui, também, pequena área de drenagem situada no rio Uruguai, até sua confluência no rio Paraná.
8 – Bacias do Atlântico Sul, trecho sudeste (inseridas no RS)	85	Bacia do rio Jacuí, até a foz do rio Taquari, exclusive.
	86	Bacia do rio Taquari.
	87	Área de drenagem dos rios que drenam para a lagoa dos Patos e oceano Atlântico, compreendida entre a foz do rio Mampituba, exclusive, e a saída da lagoa dos Patos. Inclui o rio Jacuí a jusante da confluência com o rio Taquari.
	88	Corresponde à área de drenagem situada em território brasileiro, que drena para a lagoa Mirim e para o canal de São Gonçalo. Inclui a bacia do rio Jaguarão e as áreas que drenam para o Atlântico, entre a saída da lagoa dos Patos e o arroio Chuí, exclusive.

FONTE: ANEEL (1996).

A área de estudo se restringe somente ao território Brasileiro e, em particular, às aquelas sub-bacias que drenam suas águas para o Rio Grande do Sul e/ou que estejam localizadas dentro dele. Geograficamente, a área de estudo inclui a totalidade do estado do Rio Grande do Sul e parte de Santa Catarina (figura 4.1).

A região de estudo encontra-se delimitada, aproximadamente, entre as coordenadas 26° a 34° de latitude Sul e 49° a 58° de longitude Oeste, abrangendo uma área aproximada de 350.000 km² (Crespo, 1982), sendo que 176.000 km² correspondem à área do território brasileiro da bacia hidrográfica do rio Uruguai (IPH, 2001). No restante incluídas as áreas que drenam para as Lagoas dos Patos e Mirim e para o Litoral Atlântico.

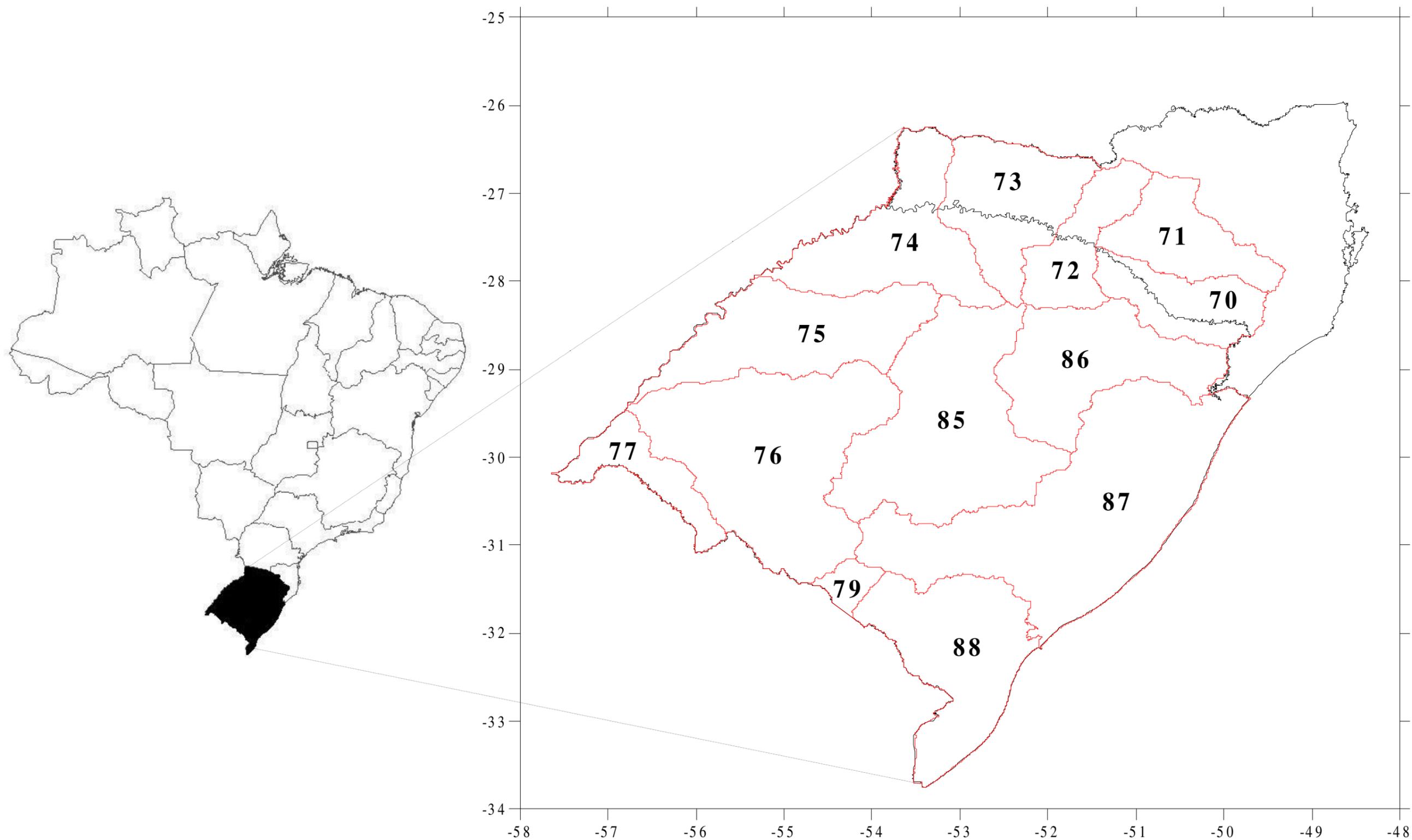


Figura 4.1 Localização da área de estudo (E) e das sub-bacias hidrográficas analisadas (D).

4.1.1 Bacia hidrográfica do rio Uruguai

A bacia do rio Uruguai ocupa parte do território brasileiro, argentino e uruguaio, totalizando uma área aproximada de 384.000 km². No Brasil abrange 176.000 km² de território, destes, 46.000 km² situam-se em Santa Catarina e 130.000 km² no Rio Grande do Sul.

O rio Uruguai possui uma extensão total de 1.770 km, desde a junção do rio Canoas e do rio Pelotas até a foz, em frente à cidade uruguaia de Nueva Palmira, tendo um desnível de 422 m. Cerca de 500 km estão em território brasileiro, 762 km na fronteira Brasil-Argentina e 508 km na fronteira Uruguai-Argentina. As sub-bacias do rio Uruguai que se encontram do lado do estado de Santa Catarina, correspondem aos afluentes da margem direita, e os da margem esquerda são os procedentes do Rio Grande do Sul.

Conforme a ANEEL (<http://hidroweb.aneel.gov.br/doc/atlas/Atlas/bac7.html>), a bacia do rio Uruguai se estende entre os paralelos de 27° e 34° latitude Sul e os meridianos de 49°30' e 58°15' W. Em sua porção nacional, encontra-se totalmente na região Sul, é delimitada ao norte e nordeste pela Serra Geral, ao sul pela fronteira com a República Oriental do Uruguai, a leste pela Depressão Central Riograndense e a oeste pelo território argentino.

4.1.1.1 Rede hidrográfica da bacia do rio Uruguai

Devido às diferentes características hidrológicas das bacias hidrográficas e dos principais rios formadores, a área foi dividida em sub-bacias, identificadas pela ANEEL com os códigos 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 e 79 (tabela 4.1). Embora esta última sub-bacia (79) tenha suas nascentes em território brasileiro, drena suas águas para o território uruguaio e, posteriormente, deságua no rio Uruguai.

Os principais afluentes da bacia hidrográfica (BH) do rio Uruguai são: os rios Pelotas (BH 70), Canoas (BH 71), Peixe (BH 72), Chapecó (BH 73), da Várzea (BH 74), Piratinim/Ijuí/Icamaquã (BH 75) e Ibicuí/Quarai/Negro (BH's 76, 77 e 79). A figura 4.2 mostra os principais rios inseridos nas sub-bacias estudadas.

A sub-bacia 70, localiza-se entre as latitudes 27°50' e 28°50' Sul e as longitudes 49°30' e 51°30' Oeste. Sua área de drenagem é de 13.379 km² (IPH, 2001). O principal afluente é o rio Pelotas, que tem suas nascentes no município de Bom Jardim da Serra (SC) a 1.760 m de altitude. Entre seus principais afluentes estão os rios Lava-Tudo, Pelotinhas e

Vacas Gordas, todos pela margem direita. Pela margem esquerda, podem ser citados os rios dos Touros, Santana e Socorro (figura 4.2). O rio Pelotas apresenta 450 km de extensão e divide os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Cerca de 100 km após a confluência com o rio Canoas, o rio Pelotas recebe o rio do Peixe, próximo à cidade de Marcelino Ramos, recebendo a denominação de Uruguai (IPH, 2001).

A sub-bacia 71, encontra-se totalmente inserida em Santa Catarina. Geograficamente, situa-se entre as coordenadas 26°45' e 28°10' de latitude Sul e 49°18' a 51°25' de longitude Oeste. A área de drenagem é de 14.949 km² (IPH, 2001). O principal afluente é o rio Canoas. Outros tributários, porém de menor importância, são: pela margem direita, os rios João Paulo e das Marombas e, pela margem esquerda, destacam-se os rios Ponte Alta, dos Macacos e das Caveiras (figura 4.2).

A sub-bacia 72, está delimitada geograficamente entre as coordenadas 26°30' a 28°20' de latitude sul e 50°50' a 52°30' de longitude oeste (IPH, 2001). Seu principal afluente é o rio do Peixe, o qual conflui no rio Uruguai desde sua margem direita. Outros tributários que merecem destaque são os rios Apuê ou Ligeiro e Forquilha, ambos na margem esquerda do rio Uruguai, no Rio Grande do Sul.

A sub-bacia 73 localiza-se entre os paralelos de latitude sul 26°20' e 28°20' e as longitudes oeste 51°20' e 53°15' (IPH, 2001). Os principais tributários desta sub-bacia são os rios Chapecó, Chapecozinho, Jacutinga e Irani, na margem de Santa Catarina e o rio Passo Fundo, no Rio Grande do Sul.

A sub-bacia 74 situa-se entre os paralelos de latitude Sul 27°05' e 28°20' e as longitudes oeste 52°20' e 55°20' (IPH, 2001). Sendo que entre os tributários destacam-se os rios: das Antas, Iracema e Peperi-Guaçu, pela margem direita e, da Várzea, Guarita, Turvo, entre outros, pela margem esquerda.

A sub-bacia 75 está totalmente inserida no Rio Grande do Sul. Seus limites geográficos são as latitudes Sul 27°50' à 29°25' e as longitudes Oeste 53°10' à 56°50'. Tendo como seus principais tributários os rios Ijuí, Piratinim e Icamaquã.

A sub-bacia 76 encontra-se na região Sudoeste do Rio Grande do Sul, seu principal tributário é o rio Ibicuí formado pela junção dos rios Santa Maria e Ibicuí-Mirim. Outros afluentes de importância nesta bacia são os rios Ibirapuitã, Santa Maria, Cacequí e Jaguarí.

A sub-bacia 77 situa-se no extremo oeste-sudoeste do Rio Grande do Sul, na fronteira com Argentina e Uruguai, entre as coordenadas geográficas de 29°40' e 30°30' de latitude Sul e 56°30' a 57°40' de longitude Oeste. O rio Quaraí é seu principal curso d'água.

A sub-bacia 79 localiza-se no extremo sudoeste do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de 31°08' a 31°50' de latitude Sul e 53°46' a 54°41' de longitude Oeste. Embora esta sub-bacia tenha suas nascentes dentro de Rio Grande do Sul, sua rede de drenagem principal é em direção ao território do Uruguai. O principal curso d'água é o rio Negro.

4.1.1.2 Caracterização climática da bacia

A região da bacia hidrográfica do rio Uruguai apresenta um clima do tipo temperado, úmido, sem período seco, tendo chuvas bem distribuídas durante o ano.

Quanto ao regime térmico, a temperatura igualmente possui uma certa homogeneidade. A temperatura média situa-se entre 16° e 20°C. De um modo geral as áreas mais elevadas são mais frias que as das planícies. O inverno é acentuado estendendo-se de maio a agosto, e o mês mais frio é julho. A curta duração dos dias e a atuação da massa de ar polar induzem a temperaturas baixas, podendo descer a valores negativos. Os verões são normalmente quentes e a temperatura média ultrapassa 26°C, conforme citação da ANEEL (<http://hidroweb.aneel.gov.br/doc/atlas/Atlas/bac7.html>).

Na classificação climática de Köeppen, o IPH (2001) conclui que na bacia do rio Uruguai predominam dois tipos fundamentais de clima: Subtropical (*Cfa*) (sub-bacias 72, 73, 74 e 75) e o Temperado (*Cfb*) (sub-bacias 70 e 71), onde:

- *C* - Temperatura média do mês mais frio fica entre -3°C a 18°C; a temperatura média do mês mais quente superior a 10°C;
- *f* - no mínimo 30 mm de precipitação em cada mês do ano;
- *a* - pelo menos um mês com temperatura média superior a 22°C;
- *b* - Temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C.

4.1.2 Bacia hidrográfica dos rios do Atlântico Sul (No Rio Grande do Sul)

A bacia do Atlântico Sul – trecho sudeste, de interesse desta tese, em termos aproximados, drena o 60% do território do Rio Grande do Sul. Conforme pode ser visualizado na figura 4.2. compreendem esta região, as bacias hidrográficas do lago Guaíba, do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, da Lagoa dos Patos e Mirim. A ANEEL, para fins de gerenciamento, dividiu esta bacia em sub-bacias, codificadas com os números 85, 86, 87 e 88. Na seqüência será realizada uma breve descrição de cada uma delas.

4.1.2.1 Rede hidrográfica das bacias do Atlântico Sul (No Rio Grande do Sul)

A sub-bacia 85 situa-se no centro do estado do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 28°43' e 30°47' de latitude Sul e os meridianos 51°43' e 54°32' de longitude Oeste. Drena uma área aproximada de 42.176 km². O rio mais importante é o Jacuí que ao longo de seus 750 km de extensão estão diversas barragens e usinas de geração de energia, como a de Ernestina, Passo Real, Maia Filho e Itaúba, todas localizadas na região denominada Alto e Médio Jacuí. No trecho inferior ou baixo Jacuí, predominam as barragem de navegação, Fandango, Anel de Dom Marco e Amarópolis. Os afluentes mais importantes são os rios Vacacaí, Vacacaí-Mirim, Botucaraí, Pardo e Pardinho.

A sub-bacia 86, ou do rio Taquarí-Antas, situa-se entre as latitudes 28°00' e 29°55' Sul e longitudes 49°55' e 52°00' Oeste. Através de seus 26.428 km² de superfície recebe a contribuição de numerosos afluentes, podendo ser citados como exemplo, os rios Turvo, da Prata, Carreiro, Guaporé e Forquilha. A única obra hidráulica que merece destaque nesta sub-bacia é a barragem de Bom Retiro do Sul, que permite a navegação fluvial até o porto de Estrela. Na atualidade existem numerosas PCH's em construção cujo objetivo principal é a geração de energia.

A sub-bacia 87 está composta pelas sub-bacias do Lago Guaíba, da Lagoa dos Patos, dos rios Caí, Sinos e Gravataí, bem como aquelas localizadas no Litoral Norte e Médio do Rio Grande do Sul. Por sua extensão, a bacia hidrográfica do Lago Guaíba é o principal contribuinte hídrico à Lagoa dos Patos. Sendo formada pelas sub-bacias dos rios Jacuí (Alto e Baixo), Vacacaí, Vacacaí-Mirim, Pardo e Pardinho, todas integrantes da sub-bacia 85, Taquarí-Antas (BH 86), ambas citadas anteriormente, e pelas sub-bacias dos rios Caí, Sinos e Gravataí. A maioria das obras hidráulicas localizadas no rio Caí destinam-se à geração de energia elétrica e acumulação de água para regularização diária de descargas, todas no curso

superior. Entre estas obras podem ser mencionadas as barragens Blang, Salto e Divisa (CPRM, 1999). Na bacia do rio Gravataí, localizada na região Nordeste do Estado, encontra-se o Banhado Grande, que funciona como reservatório natural (IPH, 2002), retendo os excessos de precipitação, atenuando os picos de cheias e regulando as descargas em períodos de estiagens. A bacia do Litoral Norte é caracterizada pelos corpos que drenam suas águas para o rio Tramandaí. Este sistema é composto por uma seqüência de lagoas paralelas e interligadas entre si através de canais naturais, artificiais e rios.

A sub-bacia 88, ou da Lagoa Mirim, encontra-se no extremo sul do Rio Grande do Sul, entre os paralelos 31°30' e 34°33' de latitude Sul e os meridianos 52°15' e 54°15' de longitude oeste. Esta sub-bacia é tributária da Lagoa dos Patos, com a qual se comunica através do Canal de São Gonçalo. Drena uma área aproximada de 62.250 km², dos quais 26.930 km² encontram-se no Brasil.

4.1.2.2 Caracterização climática da bacia

Segundo a CPRM (1999), na Classificação Climática de Köppen a área em estudo, apresenta dois tipos fundamentais de clima: Subtropical (Cfa) (sub-bacias 85, 86, 87 e 88) e Temperado (Cfb) (sub-bacias 86 e 87 – Sinos e Caí), onde:

- C - Temperatura média do mês mais frio entre -3° a 18°C; temperatura média do mês mais quente superior a 10°C;
- f - no mínimo 30 mm de precipitação em cada mês do ano;
- a - pelo menos um mês com temperatura média superior a 22°C.
- b - Temperatura média do mês mais quente inferior a 22° C.

4.2 Características do regime das cheias

As maiores enchentes da região são atribuídas à atividade das frentes frias que ingressam desde o sul do continente e que predominam durante os meses de inverno (Terrazas, 1989). Estas se caracterizam por sua grande abrangência areal, por ser de evolução lenta e de pouca intensidade. No entanto, um fato que as destaca é que atuam em *cadeia*, separadas entre si por poucos dias. Sendo assim, seus efeitos aparecem superpostos, podendo, inclusive, ocasionar situações críticas de enchentes.

A segunda fonte de cheias na região, não necessariamente de menor importância que a primeira, é devido à ação das frentes quentes ou tropicais predominantes durante os meses de verão, provocando chuvas do tipo convectivas, caracterizadas pela curta duração, reduzida área de influência e grande intensidade. Estas frentes tropicais tem sua origem no desenvolvimento de um centro de baixa pressão originado pelas elevadas temperaturas do centro do continente.

Conforme será mostrado no capítulo 5, os totais de precipitação anual aumentam, em termos médios, no sentido sul-norte. Os menores registros de precipitação, 1.300 mm, ocorrem na região sul do Rio Grande do Sul, em áreas próximas a Lagoa Mirim. Os maiores índices de precipitação são verificados nas sub-bacias 73 e 74, no limite com a Argentina, aproximadamente, 1.900 mm.

4.3 Barragem existentes na área de estudo

Na tabela 4.2 são apresentadas algumas das usinas hidrelétricas (UHE) e pequenas centrais hidrelétricas (PCH) existentes na área de estudo. Além dos aproveitamentos citados, no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, existem numerosas PCH's cujo objetivo principal de funcionamento é a geração de energia elétrica. No entanto, em função de seu baixo volume de armazenamento, sua capacidade para regulação de vazões é limitada.

Tabela 4.2 Principais UHE e PCH localizadas dentro da área de estudo.

Aproveitamento	Tipo	Curso d'água	Início de operação	Volume (hm ³)	Potência de geração (MW)
Bugres (Salto / Blang / Divisa)	UHE	Rio Santa Cruz / Santa Maria	1952	71,70	11,70
Capiguí	PCH	Rio Capiguí	1933/1955	42,00	4,47
Dona Francisca	UHE	Rio Jacuí	2001	62,80	125,00
Ernestina	PCH	Rio Jacuí	1957	237,50	4,96
Forquilha	PCH	Rio Forquilha	1950	50,00	1,12
Guarita	PCH	Rio Guarita	1953	10,50	1,76
Ijuizinho	PCH	Rio Ijuizinho	1950	60,00	1,12
Itá	UHE	Rio Uruguai	2000	5100,00	1450,00
Itaúba	UHE	Rio Jacuí	1978	1582,00	512,40
Ivaí	PCH	Rio Jacuí	1950	38,00	0,77
Jacuí	UHE	Rio Jacuí	1962/1967	24,40	180,00
Passo Fundo	UHE	Rio Passo Fundo	1973	1590,00	226,00
Passo Real	UHE	Rio Jacuí	1973	2356,10	158,00
Santa Rosa	PCH	Rio Santa Rosa	1955	60,00	1,90

CAPÍTULO 5 SELEÇÃO, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DOS DADOS

Os dados utilizados neste trabalho foram selecionados de diversas fontes: a) os registros hidrológicos (fluviométricos e pluviométricos) e a área de drenagem de cada sub-bacia hidrográfica, foram obtidos do banco de dados hidrológicos da Agência Nacional de Águas (ANA) *HidroWeb* (<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb/>). Os dados fisiográficos das sub-bacias foram extraídos de pesquisas anteriores sobre regionalização hidrológica realizada nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, principalmente, dos trabalhos realizados pelo IPH (1991 e 2001) e, em menor medida, os de Crespo (1982) e Farquharson (1981).

A seguir é apresentada a forma de obtenção dos mesmos e as análises básicas realizadas.

5.1 Seleção das estações fluviométricas

A maioria das estações fluviométricas da ANA é do tipo convencional, ou seja, são realizadas duas leituras diárias de níveis (7:00 e 17:00 h). O registro diário disponibilizado no banco de dados *HidroWeb* é o valor médio destas leituras.

Para a seleção dos registros de descargas (médias e máximas) anuais foram empregados procedimentos diferentes, sendo eles:

- *Vazão média anual*: é a média das vazões médias mensais. Obtidas diretamente a partir dos registros da ANA;
- *Vazão máxima anual*: em termos gerais, na região Sul do Brasil são observados dois períodos de cheias: i) “ordinária”, provocada por chuvas frontais ocorrem, geralmente, durante os meses de julho-agosto; e ii) “extraordinária”, originadas por tormentas convectivas, são verificadas, principalmente, durante os meses de verão. Não foi observado se, em ordem de magnitude, um tipo de cheia predomina sobre a outra. Em função disto, o procedimento adotado para selecionar a série de vazões máximas anuais foi:
 1. para cada mês, foi selecionada a maior descarga média diária (não é igual à maior vazão instantânea) e, posteriormente, foi construído o hidrograma de vazões máximas mensais da estação;

- os registros máximos de cada ano foram selecionados manualmente. De forma a facilitar o entendimento desta seleção, é proposto o exemplo da figura 5.1. Nesta figura pode-se observar que o registro máximo do ano de 1990 corresponde ao mês de dezembro, sendo esta a descarga máxima selecionada para esse ano. Para o ano de 1991, foi escolhida a descarga do mês de julho, embora a descarga de janeiro, seja quantitativamente superior a verificada no mês de julho, esta foi desconsiderada, pois é uma consequência da cheia ocorrida no ano anterior e não devido a ocorrência de um evento de cheia independente; e

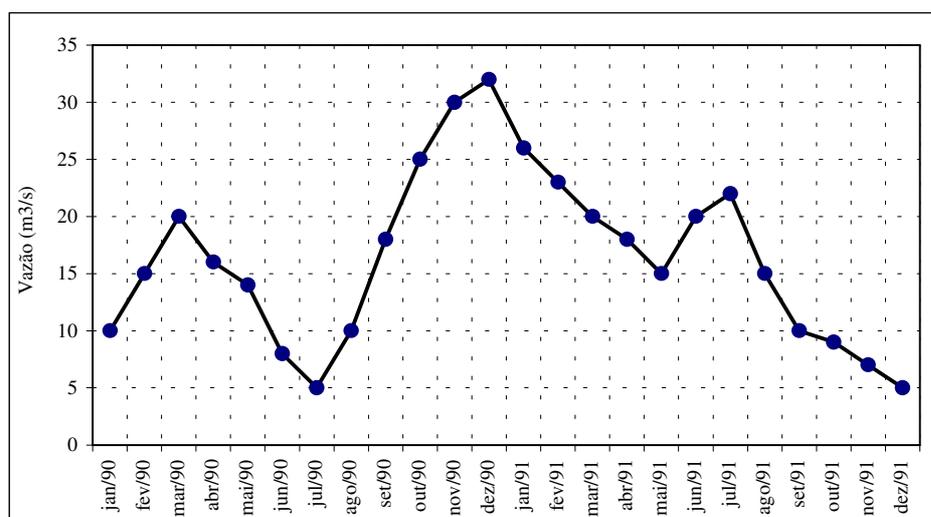


Figura 5.1 Critério de seleção da série de vazões máximas anuais.

- nos anos onde ocorreram falhas de registros, foi necessário procurar informações adicionais em estações próximas, principalmente, aquelas localizadas no mesmo rio, a fim de verificar se a falha no registro desse mês influenciava, ou não, na seleção da descarga máxima. No entanto, se o pico da cheia ocorresse durante o mês da falha, esse ano ficava sem registro.

Finalizada a escolha preliminar dos registros fluviométricos (vazões médias e máximas), procedeu-se à seleção dos postos fluviométricos a serem utilizados nesta tese. Para alcançar este objetivo, as séries selecionadas foram submetidas a triagem de tipo quantitativa e qualitativa. Sendo estes:

- Triagem quantitativa: todas as séries devem ter pelo menos 5 anos de registros, não necessariamente, consecutivos;
- Triagem qualitativa: foi utilizado para este fim a representação gráfica do conjunto de estações. Para sua avaliação foram confeccionados três tipos de gráficos:
 1. média das vazões médias (ou máximas) x área de drenagem da bacia;
 2. média das vazões médias (ou máximas) x variância amostral dos registros de cada bacia; e
 3. média das vazões médias (ou máximas) x coeficiente de variação amostral dos registros de cada bacia.

Para o conjunto de estações é possível supor que se a área de drenagem da bacia aumenta (diminui), o valor médio das vazões médias (ou máximas) aumenta (diminui). Para a variância amostral é possível considerar que, em bacias hidrográficas pequenas, exista uma maior variabilidade dos hidrogramas, não somente entre diferentes sub-bacias, mas também dentro de uma mesma bacia, em função das condições antecedentes à ocorrência das cheias.

Aquelas estações que possuem pontos muito afastados da tendência geral, quando da confecção dos três gráficos, foram desconsideradas. Ao final da triagem, quantitativamente, foram selecionadas 170 estações fluviométricas. As características destas estações fluviométricas estão citadas na tabela 5.1. Das 170 estações selecionadas, 112 estão em funcionamento e as 58 restantes foram desativadas. Em treze postos somente será utilizada a série de descargas médias; e em 17 somente a série de vazões máximas e nas restantes 140, ambas as séries, vazões médias e máximas anuais.

Tabela 5.1 Caracterização das estações fluviométricas selecionadas.

Série utilizada	Número de estações		
	Em funcionamento	Desativadas	Total
Somente vazão média anual	12	1	13
Vazão média e máxima anual	96	44	140
Somente vazão máxima anual	4	13	17
Total	112	58	170

A relação dos postos fluviométricos selecionados estão apresentados no anexo A. Na figura 5.2 é possível visualizar a localização espacial destes postos.

As tabelas B.1 a B.12, do anexo B (vazões médias anuais), e as tabelas C.1 a C.12, do anexo C (vazões máximas anuais) mostram os registros das descargas anuais selecionadas para o desenvolvimento deste trabalho.

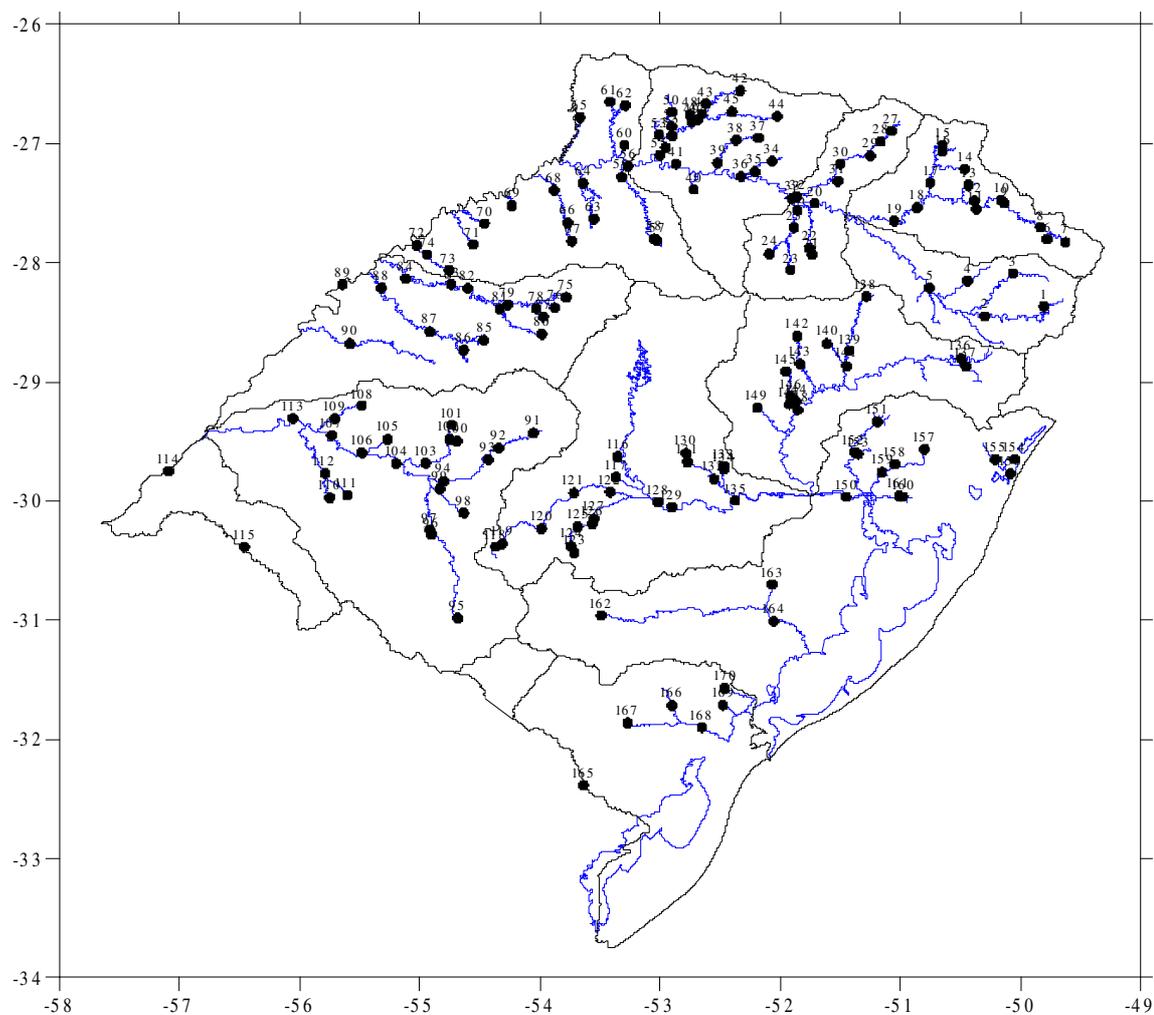


Figura 5.2 Localização espacial das estações fluviométricas selecionadas.

OBS.: a codificação utilizada para identificar os postos pode ser conferida no anexo A.

Para uma melhor visualização da disponibilidade temporal de registros anuais de vazões médias e máximas, foram confeccionados os diagramas de barras mostrados no anexo D. Nestes diagramas foi utilizada a seguinte notação:

- “.” a estação não possui registro, pode estar em funcionamento ou não;
- “X” a estação possui registro.

No final do diagrama de barras há uma coluna resumo onde são contabilizados o número de anos com registros (identificado com “ND”), o número de anos onde não existe informação (falhas intermediárias “NF”) e o número total de anos da estação, incluindo-se neste o período de anos entre o primeiro registro da estação e o último, considerando-se as possíveis falhas intermediárias, esta coluna encontra-se identificada por “NT”. Na tabela 5.2 é apresentada de forma resumida a disponibilidade temporal de registros de vazões médias anuais de longo prazo e de cheia.

Tabela 5.2 Resumo da disponibilidade temporal de registros de vazões médias anuais de longo prazo e de cheia.

BH		Séries de vazões médias de longo período				Séries de vazões médias de cheia			
		N.Postos	ND	NF	NT	N.Postos	ND	NF	NT
70	máximo	5	56	6	62	5	59	4	63
	médio		46	2	49		48	2	50
	mínimo		26	0	26		27	0	27
71	máximo	13	60	7	61	13	62	23	62
	médio		32	2	35		29	3	32
	mínimo		9	0	9		9	0	9
72	máximo	13	62	13	63	11	63	10	63
	médio		33	2	35		36	1	37
	mínimo		17	0	17		15	0	16
73	máximo	22	57	13	62	22	63	11	63
	médio		31	3	35		34	2	36
	mínimo		7	0	7		9	0	9
74	máximo	18	60	18	62	19	61	6	63
	médio		34	3	37		35	1	36
	mínimo		8	0	8		9	0	9
75	máximo	15	61	14	61	16	58	13	61
	médio		36	4	41		35	4	39
	mínimo		9	0	11		7	0	8
76-77	máximo	19	54	31	61	24	58	25	61
	médio		25	8	34		29	5	34
	mínimo		7	0	7		7	0	8
85	máximo	16	60	18	62	17	59	15	62
	médio		26	5	31		24	2	26
	mínimo		12	0	14		12	0	14
86	máximo	14	61	19	62	12	62	7	62
	médio		46	7	53		50	2	52
	mínimo		15	1	25		24	0	25
87	máximo	13	55	9	62	13	55	8	62
	médio		29	4	33		32	2	33
	mínimo		12	0	12		13	0	14
88	máximo	5	35	9	37	5	36	9	37
	médio		23	3	26		25	2	27
	mínimo		11	1	12		12	0	12

OBS. ND: número de anos com registros; NF: número de anos com falhas intermediárias; NT: ND+NF.

Conforme citado anteriormente, as 170 estações fluviométricas selecionadas, é o resultado da triagem quantitativa e qualitativa realizado sobre a totalidade dos postos. As variáveis incluídas na triagem qualitativa foram: a área de drenagem (A), a vazão média de longo prazo e de cheias, a variância amostral das séries e o coeficiente de variação (CV) de ambas as séries. Os valores das variáveis, anteriormente, citadas podem ser consultadas na tabela G.1 do anexo G.

Os resultados da triagem qualitativa podem ser observados nas figuras 5.3 a 5.8 sendo que, as figuras 5.3 a 5.5 correspondem às descargas máximas e as figuras 5.6 a 5.8 às vazões médias.

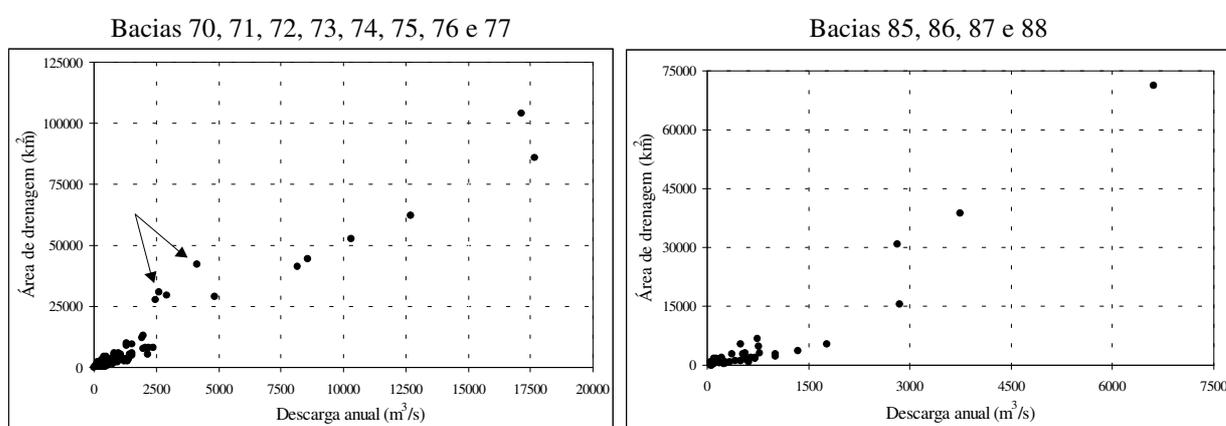


Figura 5.3 Relação entre área de drenagem e média das descargas máximas anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88.

Conforme pode ser observado na figura 5.3 (E), em destaque, existe um número de pontos (estação) afastados da tendência geral. Estes pertencem às estações cuja média da descarga máxima anual é inferior ao restante dos postos. Conforme pode ser verificado nos diagramas de barras do anexo D, estas estações possuem registros em períodos de estiagem, por exemplo, da década de 1970, e falhas em cheias excepcionais, como a ocorrida no ano de 1984.

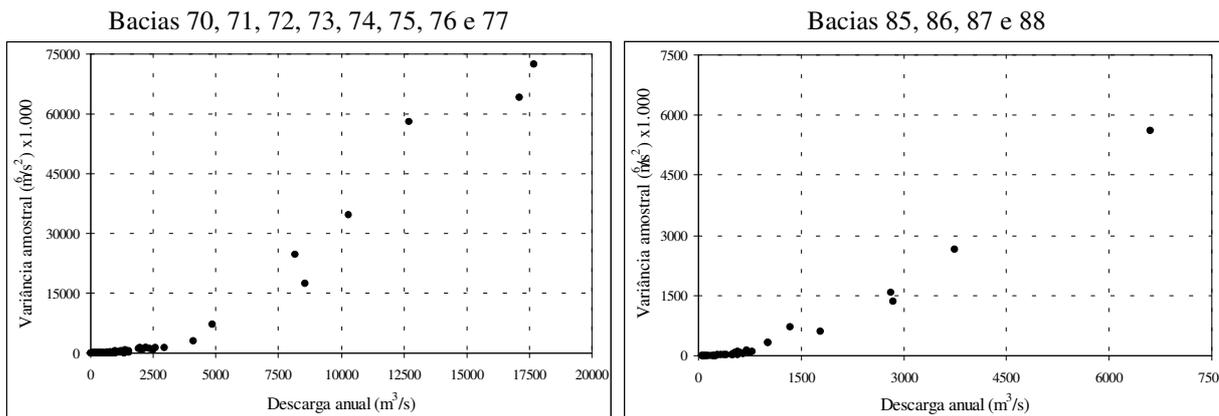


Figura 5.4 Relação entre variância amostral dos registros e média das descargas máximas anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88.

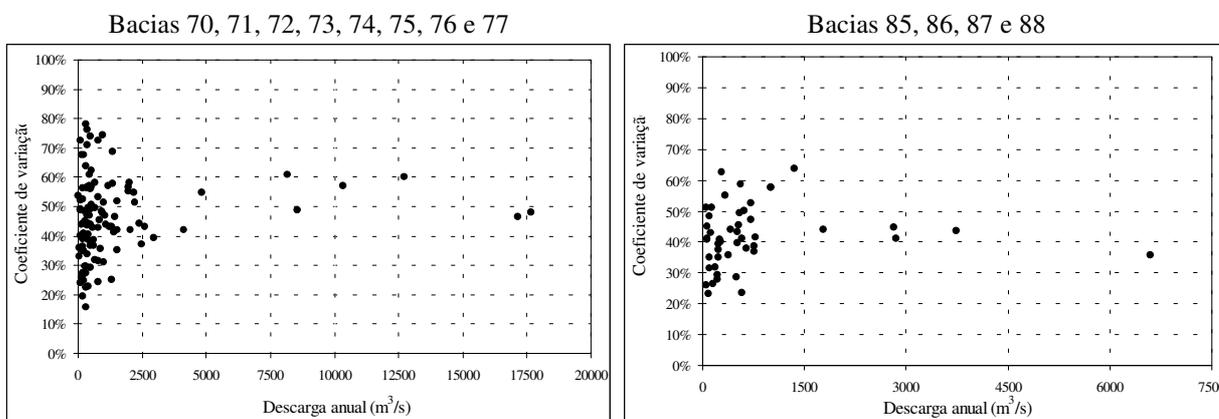


Figura 5.5 Relação entre coeficiente de variação amostral dos registros e média das descargas máximas anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88.

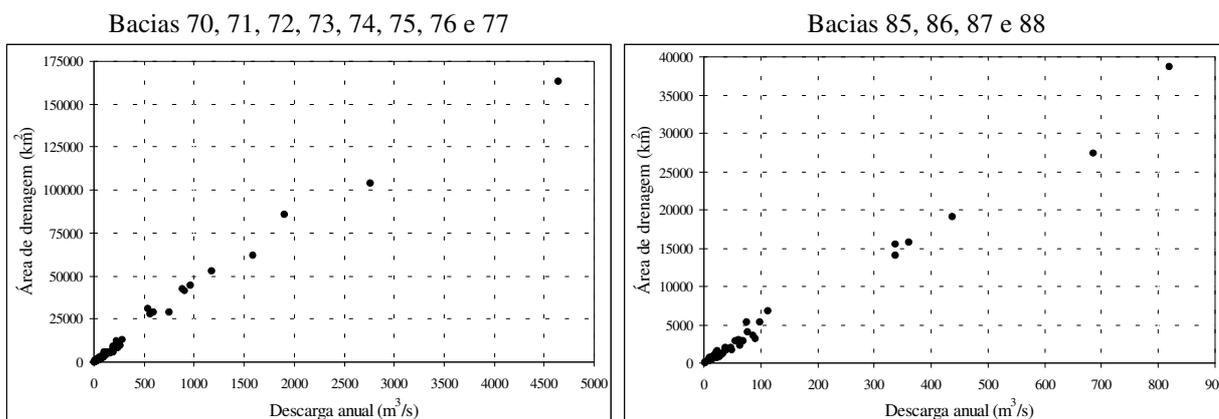


Figura 5.6 Relação entre área de drenagem e média das descargas médias anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88.

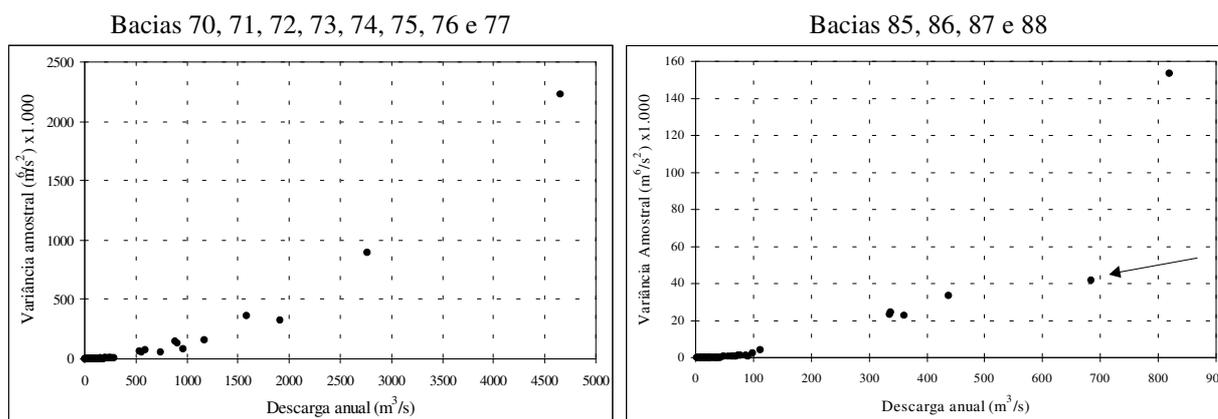


Figura 5.7 Relação entre variância amostral dos registros e média das descargas médias anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88.

O ponto em destaque na figura 5.7 (D) pertence à estação Passo São Lourenço (código ANEEL 85642000) cujo início operacional ocorreu no ano de 1984. Esta estação possui registros de duas das maiores cheias verificadas na região, ocorridas nos anos de 1984 e 1993, mas não apresenta nenhum dado de anos de estiagem pronunciado.

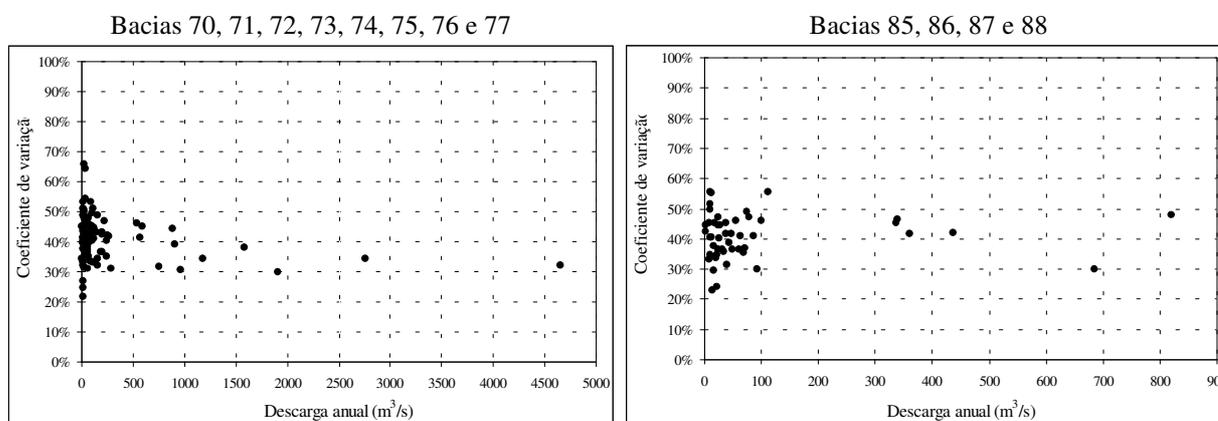


Figura 5.8 Relação entre coeficiente de variação amostral dos registros e média das descargas médias anuais, para as bacias 70 a 77 e 85 a 88.

5.2 Seleção das estações pluviométricas

Os registros pluviométricos utilizados na análise da pluviometria dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina foram obtidos das seguintes instituições: i) Agência Nacional de Águas (ANA), ii) Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE/RS), iii) Superintendência de Portos e Hidrovias (SPH, ex-DEPRC) e iv) Empresa de Pesquisas

Agrícolas (EPAGRI/SC). Entretanto, somente os registros pertencentes à ANA estavam consistidos, os demais estavam na condição de dados brutos. Apesar destes dados serem brutos, considerou-se conveniente não excluí-los, pela antiguidade dos mesmos e por sua utilidade para o preenchimento de falhas. Em princípio, o único critério adotado na seleção das estações é quantitativo, e consiste em que a estação disponha de, no mínimo, cinco anos de registros.

Da mesma maneira como foi realizada para os postos fluviométricos, os registros de chuvas das distintas estações começaram e, possivelmente, finalizam em períodos diferentes. Caso não seja levado em consideração este fato, é possível supor que a precipitação média de uma estação que possui registros pertencentes a um período úmido (seco) seja elevada (reduzida). A fim de evitar esta tendenciosidade na estimativa da precipitação média, a matriz original de dados de chuva, denominada irregular ou com falhas, foi preenchida e obteve-se uma nova matriz, chamada regular ou sem falhas, de acordo com o esquema apresentado na figura 5.9, abaixo.

Matriz original (irregular / com falhas)					Matriz final (regular / sem falhas)				
P_{11}	x	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{11}	(P_{21})	P_{13}	P_{14}	P_{15}
P_{21}	x	P_{23}	x	P_{25}	P_{21}	(P_{22})	P_{23}	(P_{24})	P_{25}
x	P_{32}	P_{33}	x	P_{35}	(P_{31})	P_{32}	P_{33}	(P_{34})	P_{35}
P_{41}	x	x	P_{44}	x	P_{41}	(P_{42})	(P_{43})	P_{44}	(P_{45})
P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	x	P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	(P_{55})
P_{m1}^o	P_{m2}^o	P_{m3}^o	P_{m4}^o	P_{m5}^o	P_{m1}^f	P_{m2}^f	P_{m3}^f	P_{m4}^f	P_{m5}^f

Figura 5.9 Precipitação média de uma matriz irregular e de uma regular.

Obs. x – Falha no registros, $(.)$ Valor preenchido, P_m Precipitação média

Seguramente, o valor da precipitação média da estação 1 na matriz original (P_{m1}^o) é diferente à precipitação média, da mesma estação, obtida a partir da matriz final (P_{m1}^f).

Para o preenchimento das falhas de precipitação anual foi utilizado o método da média ponderada, sendo selecionadas para o preenchimento aquelas três estações localizadas mais próximas daquela na qual se deseja estimar seu valor. O critério de procura das estações consistiu em selecionar todas as estações situadas dentro de um raio igual a um grau meridiano, aproximadamente, 110 km. O fator de ponderação utilizado é o inverso da distância Euclidiana entre os postos. A formulação usada é mostrada a seguir:

$$P_{i;j}^m = \frac{\frac{P_{1;j}^m}{d_{1;i}} + \frac{P_{2;j}^m}{d_{2;i}} + \frac{P_{3;j}^m}{d_{3;i}}}{d_{1;i} + d_{2;i} + d_{3;i}} \quad (5.1)$$

sendo que: $P_{i;j}^m$ é a precipitação média da estação i correspondente ao ano j , $d_{i;k}$ é a distância Euclidiana entre as estações i e k .

Finalizado o preenchimento das falhas, procedeu-se à geração do mapa de isoietas para toda a área de estudo. Mediante sucessivos processos de tentativa e erro foram eliminadas estações a fim de obter uma malha de postos uniformemente distribuídos no espaço.

A relação das estações pluviométricas selecionadas encontra-se no anexo E. Na figura 5.10 é possível visualizar a localização espacial das mesmas.

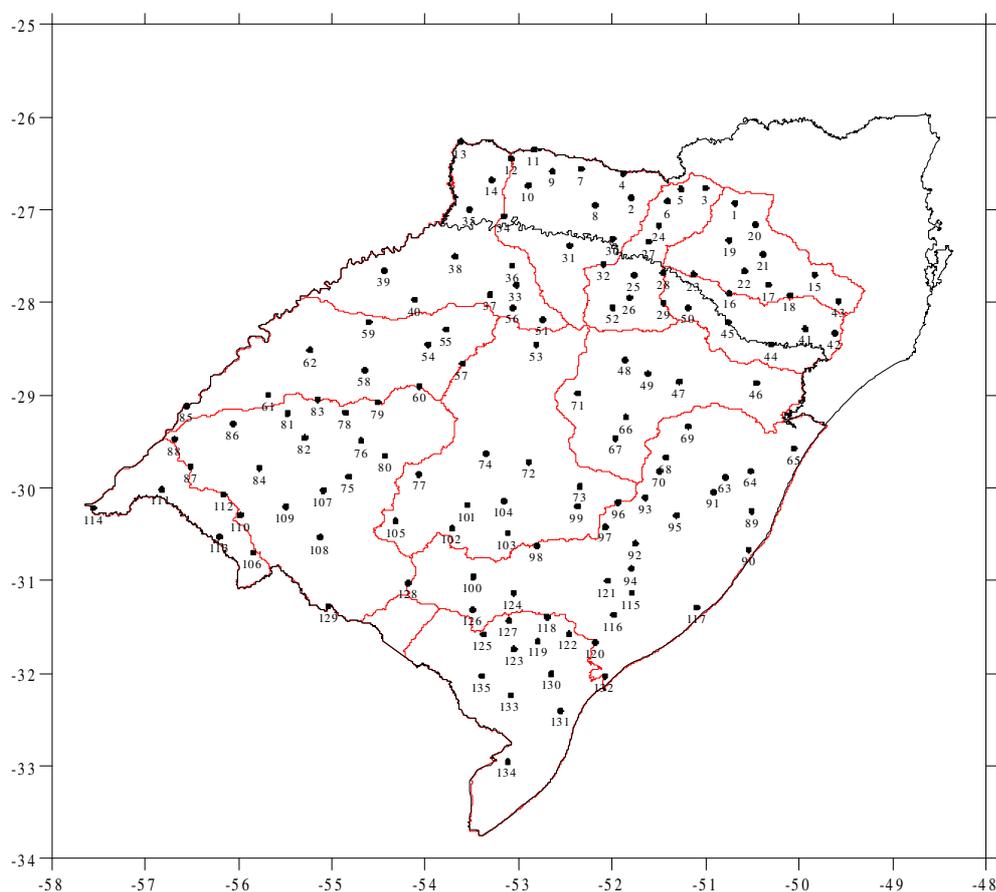


Figura 5.10 Localização espacial das estações pluviométricas selecionadas.

OBS.: a codificação utilizada para identificar os postos pode ser conferida no anexo E.

Utilizando os valores estimados de precipitação média anual da estação (anexo E), gerou-se o mapa de isoietas de precipitação anual. Para este fim foram utilizadas rotinas de interpolação do Software Surfer 8.0. Dentre as rotinas de interpolação disponíveis neste

software, a que melhor ajuste forneceu foi a *krigagem linear*, cujo variograma pode ser observado na figura 5.11.

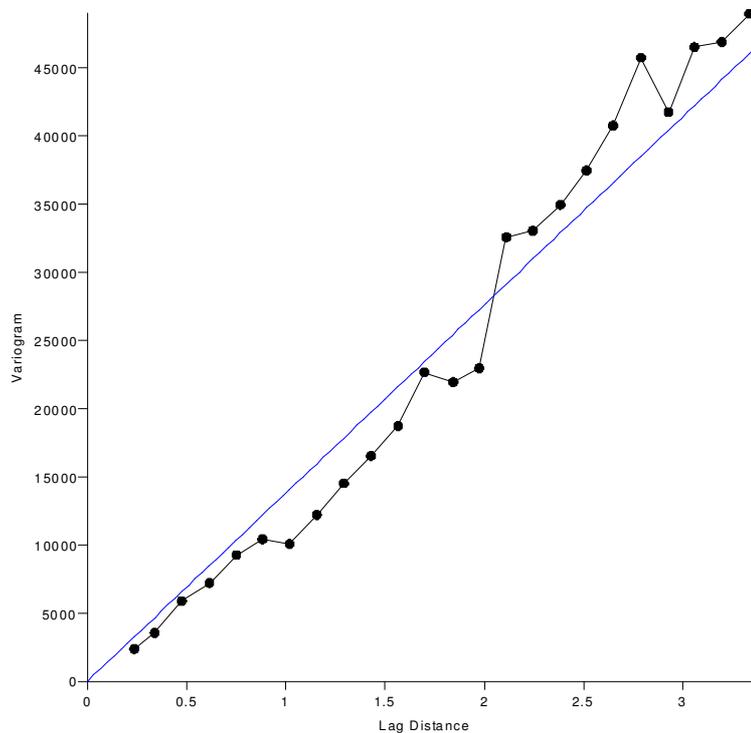


Figura 5.11 Variograma de precipitações médias anuais.

Entretanto, no traçado do mapa de isoietas, foram observadas poucas diferenças com a interpolação realizada através da opção *radial basis function*, com a vantagem de que na última, as curvas são mais suaves e quase não há “lacunas”. O mapa de isoietas apresentado na figura 5.12 foi realizado com a opção de interpolação *radial basis function*.

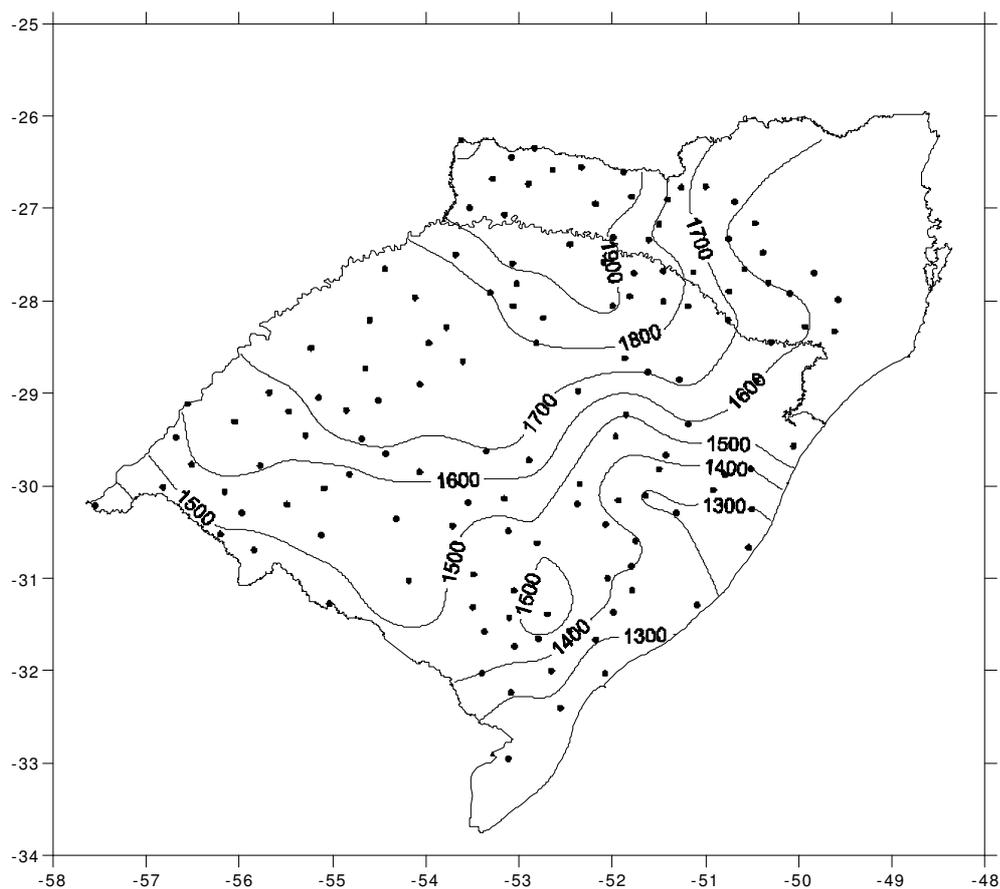


Figura 5.12 Isoietas de precipitação anual da área de estudo (Período: 1960-2000)

5.3 Base cartográfica utilizada

Para o desenvolvimento desta tese foi necessário a digitalização parcial de 33 cartas geográficas do Exército, na escala 1:250.000. Os planos de informação gerados foram: i) a rede de drenagem na qual estão localizadas as estações fluviométricas selecionadas; e ii) os limites de cada de sub-bacias.

A figura 5.13 permite a identificação das cartas empregadas e no mosaico resultante é possível visualizar a distribuição espacial dos mesmas.

			Pato Branco	União da Vitória	Mafra	
		Santa Rosa	Chapecó	Erechim	Lages	Florianópolis
	São Borja	Santo Ângelo	Cruz Alta	Passo Fundo	Vacaria	Criciúma
Uruguaiana	Alegrete	Santiago	Santa Maria	Caxias do Sul	Gravataí	
Barra do Quaraí	Santana do Livramento	São Gabriel	Cachoeira do Sul	Porto Alegre	Cidreira / Mostardas	
	Coxilha Negra	Bagé	Pedro Osório	Pelotas		
			Jaguarão	Rio Grande		
			Santa Vitória do Palmar			

Figura 5.13 Mosaico das cartas geográficas do Exército utilizadas, Escala 1:250.000.

5.4 Parâmetros fisiográficos das bacias hidrográficas

Os parâmetros fisiográficos de cada uma das bacias hidrográficas selecionadas foram obtidos a partir de trabalhos sobre regionalização hidrológica desenvolvidos pelo IPH (1991, 2001) e em menor quantidade, os realizados por Crespo (1982) e Farquharson (1981). Todos estes estudos foram realizados nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Os parâmetros fisiográficos selecionados foram: i) a área de drenagem da bacia (A), em km^2 ; ii) o comprimento do rio principal (L), em km; iii) a declividade média do curso principal (S), em m/km ; e iv) o número de afluentes ao rio principal (N), adimensional.

A área de drenagem (A) da bacia hidrográfica é o parâmetro fisiográfico mais importante para a quantificação hídrica (IPH, 2001). Este dado foi obtido junto ao banco de dados hidrológicos da ANA e confirmado a partir da digitalização das sub-bacias hidrográficas. Também pode-se utilizar cartas geográficas em escala 1:50.000 ou, 1:100.000, para estimar as áreas de bacias pequenas ou de 1:250.000 para bacias hidrográficas grandes.

O restante dos parâmetros fisiográficos, L , S e N foram obtidos junto a trabalhos anteriores de regionalização (Farquharson, 1981; Crespo, 1982).

Crespo (1982) define os parâmetros fisiográficos, L , S e N da seguinte forma:

O comprimento do rio principal (L) é uma característica que está ligada à forma da bacia. A medição de L é realizada através do uso de curvímetro em mapas com escala 1:100.000 para bacias menores e, em escala 1:500.000, para grandes bacias. Para identificar o curso principal do rio na parte superior da bacia procura-se o leito que drena a maior área.

A declividade média do rio principal (S) foi obtida a partir do conceito da S_{10-85} ou declividade simples, é a diferença de altitude entre o ponto mais elevado do rio principal e o ponto de medição da descarga ou de interesse na estimativa da descarga. Pode ser expresso em termos percentuais ou, como neste caso, em m/km;

O número de afluentes (N) é representativo da densidade de drenagem da bacia, sendo obtido pela simples contagem do número de confluências existentes ao curso principal (IPH, 2001).

No anexo F podem ser verificados os parâmetros fisiográficos e climatológicos de cada uma das estações fluviométricas selecionadas.

Um princípio básico da hidrologia considera que quanto maior (menor) é a área de drenagem, maior (menor) será a descarga da bacia hidrográfica. Esta forte correlação entre a variável dependente (vazão) e a independente pode ser visualizada nas figuras 5.3 (vazões máximas) e 5.6 (vazões médias). Porém não é a única, porque, frequentemente, também existe correlação entre as mesmas variáveis independentes, e, na maioria dos casos, essa relação é muito elevada, conforme demonstram os gráficos das figuras 5.14 e 5.15.

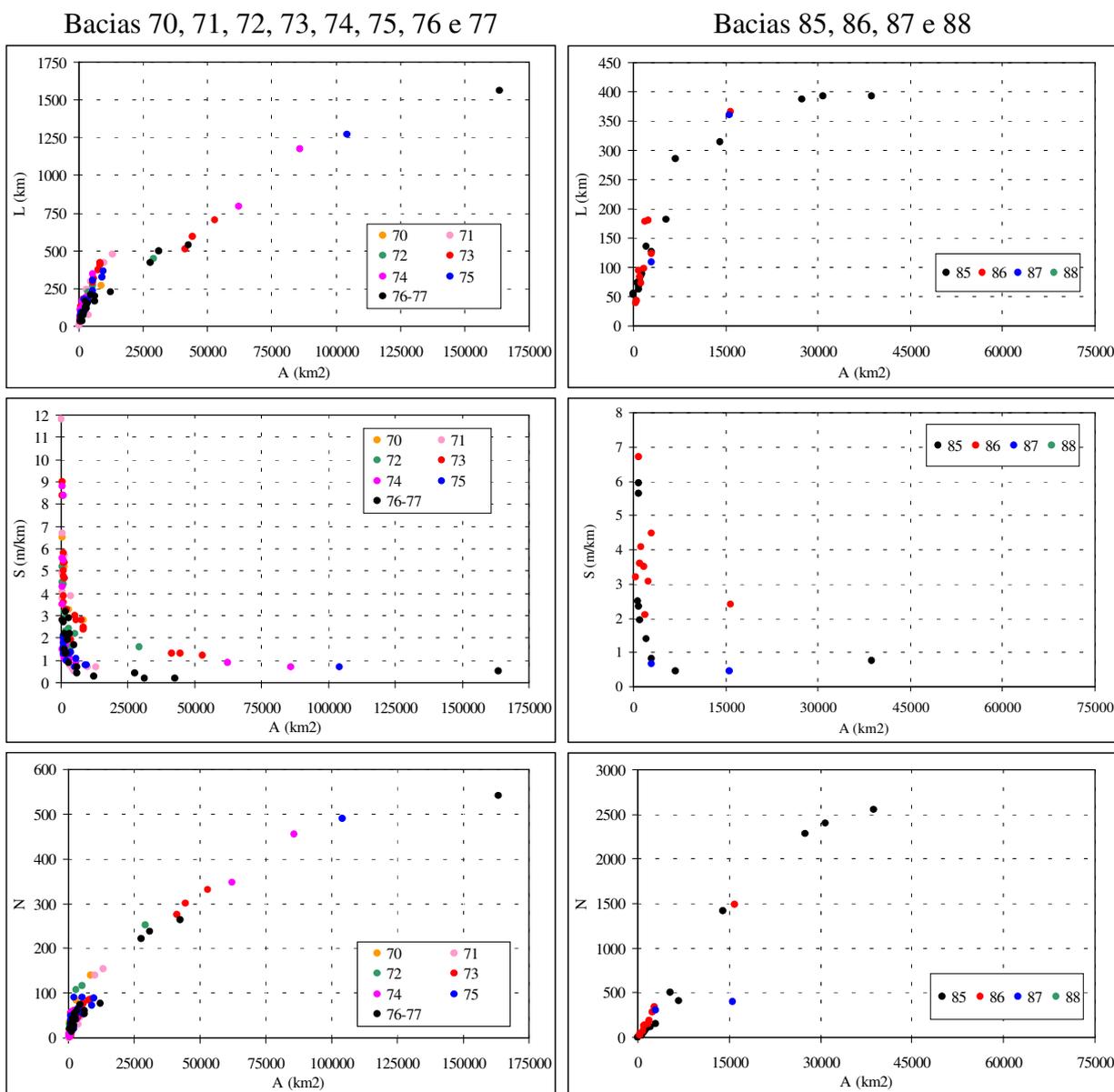


Figura 5.14 Relação de dependência entre a área de drenagem (A) e os diferentes parâmetros fisiográficos (L, S, N) utilizados na regionalização hidrológica das bacias 70 a 77 e 85 a 88.

De acordo com a figura 5.14 a área de drenagem de cada bacia hidrográfica está fortemente correlacionada com o restante das variáveis independentes, indicando que esta é a principal variável independente e, que o ganho de acrescentar qualquer outra variável fisiográfica na equação de regionalização é reduzida ou marginal.

Uma análise do mesmo tipo pode ser realizada entre o restante das variáveis independentes, podendo ser observado na figura 5.15, que entre os parâmetros fisiográficos

(L, S, N) também existe forte correlação, porém numa intensidade menor do que com a área de drenagem.

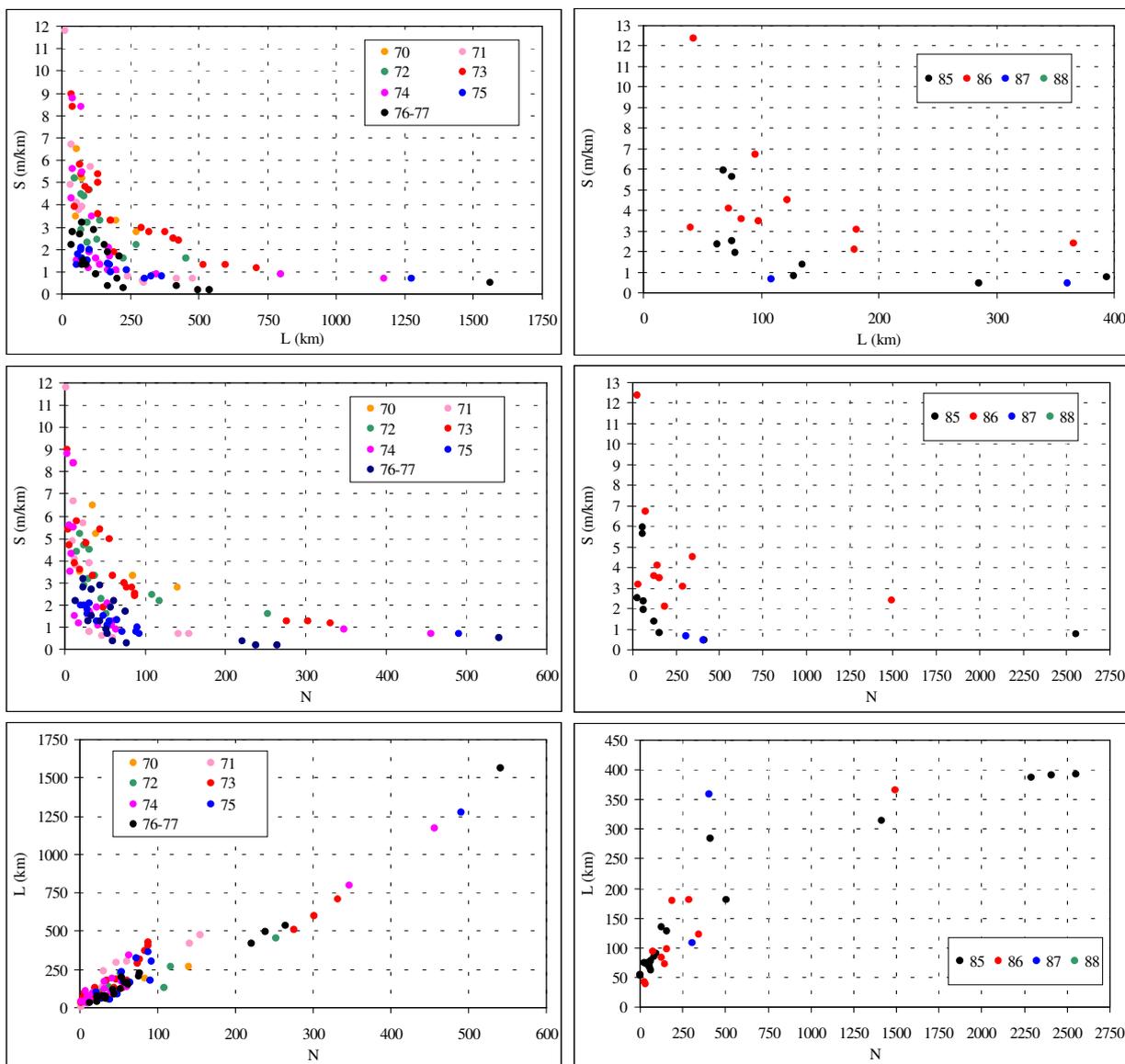


Figura 5.15 Relação de dependência entre parâmetros fisiográficos (L, S e N) utilizados na regionalização hidrológica das bacias 70 a 77 e 85 a 88.

5.5 Parâmetros hidroclimáticos das bacias hidrográficas

A única variável hidroclimática utilizada na regionalização de vazões é a precipitação média anual da bacia, determinada da seguinte forma:

- Em cada uma das estações fluviométricas selecionadas foi determinado, manualmente, o limite de cada sub-bacia. Isto foi realizado utilizando a base cartográfica identificada na figura 5.13. Posteriormente, os contornos foram

digitalizados utilizando software Autocad e foi gerado o plano de informação apresentado na figura 5.16;

- A fim de verificar a qualidade e confiabilidade da delimitação manual das áreas de drenagem digitalizadas, usou-se software de Geoprocessamento SPRING 4.0 (Camara et al., 1996) para determinar as áreas de drenagem de cada sub-bacia e comparar o resultado com aquela indicada pelo banco de dados hidrológicos da ANA (*HidroWeb*) (anexo A). Os resultados obtidos permitem dizer que na maioria das estações, as diferenças observadas entre as áreas foram desprezíveis, menor do que 5%, com exceção de algumas poucas estações cuja área de drenagem é inferior a 100 km², onde o erro chegou a 40%. A magnitude deste erro pode ser atribuído à escala das cartas geográficas sobre a qual foi realizada a digitalização, 1:250.000;
- Em função de ser computacionalmente mais rápido, em vez de utilizar o mapa de isoietas da figura 5.12, foi empregado o software SPRING 4.0 onde foram gerados os polígonos de Thiessen utilizados para determinar as áreas de influência de cada uma das estações pluviométricas indicadas na figura 5.10;
- Superpondo os planos de informações gerados com os procedimentos dos itens anteriores (limites das sub-bacias hidrográficas e dos polígonos de Thiessen) no programa de geoprocessamento SPRING 4.0, foi possível obter a precipitação média de cada bacia hidrográfica os quais estão apresentados no anexo F.

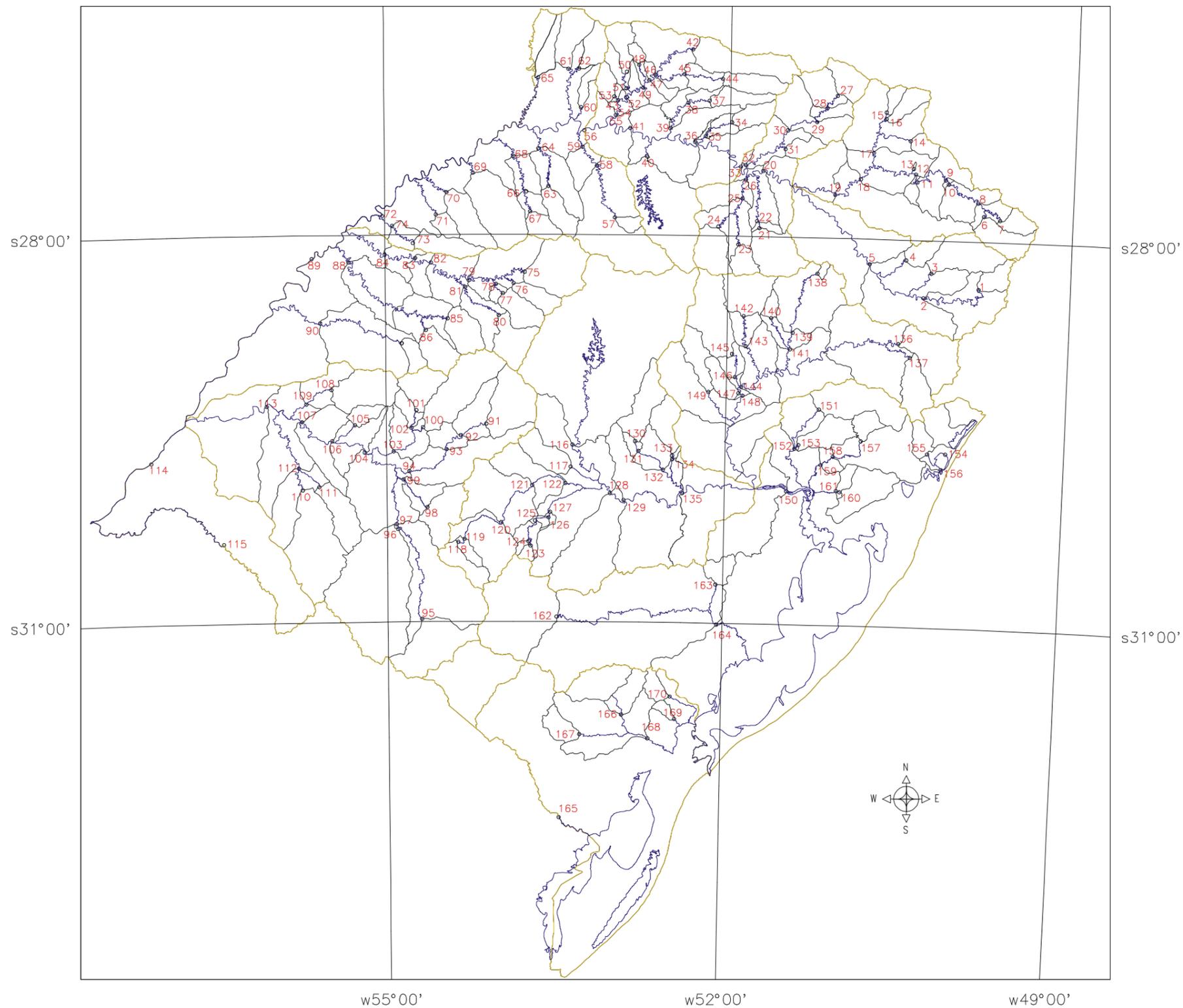


Figura 5.16 Delimitação das sub-bacias existentes dentro de cada uma das bacias hidrográficas selecionadas.

OBS. A codificação imposta a cada sub-bacia corresponde ao “ID” (código de identificação) do anexo A.

5.6 Distância entre estações fluviométricas

Um dos objetivos deste trabalho é verificar se os resíduos da regionalização estão correlacionados espacialmente ou não.

O tipo de correlação que se procura é uma função da distância que existe entre as estações. Convém salientar que a *distância* citada, anteriormente, é aquela coincidente com o traçado do rio e não a distância Euclidiana, ou linear, entre dois pontos.

As distâncias entre as diferentes estações fluviométricas foram obtidas utilizando-se o mapa da rede de drenagem digitalizado em Autocad, juntamente, com a localização das estações fluviométricas (figura 5.2).

Apesar de que, matematicamente, é possível calcular as distâncias existentes ao longo do rio entre todas as estações, em função da ausência de correlação entre as vazões de estações fluviométricas localizadas em rios “paralelos”, foi introduzido, na matriz de distâncias, uma restrição, ou penalização, a fim de levar em consideração o sentido do escoamento e o *layout* da rede de drenagem. Para facilitar a sua interpretação, considere o exemplo do mapa da figura 5.2. Nele é possível supor que o escoamento (e os resíduos da regionalização), das estações identificadas com 1 e 2 estejam correlacionadas entre si, mas não ocorre o mesmo entre os postos 1 e 3 (ou 2 e 3). Assim, na matriz de distâncias, que estabelece a relação entre as estações 1 e 2 é inserido o valor da distância existente entre elas ao longo do rio. Por sua vez, na célula que relaciona as estações 1 e 3 (ou 2 e 3), embora exista uma distância física entre elas, seu escoamento não está correlacionado, assim, a distância entre ambas estações é indicado com o símbolo “*” (asterisco).

Convém salientar que, apesar do escoamento entre as estações 1 e 3 (ou 2 e 3) não apresentar correlação, muito provavelmente, as precipitações médias que influem em ambas sub-bacias o estejam.

As matrizes de distâncias entre as diferentes estações fluviométricas utilizadas nesta tese de doutorado podem ser consultados nas tabelas 5.3 a 5.13, mostradas a seguir.

Tabela 5.3 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 70. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	70100000	70200000	70300000	70500000	70700000
70100000	0,0	128,5	*	*	203,4
70200000	128,5	0,0	*	*	74,9
70300000	*	*	0,0	*	138,4
70500000	*	*	*	0,0	53,6
70700000	203,4	74,9	138,4	53,6	0,0

Tabela 5.4 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 71. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	71200000	71250000	71300000	71350000	71350001	71380000	71383000	71385000	71490000	71495000	71496000	71498000	71550000	71800000
71200000	0,0	*	23,7	100,7	108,0	150,6	167,3	*	*	*	*	*	268,4	317,8
71250000	*	0,0	50,9	127,9	135,2	177,8	194,5	*	*	*	*	*	295,6	345,0
71300000	23,7	50,9	0,0	77,0	84,3	126,9	143,6	*	*	*	*	*	244,7	294,1
71350000	100,7	127,9	77,0	0,0	7,3	49,9	66,6	*	*	*	*	*	167,7	217,1
71350001	108,0	135,2	84,3	7,3	0,0	42,6	59,3	*	*	*	*	*	160,4	209,8
71380000	150,6	177,8	126,9	49,9	42,6	0,0	16,7	*	*	*	*	*	117,8	167,2
71383000	167,3	194,5	143,6	66,6	59,3	16,7	0,0	*	*	*	*	*	101,1	150,5
71385000	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	*	101,4	150,8
71490000	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	57,4	102,9
71495000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	53,3	98,8
71496000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	51,5	97,0
71498000	*	*	*	*	*	*	*	*	57,4	53,3	51,5	0,0	45,5	94,9
71550000	268,4	295,6	244,7	167,7	160,4	117,8	101,1	101,4	102,9	98,8	97,0	45,5	0,0	49,4
71800000	317,8	345,0	294,1	217,1	209,8	167,2	150,5	150,8	152,3	148,2	146,4	94,9	49,4	0,0

Tabela 5.5 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 72. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	72300000	72400000	72430000	72530000	72580000	72630000	72680000	72715000	72750000	72810000	72849000	72870000	72980000
72300000	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
72400000	*	0,0	8,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
72430000	*	8,5	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
72530000	*	*	*	0,0	*	79,1	107,5	*	*	*	*	*	*
72580000	*	*	*	*	0,0	64,8	93,2	*	*	*	*	*	*
72630000	*	*	*	79,1	64,8	0,0	28,4	*	*	*	*	*	*
72680000	*	*	*	107,5	93,2	28,4	0,0	*	*	*	*	*	*
72715000	*	*	*	*	*	*	*	0,0	28,5	62,7	*	135,1	178,6
72750000	*	*	*	*	*	*	*	28,5	0,0	34,2	*	106,6	150,1
72810000	*	*	*	*	*	*	*	62,7	34,2	0,0	*	72,4	115,9
72849000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	39,2	82,7
72870000	*	*	*	*	*	*	*	135,1	106,6	72,4	39,2	0,0	43,5
72980000	*	*	*	*	*	*	*	178,6	150,1	115,9	82,7	43,5	0,0

Tabela 5.6 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 73. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	73010000	73150000	73180000	73200000	73300000	73330000	73350000	73480000	73550000	73600000	73610000	73690001	73700000	73730000	73750000	73765000	73770000	73780000	73820000	73850000	73900000	73960000	73970000	
73010000	0,0	*	*	99,6	*	*	*	*	196,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73150000	*	0,0	27,0	48,1	*	*	*	*	144,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73180000	*	27,0	0,0	21,1	*	*	*	*	117,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73200000	99,6	48,1	21,1	0,0	*	*	*	*	96,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73300000	*	*	*	*	0,0	32,9	80,8	*	143,9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73330000	*	*	*	*	32,9	0,0	47,9	*	111,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73350000	*	*	*	*	80,8	47,9	0,0	*	63,1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73480000	*	*	*	*	*	*	*	0,0	51,9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73550000	196,1	144,6	117,6	96,5	143,9	111,0	63,1	51,9	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
73600000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	102,0	110,0	*	*	*	158,9	*	190,3	190,8	*	
73610000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	5,5	12,8	13,3	*	
73690001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	61,3	120,2	128,2	*	130,2	*	177,1	*	208,5	209,0	*	
73700000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	61,3	0,0	58,9	66,9	*	68,9	*	115,8	*	147,2	147,7	*	
73730000	*	*	*	*	*	*	*	*	102,0	*	102,0	120,2	58,9	0,0	8,0	*	10,0	*	56,9	*	88,3	88,8	*	
73750000	*	*	*	*	*	*	*	*	110,0	*	128,2	66,9	8,0	0,0	*	2,0	*	48,9	*	80,3	80,8	*	*	
73765000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	10,6	*	57,5	*	88,9	89,4	*	*	
73770000	*	*	*	*	*	*	*	*	112,0	*	130,2	68,9	10,0	2,0	10,6	0,0	*	46,9	*	78,3	78,8	*	*	
73780000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	26,8	51,9	*	83,3	83,8	*	
73820000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	26,8	0,0	25,1	*	56,5	57,0	*
73850000	*	*	*	*	*	*	*	*	158,9	*	177,1	115,8	56,9	48,9	57,5	46,9	51,9	25,1	0,0	*	31,4	31,9	*	
73900000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,5	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	18,3	18,8	*	
73960000	*	*	*	*	*	*	*	*	190,3	12,8	208,5	147,2	88,3	80,3	88,9	78,3	83,3	56,5	31,4	18,3	0,0	0,5	*	
73970000	*	*	*	*	*	*	*	*	190,8	13,3	209,0	147,7	88,8	80,8	89,4	78,8	83,8	57,0	31,9	18,8	0,5	0,0	*	

Tabela 5.7 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 74. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	74100000	74205000	74210000	74270000	74295000	74310000	74320000	74345000	74370000	74420000	74450000	74460000	74470000	74600000	74700000	74750000	74800000	74880000	74900000			
74100000	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	336,6	*	*	*		
74205000	*	0,0	105,2	142,8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	491,8	*	*	*		
74210000	*	105,2	0,0	37,6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	386,6	*	*	*		
74270000	*	142,8	37,6	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	349,0	*	*	*		
74295000	*	*	*	*	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	331,7	*	*	*		
74310000	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	406,0	*	*	*		
74320000	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	407,1	*	*	*		
74345000	*	*	*	*	*	*	*	0,0	76,2	*	*	*	*	*	*	*	360,4	*	*	*		
74370000	*	*	*	*	*	*	*	76,2	0,0	*	*	*	*	*	*	*	284,2	*	*	*		
74420000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	*	*	*	329,8	*	*	*		
74450000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	34,4	66,1	*	*	*	*	310,0	*	*	*		
74460000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	34,4	0,0	100,5	*	*	*	*	344,4	*	*	*		
74470000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	66,1	100,5	0,0	*	*	*	*	243,9	*	*	*		
74600000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	*	182,6	*	*	*		
74700000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	*	131,4	*	*	*		
74750000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	131,8	*	*	*		
74800000	336,6	491,8	386,6	349,0	331,7	406,0	407,1	360,4	284,2	329,8	310,0	344,4	243,9	182,6	131,4	131,8	0,0	*	*	*		
74880000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	43,7	*	*	*
74900000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	43,7	0,0	*	*	*

Tabela 5.12 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 87. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	87040000	87160000	87170000	87250000	87316000	87317030	87317060	87372000	87380000	87382000	87399000	87400000	87590000	87865000	87905000
87040000	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
87160000	*	0,0	52,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
87170000	*	52,7	0,0	8,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
87250000	*	*	8,0	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
87316000	*	*	*	*	0,0	*	5,0	*	*	*	*	*	*	*	*
87317030	*	*	*	*	*	0,0	5,0	*	*	*	*	*	*	*	*
87317060	*	*	*	*	5,0	5,0	0,0	*	*	*	*	*	*	*	*
87372000	*	*	*	*	*	*	*	0,0	50,9	70,8	*	*	*	*	*
87380000	*	*	*	*	*	*	*	50,9	0,0	19,9	*	*	*	*	*
87382000	*	*	*	*	*	*	*	70,8	19,9	0,0	*	*	*	*	*
87399000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	4,8	*	*	*	*
87400000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4,8	0,0	*	*	*	*
87590000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	*	215,1	
87865000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,0	44,0	
87905000	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	215,1	44,0	0,0	

Tabela 5.13 Matriz de distâncias ao longo do rio para estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica 88. Unidades em quilômetros.

Código ANEEL	88220000	88550000	88575000	88680000	88750000	88850000
88220000	0,0	*	*	*	*	*
88550000	*	0,0	*	61,3	*	*
88575000	*	*	0,0	70,9	*	*
88680000	*	61,3	70,9	0,0	*	*
88750000	*	*	*	*	0,0	*
88850000	*	*	*	*	*	0,0

CAPÍTULO 6 RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÃO

6.1 Independência das séries hidrológicas

A existência de correlação serial nas séries hidrológicas das estações fluviométricas selecionadas foi verificada através da função de autocorrelação, conforme a metodologia descrita no item 3.1.

Assumindo um intervalo de confiança de 95% (nível de significância $\alpha = 5\%$), obtiveram-se os valores da função de autocorrelação podem ser consultados na tabela H.1 (Anexo H). Com a finalidade de facilitar a análise dos testes de independência das séries foram confeccionadas as tabelas 6.1 (vazões médias de cheia) e 6.2 (vazões médias de longo prazo), nos quais são apresentados de forma resumida os resultados da tabela H.1.

A metodologia adotada para avaliar a independência dos registros fluviométricos, mesmo sendo adequada, mostra que existem algumas restrições, uma vez que os registros disponíveis dos postos fluviométricos, iniciam e terminam em períodos diferentes (anos neste caso). Desta forma, a extensão dos registros é diferenciada, além de existir numerosas falhas, como pode ser verificado nos diagramas de barras do anexo D.

Para uma matriz de dados na qual todas as estações possuem igual número de registros, iniciando e finalizando no mesmo período, e sem falhas, deve-se ter como certo que se uma estação fluviométrica apresenta autocorrelação com seus dados, em outras estações, localizadas no mesmo curso d'água, provavelmente, seus dados também serão correlacionados. Mesmo que não tenha sido realizado o preenchimento de falhas e/ou completada a extensão dos dados, foi observado que algumas estações fluviométricas localizadas na sub-bacia 86, com registros de longa extensão e poucas falhas, possuíam autocorrelação, podendo esta ser conferida quando da análise das vazões médias anuais.

Esta análise foi realizada utilizando as séries de descargas médias anuais citadas nas tabelas B.1 a B.12 do anexo B e as séries de vazões máximas anuais fornecidas pelas tabelas C.1 a C.12 do anexo C.

Na seqüência será apresentada uma análise individualizada dos testes de independência realizados para ambas as séries, cujos resultados encontram-se na tabela H.1 (Anexo H).

6.1.1 Vazões máximas anuais

Conforme os resultados apresentados na tabela 6.1, das 157 estações fluviométricas disponíveis para análise, somente em doze postos (8% do total) foi observada a existência de correlação serial, avaliadas ao nível significância de 5%. Em quatro postos, dos doze que possuem correlação serial, foi verificado que o coeficiente de autocorrelação está muito próximo dos limites do intervalo de confiança, uma vez que a diferença é igual ou inferior a 10%. Estas quatro estações estão localizadas nas sub-bacias 74, 75, 76 e 87. Uma das estações da sub-bacia 87 que apresentou correlação serial é o posto Passo das Canoas, situado no rio Gravataí a jusante do Banhado Grande, que atua como regulador natural de vazões.

Tabela 6.1 Avaliação da correlação serial em séries de vazões médias de cheia.

Sub-bacia	Σ	70	71	72	73	74	75	76	77	85	86	87	88
Total de postos	157	5	13	11	22	19	16	23	1	17	12	13	5
Postos com correlação significativa ($\alpha = 5\%$).	12	1	1	1	0	2	1	2	0	2	0	2	0
	8%	20%	8%	9%	0%	11%	6%	9%	0%	12%	0%	15%	0%

Para uma série de 157 testes estatísticos independentes, assumindo um Erro do Tipo I e nível de significância de 5%, é previsível que somente em oito ($157 \times 5\% \cong 8$) estações existisse correlação serial e que a ocorrência da mesma possa ser atribuída ao acaso.

A localização das estações que apresentam autocorrelação com significância ao nível de 5% pode ser visualizada em destaque (em vermelho) na figura 6.1. Nesta figura é possível observar que as estações onde há correlação serial estão dispostas aleatoriamente sobre a área de estudo, não sendo verificada a existência de agrupamentos de postos sobre uma determinada região.

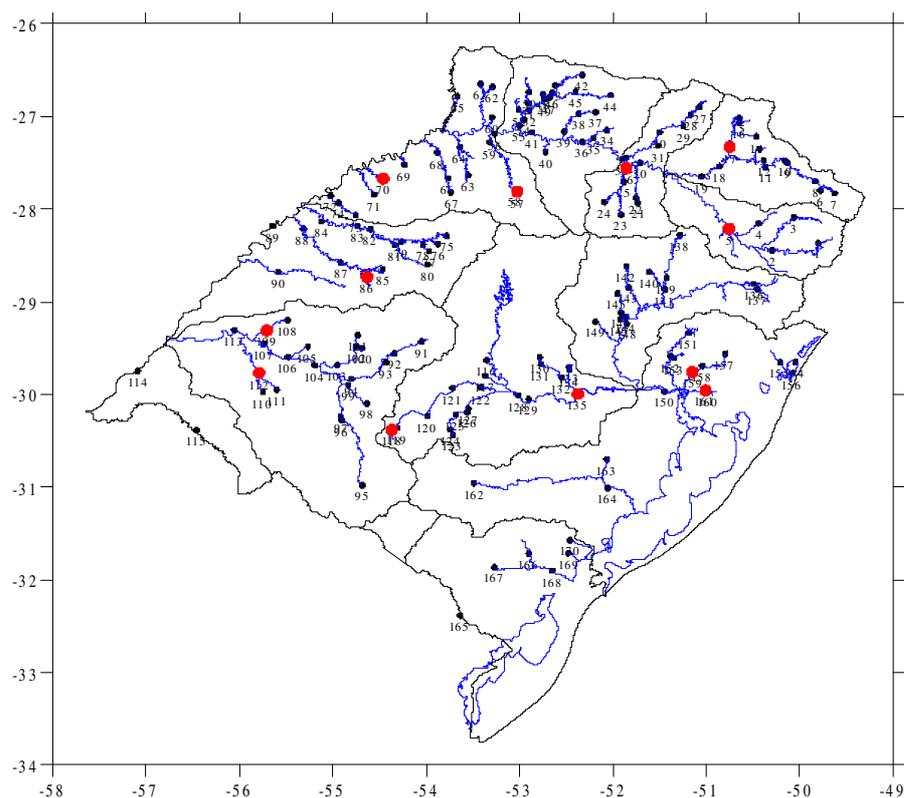


Figura 6.1 Postos fluviométricos com dados de vazão máxima anual autocorrelacionados.

Obs.: Os pontos em destaque (vermelho) sinalizam aquelas estações que apresentam correlação serial significativa ao nível de 5%.

6.1.2 Vazões médias anuais

De acordo com os registros da tabela 6.2, das 153 estações fluviométricas disponíveis para análise, em 20 delas (13% do total) foi detectada a existência de correlação serial a nível de significância de 5%. Como era esperado, o número de estações é maior que o observado para as descargas máximas. Isto ocorre porque há uma maior influência dos efeitos do armazenamento de água que contribuem da superfície (lagos, reservatórios, banhados, etc.), do solo ou a partir do aquífero.

Tabela 6.2 Avaliação da correlação serial em séries de vazões médias de longo prazo.

Sub-bacia	Σ	70	71	72	73	74	75	76	77	85	86	87	88
Total de postos	153	5	13	13	22	18	15	17	2	16	14	13	5
Postos com correlação significativa ($\alpha = 5\%$).	20	0	1	1	2	2	1	1	0	4	4	3	1
	13%	0%	8%	8%	9%	11%	7%	6%	0%	25%	29%	23%	20%

As sub-bacias que possuem maior número de estações com correlação serial no seus registros são: a 85 e a 86, cada uma com quatro postos e a 87 com três.

Entre os 20 postos com correlação serial, existem seis estações em que o coeficiente de autocorrelação está muito próximo dos limites do intervalo de confiança, sendo sua diferença igual ou inferior a 10%. Estas seis estações estão localizadas nas sub-bacias 72, 73, 85, 86 e 88.

Para uma série de 153 testes estatísticos independentes, considerando um Erro do Tipo I e nível de significância de 5%, seria esperável que somente em 8 ($153 \times 5\% \cong 8$) estações existisse correlação serial e que a mesma também poderia ser atribuída ao acaso.

A figura 6.2 apresenta em destaque (pontos em vermelho) a localização das estações com autocorrelação significativa. Nesta pode-se visualizar a disposição aleatória das estações sobre a região. A exceção ocorre na sub-bacia 86 (Taquari-Antas), onde há quatro estações com correlação serial significativa, duas no rio Taquari e outras duas no rio Guaporé (afluente do Taquari). Isto ocorre porque as quatro estações estão dispostas de forma longitudinal ao longo do rio, possuem período de registros e número de dados similares (vide diagrama de barras do anexo D) e estão localizadas próximas uma das outras.

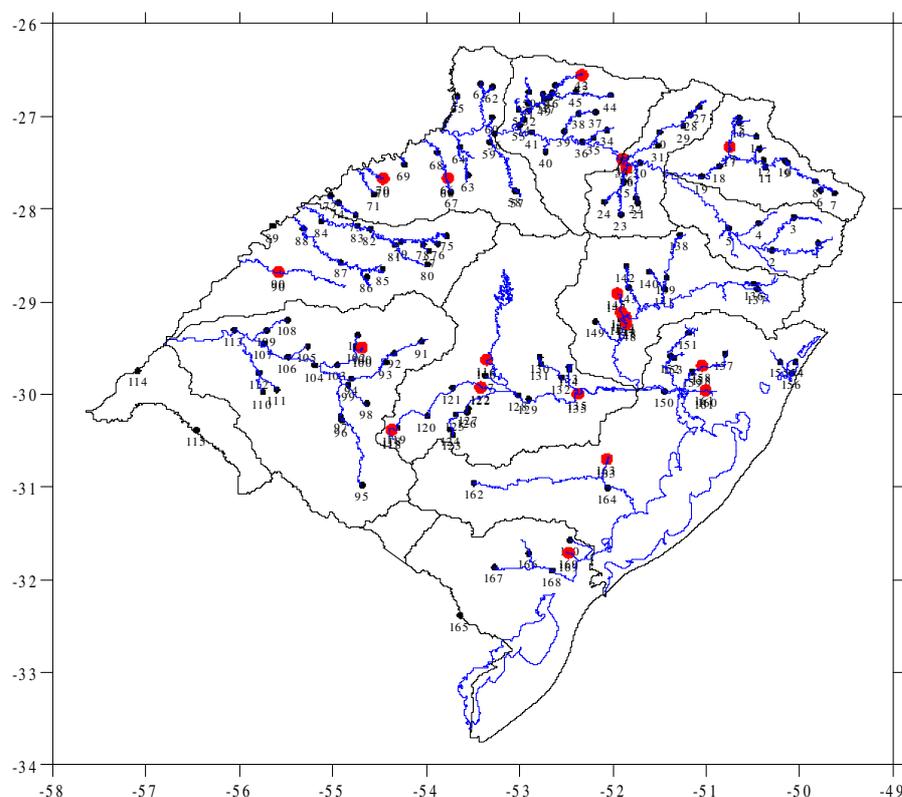


Figura 6.2 Postos fluviométricos com dados de vazão média anual autocorrelacionados.

Obs.: Os pontos em destaque (vermelho) sinalizam aquelas estações que apresentam correlação serial significativa ao nível de 5%.

De forma similar às descargas máximas, a estação Passo das Canoas situada a jusante do Banhado Grande, é a que apresenta maior coeficiente de correlação serial, demonstrando a forte influência do Banhado Grande sobre a regulação natural das descargas.

6.2 Tendências temporais

A existência, ou não, de tendências temporais, de incremento ou redução, nas séries hidrológicas das estações fluviométricas selecionadas foi analisada através do emprego de métodos não-paramétricos, cuja principal vantagem de aplicação, é a de não exigir nenhuma suposição acerca da distribuição de probabilidades dos dados. Os métodos utilizados foram: i) *bootstrap* e ii) teste de Mann-Kendall. No item 3.2 da metodologia foram apresentados os fundamentos de cada método.

Para a execução desta análise foram utilizadas as séries de vazões anuais citadas nos anexos B (descargas médias anuais) e C (descargas máximas anuais). Os resultados obtidos da aplicação de cada método encontram-se nas tabelas I.1 (descargas médias de cheia) e I.2 (descargas médias de longo prazo), ambas no Anexo I.

Para facilitar a análise e discussão dos resultados obtidos na análise de tendências foram construídas as tabelas 6.3 e 6.4, as quais apresentam um resumo dos resultados mostrados nas tabelas I.1 e I.2. Para estas tabelas foi estabelecida a seguinte convenção:

- O número de estações com sinal positivo (negativo) indica a quantidade de postos que apresenta incremento (redução) da descarga anual;
- o valor indicado nas colunas *caudas* (inferior e superior) representa a quantidade de estações que apresentam tendência significativa a nível de 5%;
- estes resultados estão representados em valores absolutos e relativos em relação ao número total de estações selecionadas.

Quando aplicado o método *bootstrap*, a existência de tendências (aumento ou redução) nas descargas foi avaliado através do sinal do coeficiente β_0 , sendo que no caso de $\beta_0 > 0$ ($\beta_0 < 0$) ocorre incremento (redução) das descargas no tempo. A magnitude desse aumento ou diminuição é avaliado em função do valor absoluto de β_0 .

No caso do teste de Mann-Kendall, verifica-se acréscimo (redução) nas vazões quando o estatístico Z_{mk} é positivo (negativo), não sendo possível determinar a magnitude dessa tendência.

Mesmo que na análise de tendências tenham sido utilizadas séries de vazão com distintos períodos de tempo, diferente extensão de registros e sejam observadas falhas intermediárias, os resultados obtidos permitem formular os seguintes comentários:

Tabela 6.3 Resumo da análise de tendências em séries de vazões máximas anuais.

Método	Bootstrap					Mann-Kendall								
	β_0			Resumo		Z_{mk}			Resumo					
Teste de Hipótese	Cauda Inferior	Região central		Cauda Superior	$H_0 :$	$H_1 :$	Cauda Inferior	Região central		Cauda Superior	$H_0 :$	$H_1 :$		
Número de estações	(-)	0	(+)	120	37	(-)	0	(+)	126	31				
	1	34	0	86	36	76%	24%	1	34	4	88	30	80%	20%

Obs.: H_0 : série estacionária; H_1 : série não-estacionária; nível de significância $\alpha = 5\%$.

a) Vazões máximas anuais (tabela 6.3)

- os resultados obtidos na análise de tendências utilizando-se o método *bootstrap* e o teste de Mann-Kendall são bastante similares. A pequena diferença observada pode ser atribuída à existência de estações onde foram obtidos resultados bastante próximos do valor limite de significância;
- tanto no método *bootstrap* como no teste de Mann-Kendall, cerca de 78% das estações apresentam tendência positiva, indicando aumento nas descargas. Nas outras 22% tendências negativas, sugerindo uma redução temporal nas descargas máximas anuais;
- quanto à significância destas alterações, verifica-se que o número de postos que apresentam incremento nas descargas são predominantes sobre aqueles que indicam uma redução. Por exemplo, usando o método *bootstrap*, verificou-se que 36 estações apontam acréscimo nas vazões e somente uma sugere redução dos mesmos. Os resultados da aplicação do teste de Mann-Kendall foram similares, em 30 postos existe incremento nas descargas e somente em um ocorre redução das vazões.

- a hipótese de estacionariedade (H_0) das séries hidrológicas foi verificada em 120 estações (76% do total) usando *bootstrap* e em 126 dos postos (80%) utilizando o teste de Mann-Kendall. A hipótese alternativa (H_1), ou de não-estacionariedade das séries, foi observada em 37 postos (24% das estações) utilizando *bootstrap* e em 31 postos (20%) com o teste de Mann-Kendall;
- a localização das estações onde há tendências significativas a nível de 5%, encontram-se em destaque nas figuras 6.3 e 6.4 (pontos em vermelho). Nestas pode ser observado que as estações que apresentam tendência significativa nos registros de vazões, estão próximas umas das outras, não somente sobre a superfície, mas também ao longo do curso d'água.

Em função do número de postos com tendência significativa, 37 estações usando o método *bootstrap* e 31 postos com o teste de Mann-Kendall, existe evidência de aumento da vazão máxima anual, uma vez que para uma série de 157 testes estatisticamente independentes que utilizam o Erro Tipo I a nível de significância de 5%, seria esperado que somente em 8 ($157 \times 5\% \cong 8$) estações fosse observado a existência de tendências e esta possa ser atribuída ao acaso.

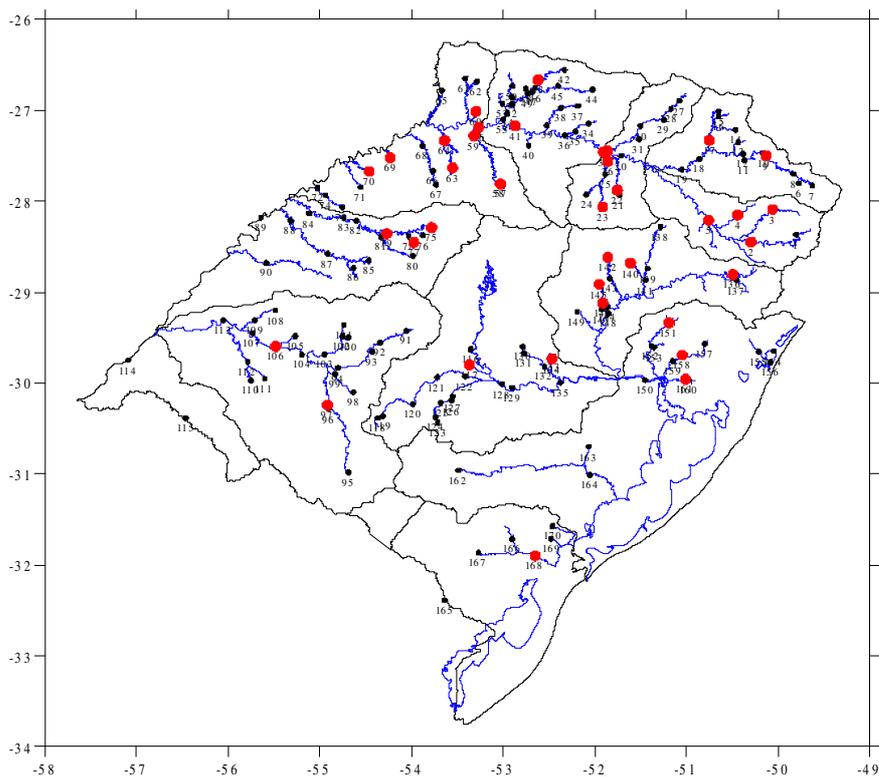


Figura 6.3 Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de cheia. Método *bootstrap*.

Obs.. Os pontos em vermelho sinalizam aquelas estações que apresentam tendência temporal significativa nos registros, ao nível de 5%.

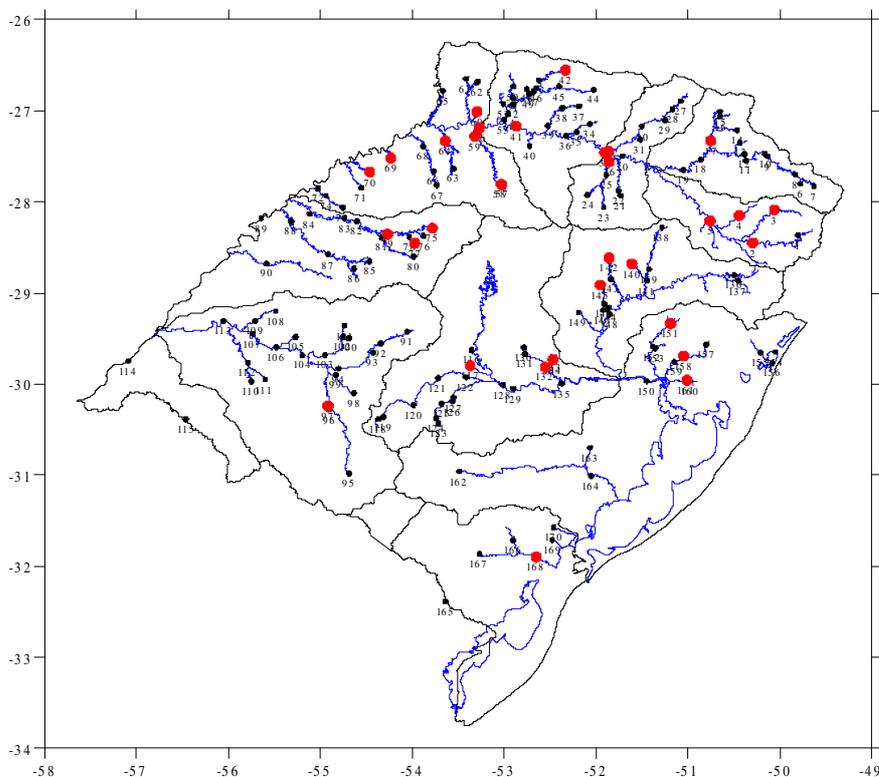


Figura 6.4 Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de cheia. Teste de Mann-Kendall.

Obs. Os pontos em vermelho sinalizam aquelas estações que apresentam tendência temporal significativa nos registros, ao nível de 5%.

b) Vazões médias anuais de longo prazo

Da mesma forma que para os registros de descargas máximas anuais, os resultados obtidos na análise de tendências empregando o método *bootstrap* e o teste de Mann-Kendall são bastante similares, conforme demonstra a tabela 6.4.

Tabela 6.4 Resumo da análise de tendências em séries de vazões médias anuais de longo prazo.

Método	Bootstrap						Mann-Kendall							
Teste de Hipótese	β_0					Resumo		Z_{mk}					Resumo	
	Cauda Inferior	Região central			Cauda Superior	$H_0 :$	$H_1 :$	Cauda Inferior	Região central			Cauda Superior	$H_0 :$	$H_1 :$
Número de estações	(-)		0	(+) 98		55		(-)		0	(+) 96		57	
	0	15	0	83	55	64%	36%	0	11	5	80	57	63%	37%

Obs.: H_0 : série estacionária; H_1 : série não-estacionária; nível de significância $\alpha = 5\%$.

No método *bootstrap*, bem como no teste de Mann-Kendall, sobre um total de 153 estações fluviométricas, cerca de 90% destas estações apresentam tendência positiva, indicando aumento nas descargas médias anuais e as outras 10% indicam valores negativos, expressando uma redução temporal das vazões.

Com relação à significância destas alterações, os dois métodos utilizados somente registraram tendências positivas ou de aumento nas descargas. Por exemplo, quando foi usado o método *bootstrap*, observou-se que 55 estações apresentavam incremento nas vazões. Entretanto, na aplicação do teste de Mann-Kendall verificou-se que em 57 postos existe um incremento das descargas.

A localização das estações onde há tendência significativa a nível de 5% pode ser visualizada no destaque (pontos em vermelho) das figuras 6.5 e 6.6.

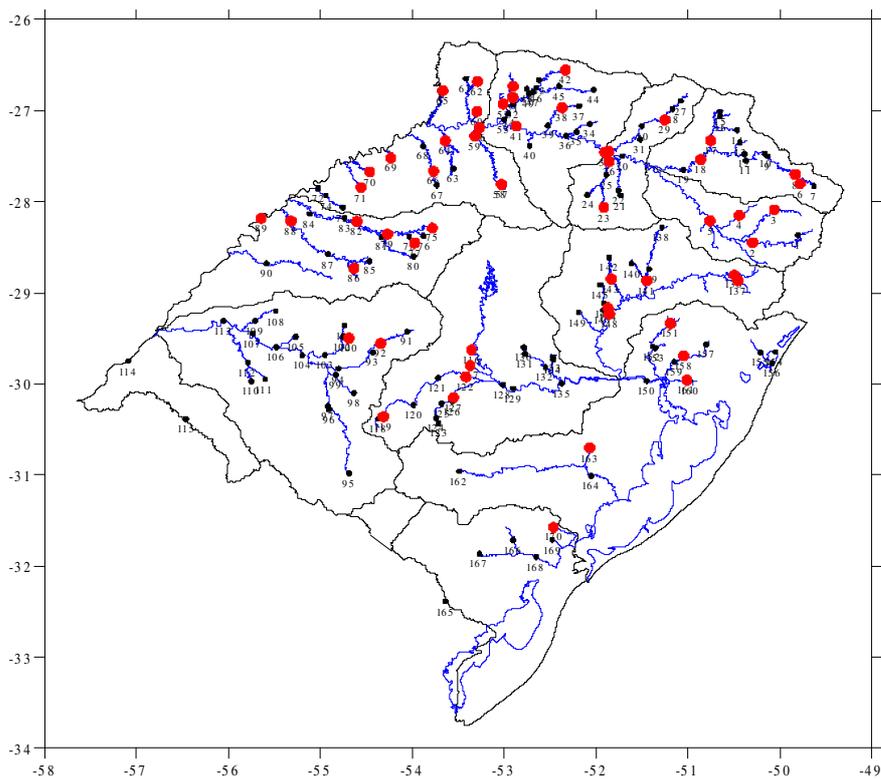


Figura 6.5 Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de longo prazo. Método *bootstrap*.

Obs.: Os pontos em vermelho sinalizam aquelas estações que apresentam tendência temporal significativa nos registros, ao nível de 5%.

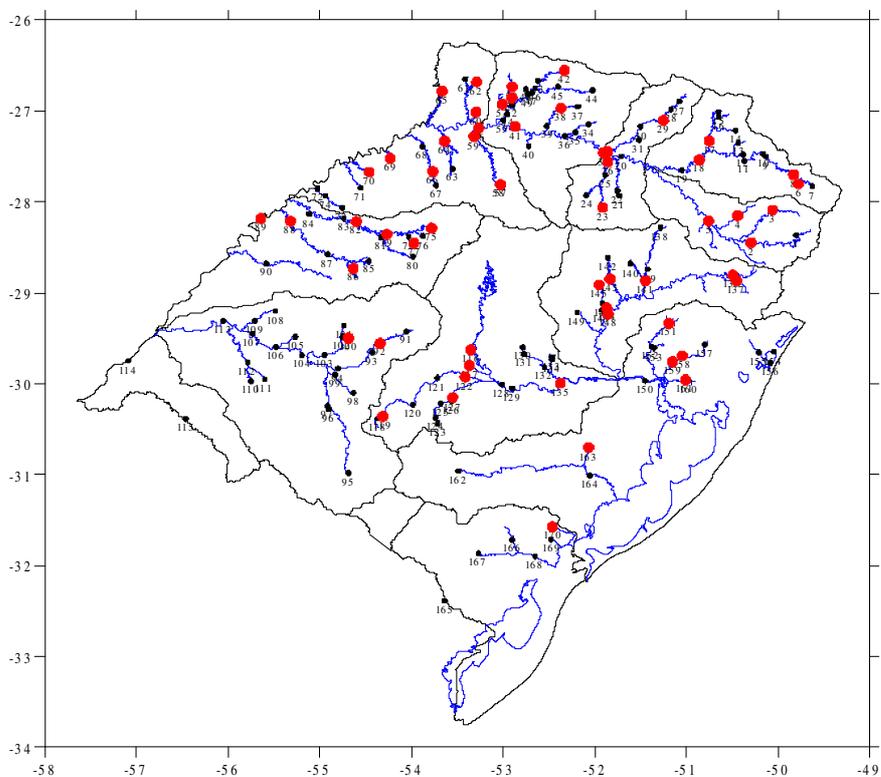


Figura 6.6 Estações fluviométricas com tendência significativa nos registros de vazões médias anuais de longo prazo. Teste de Mann-Kendall.

Obs.: Os pontos em vermelho sinalizam aquelas estações que apresentam tendência temporal significativa nos registros, ao nível de 5%.

Os resultados da tabela 6.4 indicam que a hipótese de estacionariedade (H_0) nas séries de descargas médias anuais foi verificada em 64% das estações usando *bootstrap* e em 63% quando foi utilizado o teste de Mann-Kendall. A hipótese alternativa (H_1), ou da existência de tendência nas séries, foi observada em 36% das estações empregando-se *bootstrap* e em 37% quando do teste de Mann-Kendall.

Em função do número de casos estatisticamente significativos, 55 estações (quando usado o método *bootstrap*) e 57 postos, quando da aplicação do teste de Mann-Kendall, existe evidência de acréscimo de vazão média anual, pois uma série de 153 testes estatisticamente independentes com Erro Tipo I ao nível de significância de 5%, como era esperado que somente em oito ($153 \times 5\% \cong 8$) estações for observada a existência de tendências e, que a mesma poderia ser atribuída ao acaso.

Uma análise conjunta do estudo de tendências entre as séries de descargas médias anuais de cheias e médias anuais de longo prazo mostra que o número de estações onde existem tendências significativas nos registros é muito superior ao número máximo de postos esperado, considerando-se que elas pertençam a uma amostra independente (tabelas 6.3 e 6.4). Logo, não seria verificada uma das hipóteses básicas do método de regressão, relacionada com a estacionariedade da série.

Os resultados obtidos na análise de tendências podem ter sua origem em:

- 1) como pode ser observado nos diagramas barras do anexo D, as séries de descargas utilizadas neste análise começam e, algumas delas, finalizam em épocas diferentes, sendo assim, as mesmas não possuem períodos de registros comuns, nem a mesma extensão de registros. O procedimento correto deveria ser realizado usando séries que tenham registros do mesmo período e com a mesma extensão. Neste caso seria necessário preencher as falhas de informação e/ou estender as séries;
- 2) nas figuras 6.3 a 6.6, pode ser observado que existe certa evidência de correlação espacial entre os registros. Essa correlação espacial, ou cruzada, entre as estações pode ser de dois tipos: i) *areal* e ii) *longitudinal*. A correlação espacial do tipo *areal* ocorre quando as séries de descargas estão correlacionadas, porque também o estão as séries responsáveis pela geração das descargas, as precipitações (correlação espacial entre séries de precipitações). A correlação espacial do tipo *longitudinal* é aquela verificada quando as estações estão localizadas ao longo do curso d'água. A existência deste último tipo de correlação é o que se pretende

identificar neste trabalho, e no caso de existir, proceder a sua modelagem. Conforme pode ser apreciado, a correlação espacial do tipo *longitudinal* é um caso particular da correlação espacial *areal*.

De acordo com Douglas, Vogel e Kroll (2000) os efeitos de ignorar ou de desconsiderar a existência de correlação espacial e/ou temporal entre as séries hidrológicas são de grande importância. Estes podem ser sintetizados da seguinte forma:

- 1) a correlação espacial ou cruzada causa uma sobreposição das informações contidas em cada posto. Isto significa que se os registros estão correlacionados espacialmente e em algum deles é definido que existe tendência temporal, provavelmente, também serão encontradas tendências em outros postos vizinhos. Do ponto de vista estatístico, a correlação reduz o tamanho efetivo do conjunto de dados, devendo ser aplicado um teste de hipóteses mais *liberal*, principalmente, porque se a existência de correlação é ignorada, a hipótese nula (H_0 : série independente) tenderá a ser rejeitada mais vezes do que a esperada que ocorresse no caso de serem realmente independentes;
- 2) a presença de correlação faz com que a obtenção analítica da distribuição de probabilidades exata para testes estatísticos seja dificultada. Neste caso, deve ser utilizada uma distribuição aproximada.

Uma das suposições básicas dos métodos de análise de tendências é que os registros dos diferentes postos são estatisticamente independentes, ou seja, que não tenham correlação. Pretende-se que nesta tese, caso seja possível, sugerir, mediante confirmação ou descarte, a provável causa dos resultados obtidos nesta análise de tendência.

6.3 Regionalização de vazões

6.3.1 Considerações iniciais

Conforme foi citado no capítulo 3 – *Metodologia*, o procedimento mais utilizado para estimar os parâmetros da equação de regionalização como a definida nos termos da expressão (3.17) é a linearização mediante a transformação logarítmica de ambos os membros e usar o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para estimar o vetor de coeficientes associados às variáveis independentes.

As hipóteses no qual está baseado o método dos mínimos quadrados ordinários são:

- i. os resíduos da regressão são variáveis aleatórias com média zero e variância constante;
- ii. os resíduos da regressão não estão correlacionados entre si; e
- iii. os resíduos da regressão são variáveis aleatórias normalmente distribuídas.

Na seqüência serão realizadas algumas observações em relação a cada uma destas hipóteses.

- i. de acordo com os diagramas de barras dos anexo D, é possível observar que cada estação fluviométrica possui registros de diferente extensão e, em conseqüência, o número de dados é variável. Embora na estimativa dos parâmetros da equação de regionalização seja empregado para a variável dependente o valor médio dos registros (vazões) anuais, é possível supor que a vazão média obtida a partir de uma série de cinco registros apresente maior variabilidade daquela que foi obtida utilizando 30 valores. Mesmo que o MQO seja a metodologia mais empregada para estimar os parâmetros da equação de regionalização, esta não considera que as estações apresentam diferente extensão de seus registros. Neste trabalho de tese, e em conformidade com o segundo objetivo proposto, os parâmetros da equação (3.17) serão estimados através do método dos Mínimos Quadrados Ponderados (MQP) (equação 3.23) no qual é possível dar maior peso na estimativa dos parâmetros àquelas estações que possuem registros com maior quantidade de anos. Neste caso o fator de ponderação é o número de anos com registros;

- ii. todos os trabalhos realizados sobre regionalização hidrológica assumem que os resíduos da regressão são independentes, porém nunca foi verificado. Neste trabalho pretende-se verificar se esta hipótese é correta ou não. No caso de que os resíduos estejam correlacionados será proposta uma função matemática do tipo monótona decrescente para levar em consideração esta dependência. É o terceiro objetivo desta tese;
- iii. o procedimento mais utilizado para linearizar a equação (3.13) é a transformação logarítmica de ambos os membros. Aplicar este tipo de transformação significa assumir que os registros disponíveis podem ser ajustados através de uma distribuição de extremos, mais especificamente, a Lognormal. Entretanto, no caso de vazões médias de longo prazo, nem sempre esta distribuição é a melhor, poderia ser mais adequado uma distribuição simétrica. Para vazões máximas, é mais provável que os dados possam ser ajustados de forma adequada mediante uma distribuição de extremos, mas isto não significa que a Lognormal seja a melhor, outras distribuições (Pearson III, GEV, etc.) podem fornecer um melhor ajuste. Em função das observações anteriores, e de conformidade com o primeiro objetivo desta tese de doutorado, a linearização da equação (3.13) será realizada mediante dois tipos de transformações: 1) na variável dependente (vazões médias e máximas anuais) será aplicada a transformação de Box-Cox (equação 3.15) e 2) as variáveis independentes (A , L , S , N , P) serão linearizadas mediante a transformação logarítmica convencional.

Finalizadas estas considerações iniciais, na seqüência será realizada uma análise comparativa entre: i) *modelo de regionalização convencional*, que utiliza a transformação logarítmica para linearizar a equação e estima os coeficientes da equação de regionalização através do método dos mínimos quadrados ordinários; e ii) *modelo de regionalização proposto neste trabalho*, que usa a transformação de Box-Cox e o método dos mínimos quadrados ponderados.

6.3.2 Validação do modelo de regionalização proposto

A solução da equação multivariada exponencial de regionalização hidrológica, definida pela equação (3.13), através de modelos lineares de regressão ordinários, envolve a escolha do método que será utilizado para linearizar a equação, bem como aquele a ser empregado na estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$, associados a cada uma das variáveis independentes incluídas na equação de regionalização.

A linearização da equação de regionalização pode ser realizada mediante a transformação logarítmica (“LOG”) ou com a transformada de Box-Cox (“B-C”), sendo que este último é uma generalização da transformação logarítmica.

Para a estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ podem ser utilizados os modelos lineares de regressão, entre os quais podem ser mencionados, o método dos mínimos quadrados ordinários (“MQO”) e dos mínimos quadrados ponderados (“MQP”).

Tabela 6.5 Alternativas de combinações método de linearização x método de estimativa de $\underline{\beta}$ adotadas.

		Método de linearização adotado	
		Logarítmico (LOG)	Box-Cox (B-C)
Método para estimativa de $\underline{\beta}$ adotado	Mínimos Quadrados Ordinários (MQO)	1	3
	Mínimos Quadrados Ponderados (MQP)	2	4

OBS.: Alternativa 1: Combinação LOG/MQO; Alternativa 2: Combinação LOG/MQP; Alternativa 3: Combinação B-C/MQO; Alternativa 4: Combinação B-C/MQP.

Conforme a tabela 6.5, dependendo da combinação método de linearização x método de estimativa de $\underline{\beta}$, quatro alternativas de resultados podem ser obtidos. Sendo estas: 1) LOG/MQO; 2) LOG/MQP; 3) B-C/MQO e 4) B-C/MQP. O procedimento usualmente utilizado na regionalização de vazões é aquele identificado como alternativa 1 (LOG/MQO). Entretanto, neste trabalho, propõe-se o uso da alternativa 4 (B-C/MQP).

Tendo por finalidade demonstrar as vantagens do uso da metodologia proposta (*alternativa 4*) sobre as outras alternativas, será realizada uma análise comparativa entre esta, o procedimento convencional de regionalização (*alternativa 1*) e as combinações intermediárias (*alternativas 2 e 3*), identificadas na tabela 6.5. Esta análise comparativa será feita em termos de coeficiente de determinação (R^2), grau de aproximação às hipóteses básicas dos modelos de regressão linear ordinários (normalidade dos resíduos e homogeneidade da variância), relação entre vazão *observada* x *calculada* (ou *regionalizada*). Esta última relação será apresentada em termos percentuais e de descarga específica.

Os resultados na regionalização de vazões, segundo as quatro combinações definidas na tabela 6.5, podem ser conferidos nas tabelas 6.6 (bacia do Alto Uruguai) e 6.7 (bacia do Médio Uruguai).

Tabela 6.6 Bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

	Vazão média de longo prazo					Vazão média de cheia				
	Logarítmico		Box-Cox			Logarítmico		Box-Cox		
	R^2	Obs.	λ	R^2	Obs.	R^2	Obs.	λ	R^2	Obs.
MQO	98,9	(1)	0,023	99,2	(1)	91,6	(1)	0,085	93,0	
MQP	99,3		0,024	99,4		92,0	(1)	0,089	93,3	

Obs.: MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados; (1) a variância da estimativa não é constante.

Tabela 6.7 Bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

	Vazão média de longo prazo					Vazão média de cheia				
	Logarítmico		Box-Cox			Logarítmico		Box-Cox		
	R^2	Obs.	λ	R^2	Obs.	R^2	Obs.	λ	R^2	Obs.
MQO	99,0		-0,023	99,0		92,4		0,103	93,5	
MQP	99,2		-0,043	99,2	(1)	92,5		0,164	94,0	

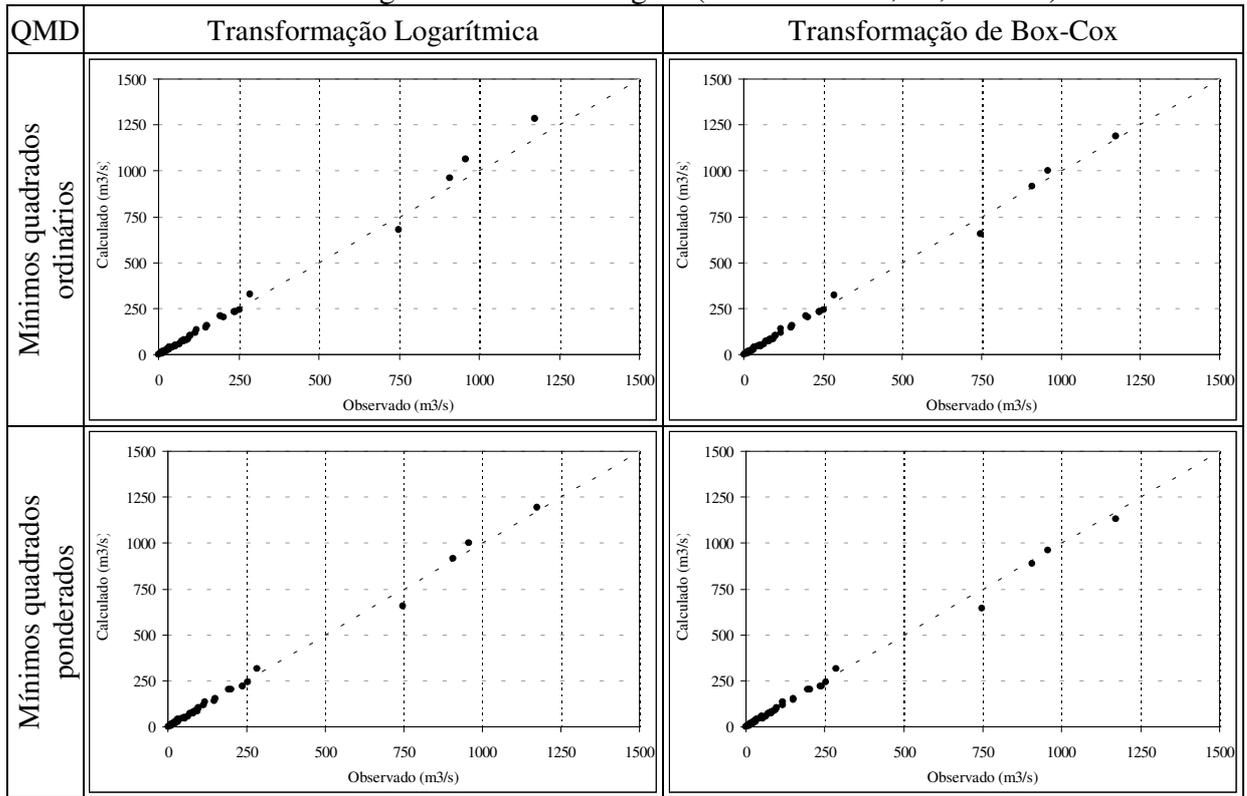
Obs.: MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados; (1) a variância da estimativa não é constante.

Os resultados citados nas tabelas 6.6 e 6.7 evidenciam similaridades. Sendo estas:

- o pior resultado, medido em termos de coeficiente de determinação (R^2), foi obtido quando empregada a alternativa 1 (combinação *LOG/MQO*), sendo esta a mais usada em regionalização hidrológica;
- o melhor resultado foi verificado empregando-se a alternativa 4 (combinação *B-C/MQP*), proposta neste trabalho. Entretanto, foram observadas algumas limitações; Por exemplo, visualizando a tabela 6.7 (bacia do Médio Uruguai), especificamente, a vazão média de longo prazo; Embora a combinação *B-C/MQP* forneça igual resultado que a *LOG/MQP* (as duas alternativas possuem o mesmo R^2), observa-se que na combinação *B-C/MQP* não se verifica a hipótese da homogeneidade da variância;
- resultados de qualidade intermediária entre as duas citadas anteriormente, foram obtidas com o uso das alternativa 2 (combinação *LOG/MQP*) e 3 (combinação *B-C/MQO*). Devendo ser mencionadas as seguintes considerações:
 - quando são utilizadas séries de *descargas médias de longo prazo*, a combinação *LOG/MQP* (alternativa 2) fornece melhores resultados do que a combinação *B-C/MQO* (alternativa 3). Esta conclusão sugere que o efeito de considerar a heterogeneidade temporal dos dados na estimativa do vetor $\underline{\beta}$ é mais importante que o efeito de correção da assimetria dos dados (normalização dos resíduos);
 - caso sejam utilizadas séries de *descargas médias de cheia*, verifica-se o efeito inverso, a combinação *B-C/MQO* (alternativa 3) fornece melhores resultados do que a combinação *LOG/MQP* (alternativa 2). Isto sugere que o ganho obtido ao corrigir a assimetria da série é maior do que levar em consideração que a descargas médias de cada estação fluviométrica foram obtidas utilizando diferente quantidade de anos de dados.

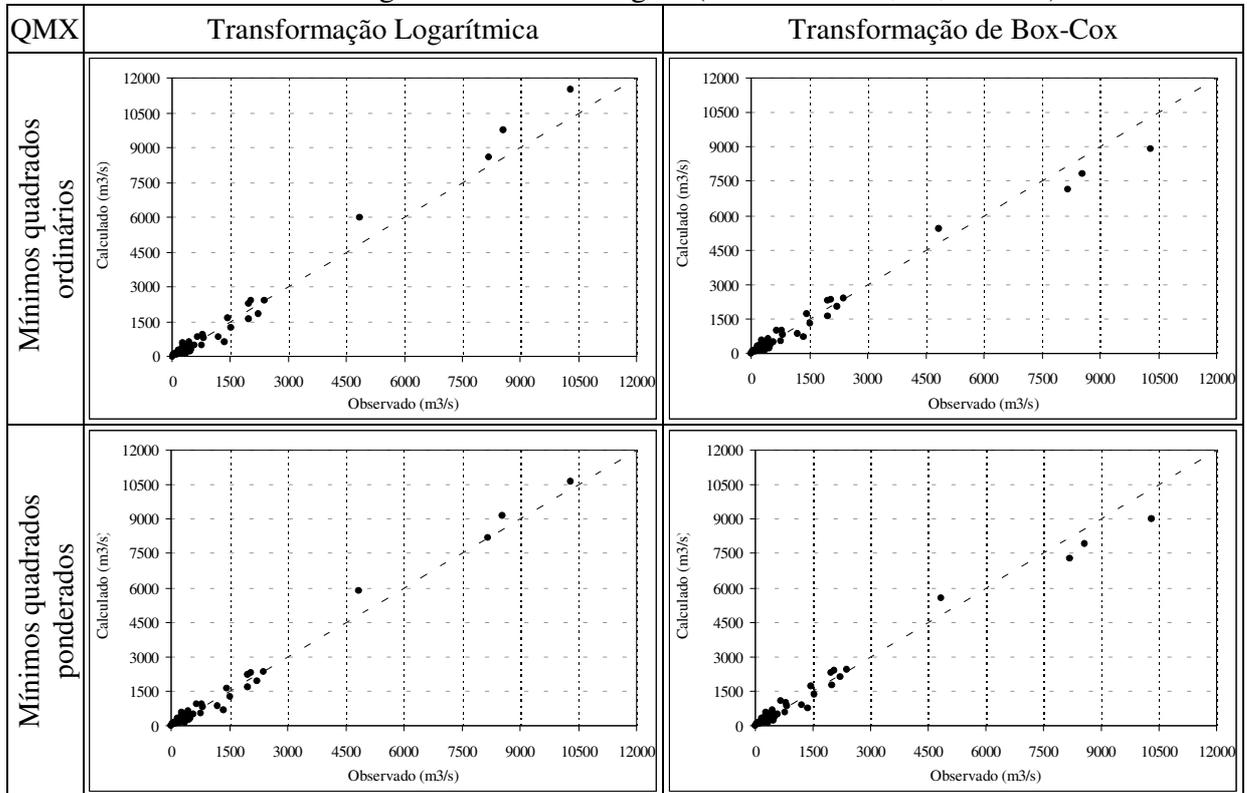
As figuras 6.7 a 6.10 mostram a qualidade do ajuste realizado e as figuras 6.11 a 6.14 possibilitam visualizar a variação do erro absoluto do ajuste em função da área de drenagem. Em ambos os casos, estas figuras foram realizadas para cada uma das alternativas selecionadas.

Figura 6.7 Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



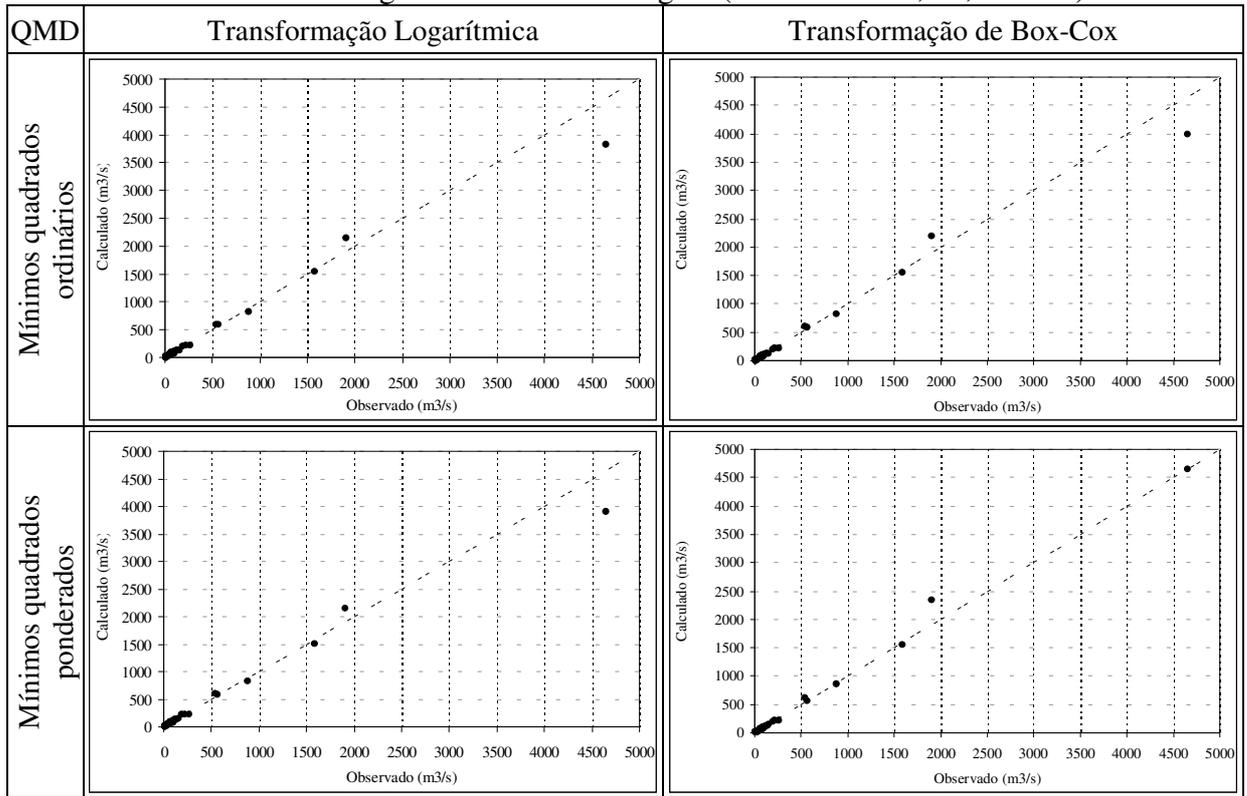
OBS. QMD: Vazão média de longo prazo.

Figura 6.8 Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



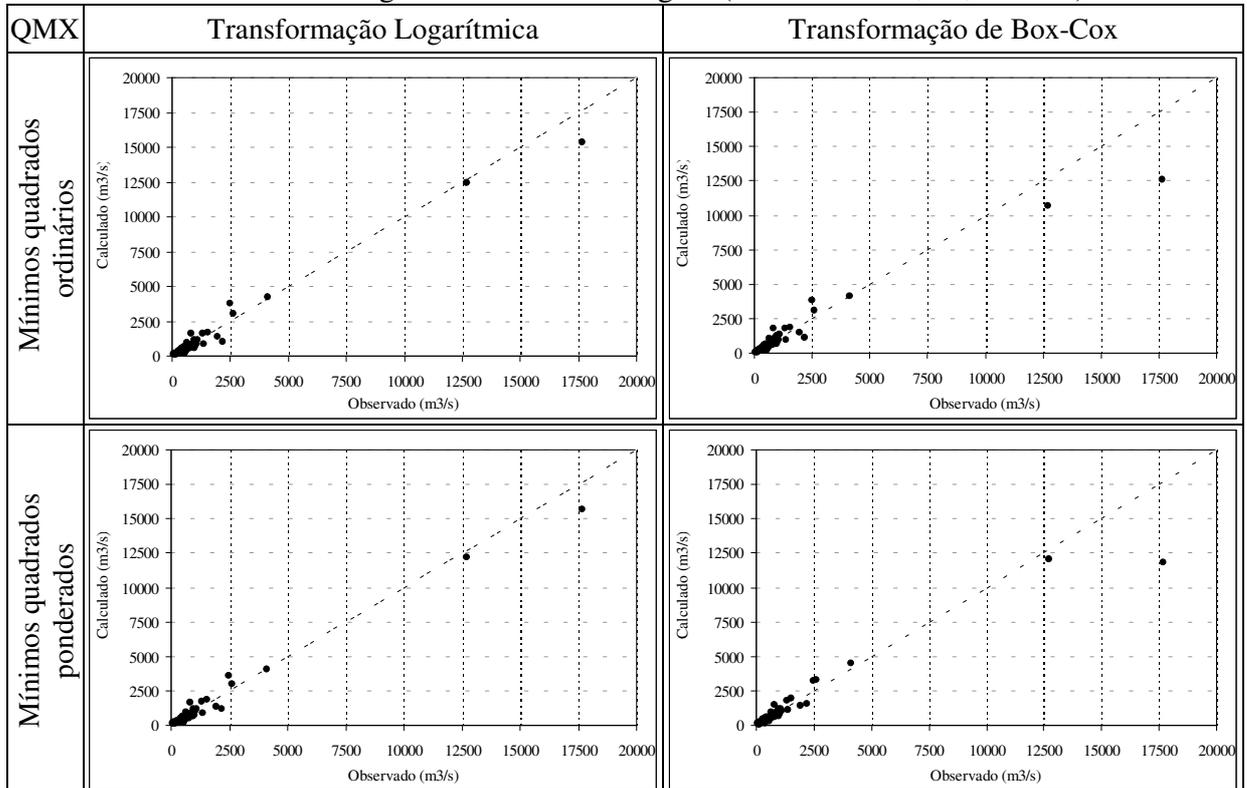
OBS. QMX: Vazão média de cheia.

Figura 6.9 Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



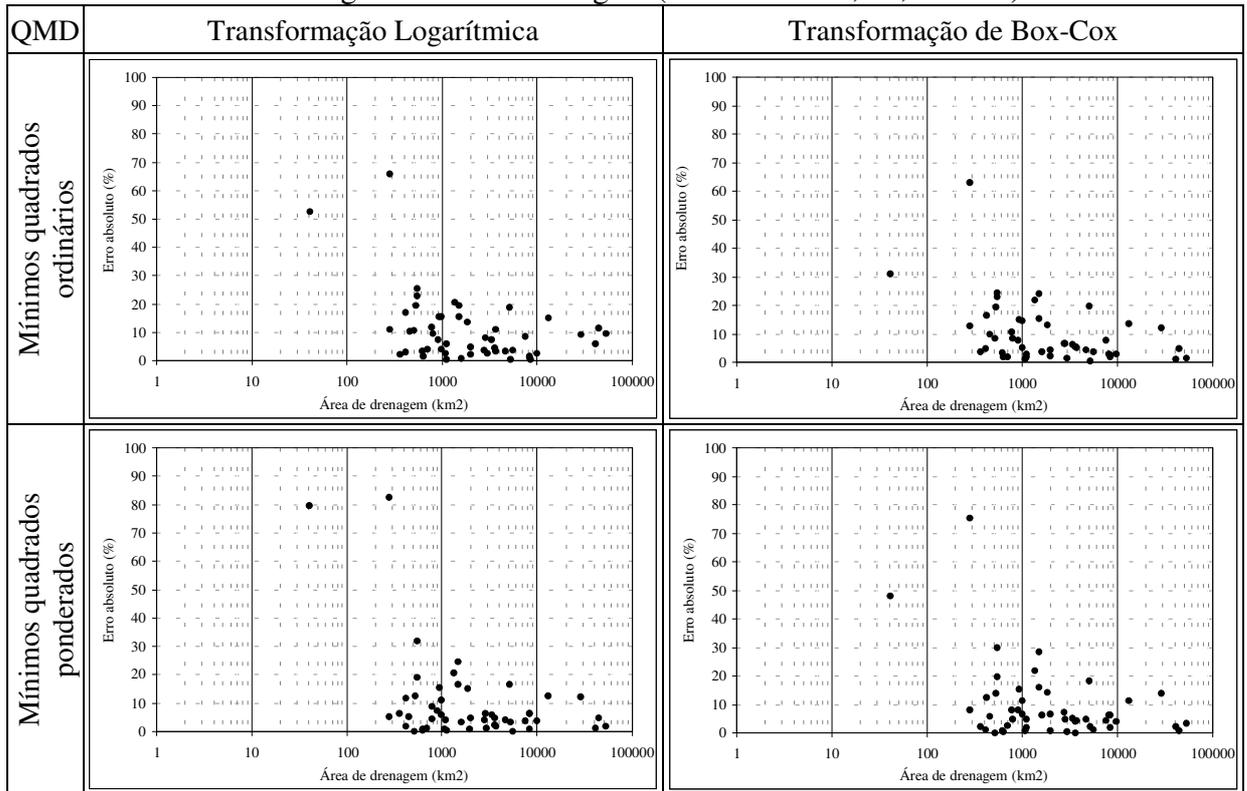
OBS. QMD: Vazão média de longo prazo.

Figura 6.10 Qualidade do ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



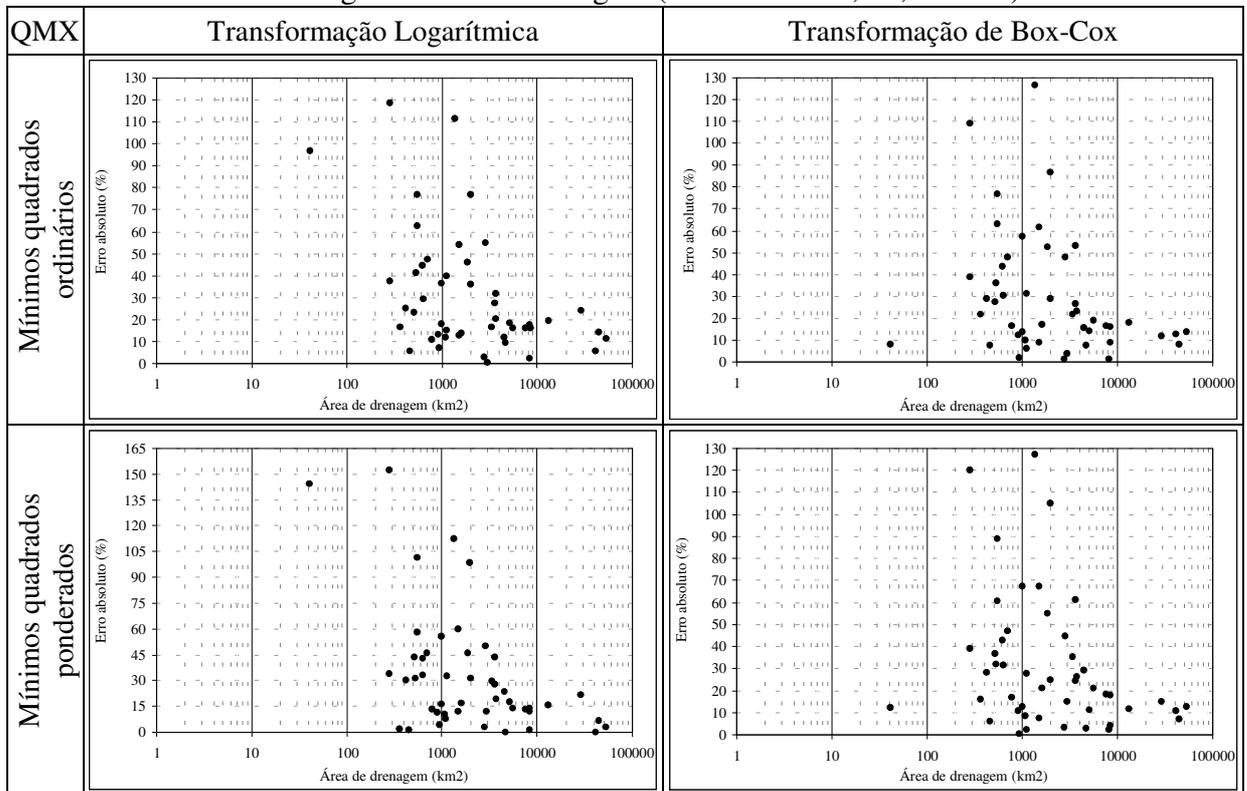
OBS. QMX: Vazão média de cheia.

Figura 6.11 Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



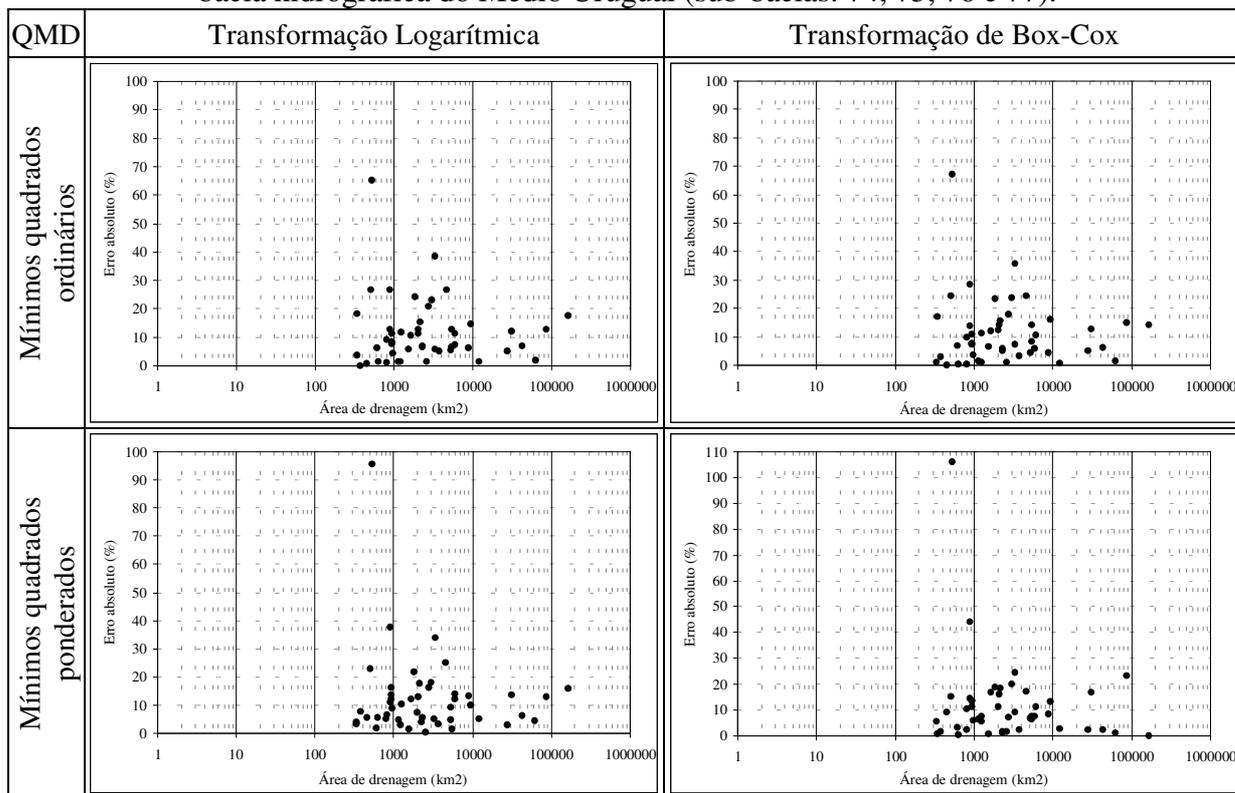
OBS. QMD: Vazão média de longo prazo.

Figura 6.12 Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



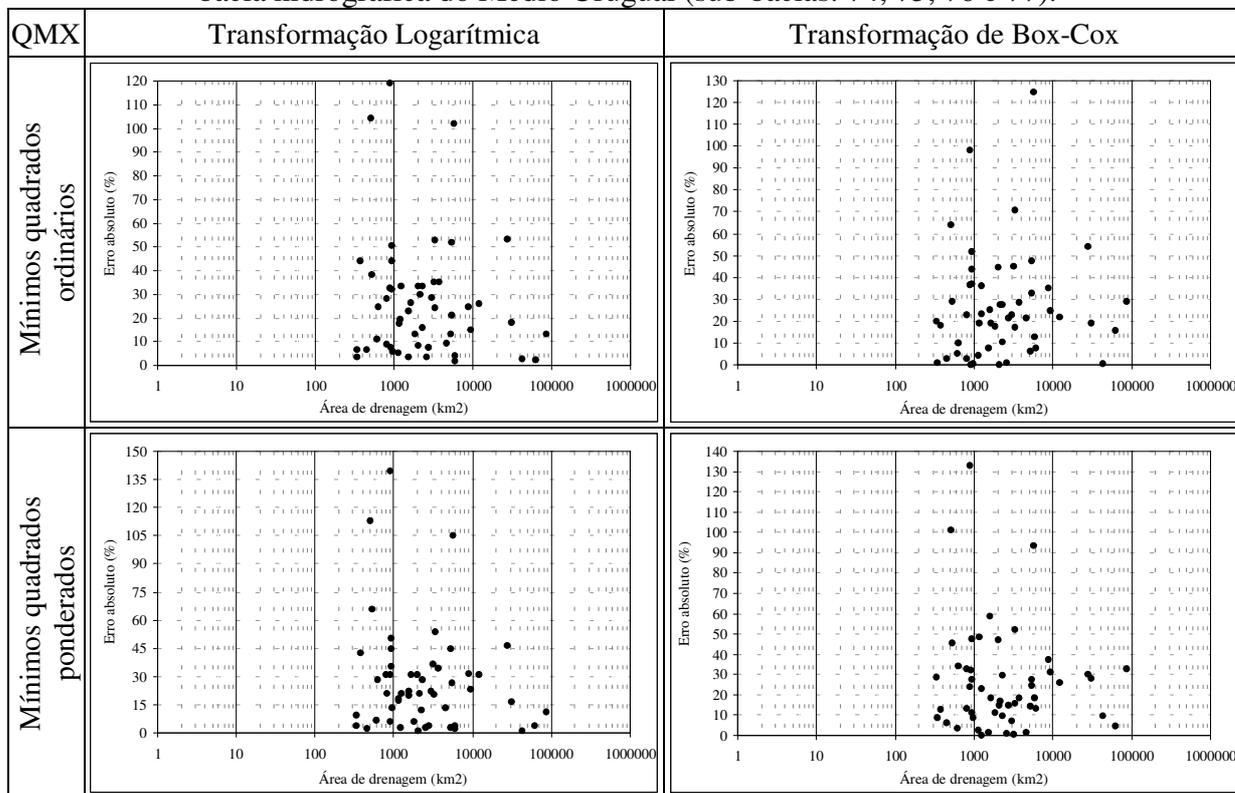
OBS. QMX: Vazão média de cheia.

Figura 6.13 Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



OBS. QMD: Vazão média de longo prazo.

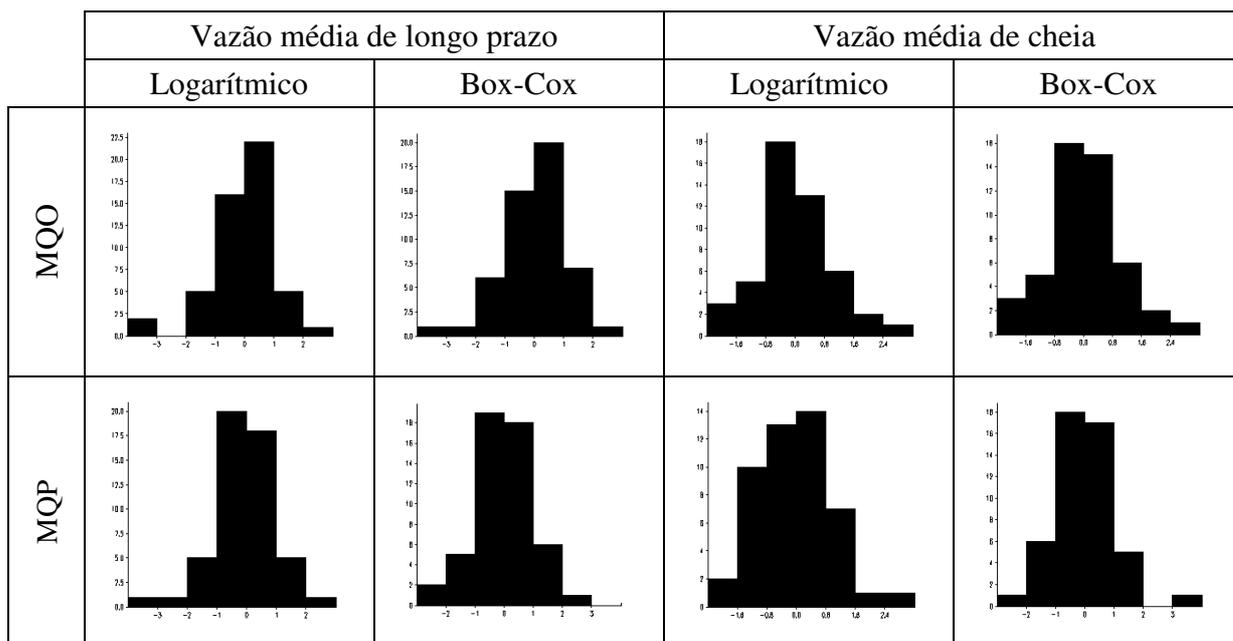
Figura 6.14 Erros no ajuste da regionalização nas estações fluviométricas localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



OBS. QMX: Vazão média de cheia.

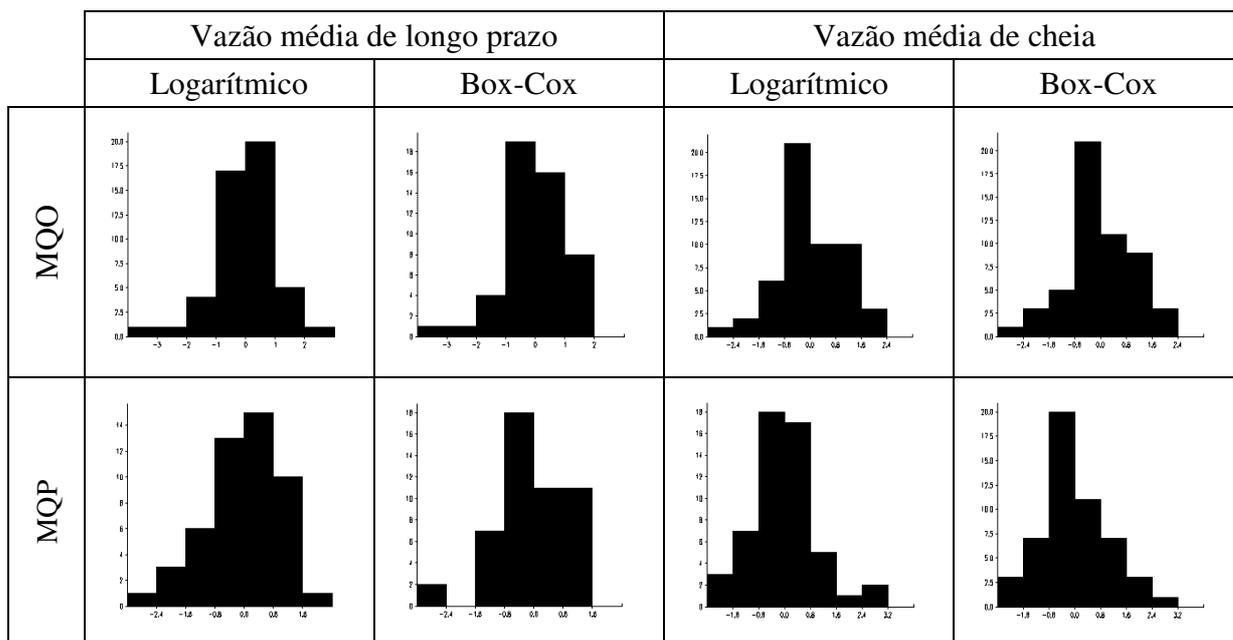
Para conferir o grau de verificação das hipóteses dos modelos lineares de regressão utilizados, foram construídos gráficos (Histograma, *Normal-Plot* e *Half-Normal Plot*) onde estão representados a variação dos resíduos da regressão. Estes gráficos podem ser visualizados nas figuras 6.15 a 6.16 (Histograma), 6.17 a 6.18 (*Normal-Plot*) e 6.19 a 6.20 (*Half-Normal Plot*).

Figura 6.15 Histograma dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



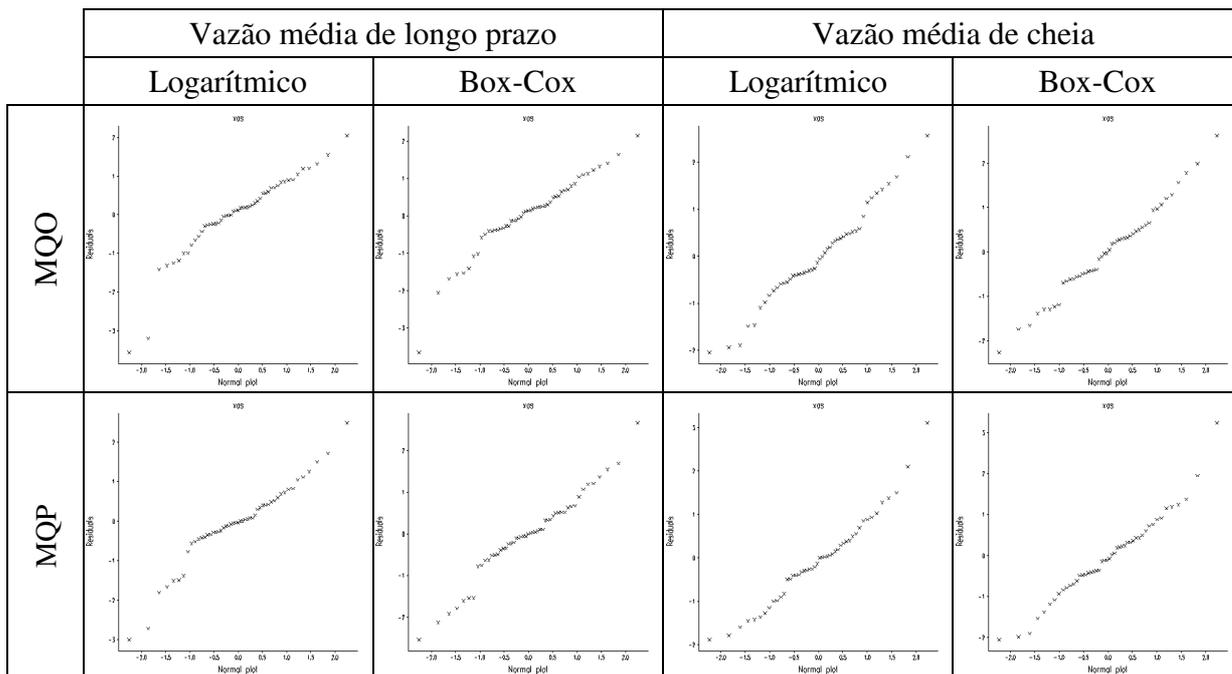
OBS. MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados.

Figura 6.16 Histograma dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



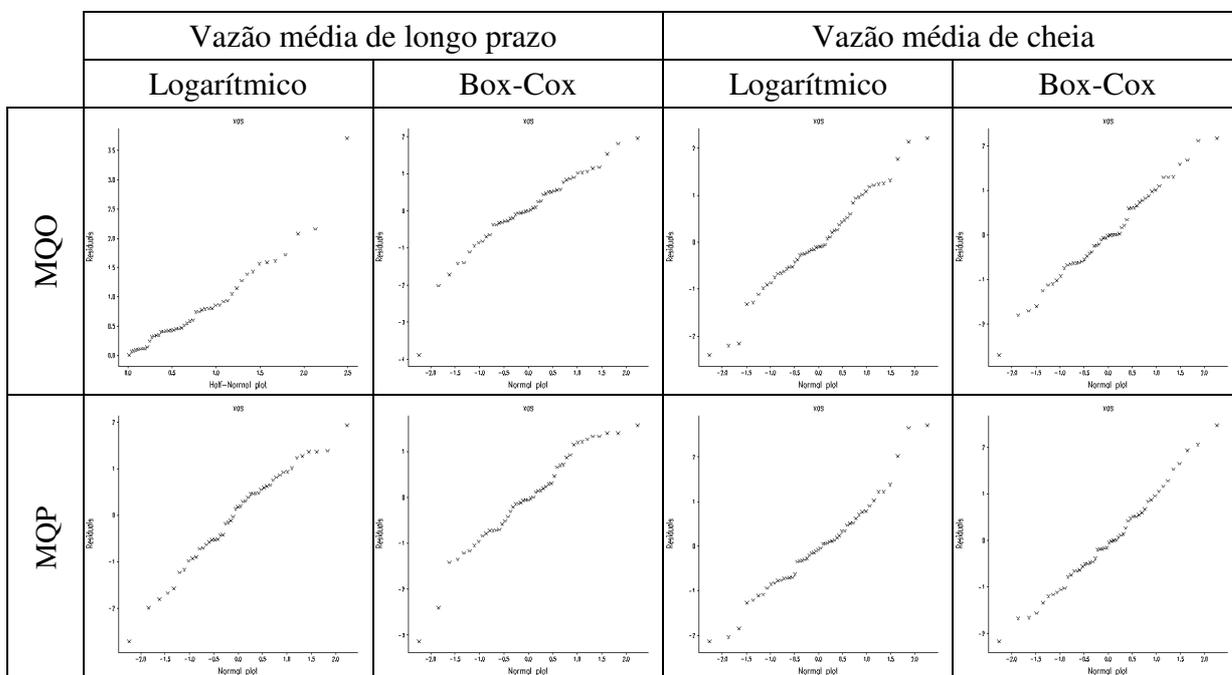
OBS. MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados.

Figura 6.17 *Normal-Plot* dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



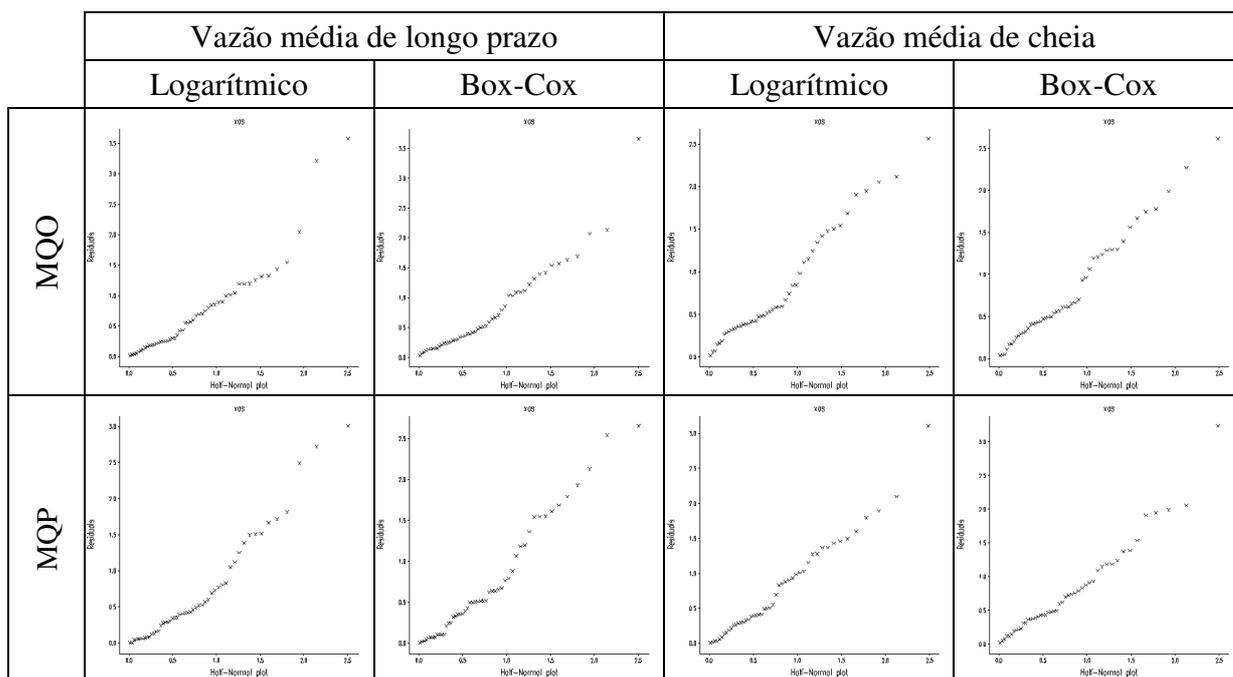
OBS. MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados.

Figura 6.18 *Normal-Plot* dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



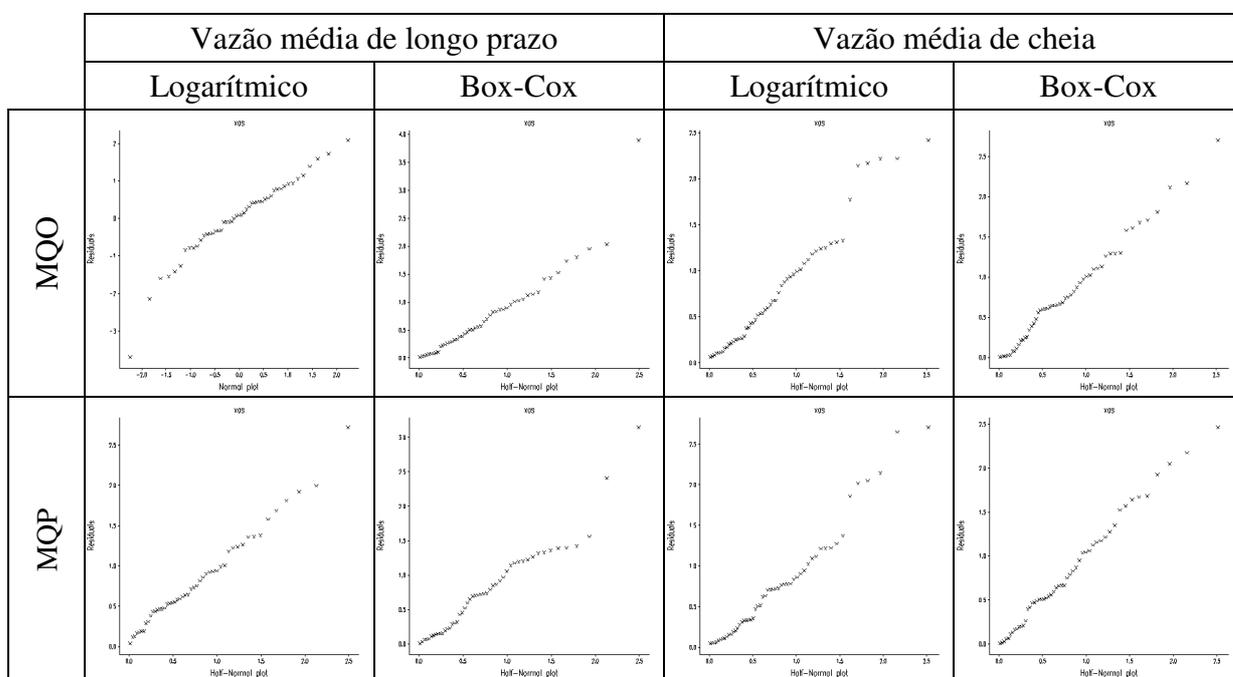
OBS. MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados.

Figura 6.19 *Half-Normal Plot* dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).



OBS. MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados.

Figura 6.20 *Half-Normal Plot* dos resíduos da regressão das estações localizadas na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).



OBS. MQO: Mínimos quadrados ordinários; MQP: Mínimos quadrados ponderados.

Sob o ponto de vista do grau de verificação das hipóteses dos modelos lineares de regressão, os resultados obtidos, mostrados nas tabelas 6.6 a 6.7 e nas figuras 6.15 a 6.20, sugerem que:

- o maior grau de aproximação à hipótese de normalidade é logrado usando a alternativa 4 (combinação *B-C/MQP*), proposta nesta tese;
- embora a combinação *B-C/MQP*, forneça na maioria das simulações, os melhores resultados, avaliados em termos de qualidade do ajuste (R^2), menor erro absoluto do ajuste (em percentagem e descargas específicas) e do grau de verificação das hipóteses, a metodologia proposta nem sempre garante a verificação plena das hipóteses básicas do método, conforme é possível verificar nos gráficos indicativos da combinação *B-C / MQP* das figuras 6.15 a 6.20.

Realizando a mesma análise comparativa entre as quatro combinações testadas (*linearização x estimativa*), porém em termos de vazão, os resultados mostrados nas tabelas 6.8 a 6.23 permitem concluir:

- a) o erro absoluto avaliado em termos percentuais

os resultados das tabelas 6.8 a 6.23 não mostram que existam diferenças significativas entre a média do erro absoluto de cada uma das alternativas simuladas;

- b) o erro absoluto avaliado em termos de descarga específica

em todas as alternativas simuladas, seja para vazões médias de longo prazo (tabelas 6.8 a 6.11 e 6.16 a 6.19), bem como para vazões médias de cheias (tabelas 6.12 a 6.15 e 6.20 a 6.23), verificou-se uma redução na média do erro absoluto entre o procedimento convencional de regionalização (alternativa 1 – *LOG/MQO*) e o proposto nesta tese de doutorado (alternativa 4 – *B-C/MQP*), a favor desta última.

Tabela 6.8 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: LOG / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	0,7	1,1	15,7	21,2	0,1	0,20	0,1
Média	138,9	143,7	26,9	26,7	10,9	10,38	2,6
Máxima	1172,0	1282,8	36,0	30,9	110,8	65,96	10,3
Mediana	42,0	42,3	26,8	26,4	2,9	7,40	2,1

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.9 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: LOG / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	0,7	1,3	15,7	22,2	0,0	0,00	0,0
Média	138,9	138,9	26,9	27,2	7,3	9,87	2,4
Máxima	1172,0	1194,6	36,0	30,8	91,6	82,55	13,6
Mediana	42,0	43,4	26,8	27,3	2,4	4,79	1,3

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.10 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: B-C / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	0,7	0,9	15,7	22,2	0,2	0,36	0,1
Média	138,9	139,6	26,9	26,7	7,4	9,60	2,4
Máxima	1172,0	1189,3	36,0	30,7	89,0	63,09	9,9
Mediana	42,0	43,6	26,8	27,0	3,6	5,44	1,5

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.11 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: B-C / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	0,7	1,0	15,7	21,5	0,0	0,04	0,0
Média	138,9	136,5	26,9	27,2	7,5	9,44	2,3
Máxima	1172,0	1132,5	36,0	30,7	104,4	75,31	11,8
Mediana	42,0	44,6	26,8	27,5	3,3	4,93	1,4

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.12 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: LOG / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	7,0	13,8	81,6	94,0	1,8	0,52	0,6
Média	1252,1	1309,7	298,1	276,3	217,2	30,58	90,7
Máxima	10305,1	11498,0	775,5	485,5	1212,0	118,81	389,6
Mediana	413,5	396,9	262,3	266,6	90,1	19,14	50,1

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.13 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: LOG / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	7,0	17,1	81,6	103,5	1,2	0,13	0,3
Média	1252,1	1280,6	298,1	289,6	167,9	32,88	89,7
Máxima	10305,1	10646,9	775,5	511,8	1047,2	152,24	358,8
Mediana	413,5	424,5	262,3	286,6	95,8	20,62	48,1

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.14 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: B-C / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	7,0	7,6	81,6	95,7	0,6	1,19	3,5
Média	1252,1	1193,4	298,1	279,4	206,6	29,47	86,7
Máxima	10305,1	8900,4	775,5	498,5	1404,7	126,89	392,6
Mediana	413,5	411,2	262,3	286,9	97,1	18,69	49,6

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.15 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Alto Uruguai (sub-bacias: 70, 71, 72 e 73).

Alternativa: B-C / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	7,0	7,9	81,6	107,0	0,9	0,60	2,5
Média	1252,1	1224,2	298,1	288,1	202,5	31,08	86,8
Máxima	10305,1	8993,0	775,5	496,9	1312,1	127,35	377,3
Mediana	413,5	440,5	262,3	293,3	115,3	21,08	51,5

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes $\underline{\beta}$ pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.16 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: LOG / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	8,5	8,3	16,1	18,4	0,0	0,01	0,0
Média	265,9	253,9	24,7	24,5	32,1	11,61	2,8
Máxima	4646,3	3827,3	32,1	29,3	819,0	65,20	10,5
Mediana	56,0	57,2	25,6	24,9	4,6	8,06	2,1

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.17 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: LOG / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	8,5	8,5	16,1	19,1	0,3	0,46	0,1
Média	265,9	256,0	24,7	24,8	30,9	12,25	2,8
Máxima	4646,3	3901,7	32,1	31,6	744,6	95,66	15,4
Mediana	56,0	55,7	25,6	25,0	4,3	9,00	2,2

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.18 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: B-C / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	8,5	8,5	16,1	18,3	0,0	0,17	0,0
Média	265,9	258,0	24,7	24,5	29,2	11,34	2,7
Máxima	4646,3	3984,9	32,1	29,1	661,4	66,99	10,8
Mediana	56,0	56,7	25,6	24,8	4,9	8,05	2,1

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.19 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: B-C / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	8,5	9,3	16,1	18,6	0,1	0,08	0,0
Média	265,9	276,2	24,7	24,9	17,7	11,59	2,6
Máxima	4646,3	4649,9	32,1	33,2	441,4	105,97	17,1
Mediana	56,0	54,8	25,6	24,9	5,2	7,75	1,9

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.20 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: LOG / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	59,7	120,8	84,0	99,1	5,9	1,92	2,5
Média	1315,8	1272,2	269,6	255,9	232,3	26,40	65,9
Máxima	17662,2	15336,0	602,0	544,9	2326,2	118,94	283,8
Mediana	528,8	507,9	238,9	242,1	102,7	21,99	44,9

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.21 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: LOG / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	59,7	119,8	84,0	95,7	4,1	1,30	1,3
Média	1315,8	1284,7	269,6	262,8	223,8	27,17	65,9
Máxima	17662,2	15734,4	602,0	562,8	1927,8	139,53	281,9
Mediana	528,8	514,6	238,9	247,3	86,3	21,22	48,1

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação logarítmica (LOG); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

Tabela 6.22 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: B-C / MQO (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	59,7	98,1	84,0	97,2	0,2	0,04	0,2
Média	1315,8	1218,6	269,6	258,8	326,1	26,21	64,1
Máxima	17662,2	12569,9	602,0	571,9	5092,3	124,82	289,8
Mediana	528,8	535,6	238,9	238,5	118,4	21,60	51,7

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Tabela 6.23 Estatísticas do ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia na bacia hidrográfica do Médio Uruguai (sub-bacias: 74, 75, 76 e 77).

Alternativa: B-C / MQP (**)	Vazão (m ³ /s)		Vazão específica (l/s/km ²)		Erro absoluto		
	Observ.	Calcul.	Observ.	Calcul.	(m ³ /s)	(%)	(l/s/km ²)
Mínima	59,7	94,9	84,0	106,2	0,5	0,17	0,4
Média	1315,8	1239,6	269,6	270,3	292,1	26,07	62,3
Máxima	17662,2	12091,8	602,0	633,3	5776,3	132,62	266,0
Mediana	528,8	546,5	238,9	254,7	112,5	18,52	46,5

OBS.: (**) Linearização mediante a transformação de Box-Cox (B-C); Estimativa do vetor de coeficientes β pelo método dos mínimos quadrados ponderados (MQP).

6.3.3 Regionalização de vazões médias anuais de longo prazo e de cheias ($Tr = 2,33$ anos)

A formulação básica empregada na regionalização de vazões é do tipo exponencial multivariada, representada pela equação 6.1.

$$\bar{Q} = cte.A^a.L^b.S^c.N^d.P^e \quad (6.1)$$

onde: cte , a , b , c , d e e são coeficientes da equação de regionalização; A , L , S , N e P , são as variáveis independentes e \bar{Q} é a vazão média anual característica (de cheia ou de longo prazo).

Esta vazão é o valor esperado da variável e possui um tempo de retorno de 2,33 anos.

O método utilizado para selecionar as variáveis independentes a serem incluídas na equação de regionalização é o *Forward*, o qual consiste em iniciar o ajuste utilizando o menor número de variáveis independentes, logo são acrescentadas as outras variáveis independentes até lograr um grau de ajuste que possa ser considerado satisfatório.

A equação selecionada para efetuar a regionalização de vazões dentro de uma determinada sub-bacia é aquela que apresentar o maior coeficiente de determinação. Em função disto, foi desconsiderado o princípio de *parcimônia*: “selecionar aquela equação que forneça um coeficiente de determinação R^2 adequado aos fins perseguidos, porém que utilize o menor número possível de variáveis independentes”.

Utilizando os registros de descargas médias anuais de longo prazo e médias de cheias, apresentadas na tabela P.1 (Anexo P), para o tempo de retorno de 2,33 anos, os dados fisiográficos e hidroclimáticos de cada uma das sub-bacias (Anexo F), foi possível determinar as equações de regionalização para cada uma das bacias selecionadas.

As tabelas 6.24 (vazões médias de longo prazo) e 6.25 (vazões médias de cheia) apresentam as formulações propostas. Nas mesmas tabelas é fornecido: i) o código de identificação da bacia (SB); ii) o número de estações que foram utilizadas no ajuste da equação (ND); iii) a equação de regionalização de vazões proposta; iv) os graus de liberdade do ajuste ($d.f.$); v) o coeficiente de determinação do ajuste (R^2) e vi) o valor do λ utilizado na transformada de Box-Cox (λ).

As figuras 6.21 a 6.31 permitem visualizar a qualidade do ajuste obtido comparando o valor das vazões (média de longo prazo e média de cheia) observadas e calculadas através da

equação proposta. Também é possível visualizar o grau de verificação da normalidade dos resíduos através dos gráficos *Normal Plot* ou *Half Normal Plot*.

Para o ajuste do modelo de regressão proposto, bem como para a verificação das hipóteses do método dos mínimos quadrados ponderados, foi utilizado o software de estatística GENSTAT (1995).

Tabela 6.24 Regionalização de vazões médias de longo prazo – Q_{lp} - (Tr = 2,33 anos).

SB	ND	Equações utilizadas		d.f.	R ²	λ
70	5	$\dot{Q}^* = -0,39751 + 0,34663 \cdot \log_e(A) + 0,18206 \cdot \log_e(L) - 0,11405 \cdot \log_e(S)$	$Q_{lp} = \left[-0,153 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,153} \right)}$	1	100,0	-0,153
		$\dot{Q}^* = -0,81865 + 0,50467 \cdot \log_e(A)$	$Q_{lp} = \left[-0,142 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,142} \right)}$	3	99,4	-0,142
71	13	$\dot{Q}^* = 55,84824 + 1,23303 \cdot \log_e(A) + 0,13254 \cdot \log_e(S) - 8,30965 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp} = \left[0,028 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,028} \right)}$	9	99,7	0,028
72	13	$\dot{Q}^* = -1,76174 + 0,62495 \cdot \log_e(A) + 0,08017 \cdot \log_e(L)$	$Q_{lp} = \left[-0,079 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,079} \right)}$	10	99,4	-0,079
73	22	$\dot{Q}^* = -3,76928 + 1,06619 \cdot \log_e(A)$	$Q_{lp} = \left[0,029 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,029} \right)}$	20	99,7	0,029
74	18	$\dot{Q}^* = -5,35316 + 1,27805 \cdot \log_e(A) + 0,11659 \cdot \log_e(S)$	$Q_{lp} = \left[0,046 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,046} \right)}$	15	99,3	0,046
75	15	$\dot{Q}^* = -4,17410 + 1,00455 \cdot \log_e(A) + 0,21217 \cdot \log_e(S) + 0,11882 \cdot \log_e(N)$	$Q_{lp} = \left[0,004 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,004} \right)}$	11	99,5	0,004
76-77	19	$\dot{Q}^* = -8,61550 + 0,54568 \cdot \log_e(A) + 0,07908 \cdot \log_e(L) + 0,97850 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp} = \left[-0,101 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,101} \right)}$	15	99,6	-0,101
85	16	$\dot{Q}^* = -21,07329 + 0,72215 \cdot \log_e(A) + 2,54328 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp} = \left[-0,068 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,068} \right)}$	13	98,7	-0,068
86	14	$\dot{Q}^* = -6,18518 + 0,80416 \cdot \log_e(A) + 0,48942 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp} = \left[-0,044 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,044} \right)}$	11	99,5	-0,044
87	13	$\dot{Q}^* = -12,27675 + 0,84342 \cdot \log_e(A) + 1,26552 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp} = \left[-0,047 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,047} \right)}$	10	92,8	-0,047
88	5	$\dot{Q}^* = -30,90668 + 1,00573 \cdot \log_e(A) + 3,73304 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp} = \left[0,031 \cdot \dot{Q}^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,031} \right)}$	2	99,8	0,031

OBS.: SB é o código de identificação da bacia; ND é o número de estações que foram utilizadas no ajuste da equação; d.f. são os graus de liberdade do ajuste; R² é o coeficiente de determinação do ajuste; λ é o valor do lambda utilizado na transformada de Box-Cox.

Tabela 6.25 Regionalização de vazões médias de cheia – Q_{ch} - (Tr = 2,33 anos).

SB	ND	Equações utilizadas		d.f.	R ²	λ
70	5	$Q^* = -384,89863 - 0,81249 \cdot \log_e(A) + 8,07412 \cdot \log_e(L) + 50,45345 \cdot \log_e(P)$	$Q_{ch} = \left[0,275 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,275} \right)}$	1	100,0	0,275
		$Q^* = -42,90128 + 10,01396 \cdot \log_e(A)$	$Q_{ch} = \left[0,383 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,383} \right)}$	3	97,6	0,383
71	13	$Q^* = -1,10516 + 0,65348 \cdot \log_e(A) + 0,27132 \cdot \log_e(S) + 0,25842 \cdot \log_e(N)$	$Q_{ch} = \left[-0,050 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,050} \right)}$	9	95,3	-0,050
72	11	$Q^* = 1,52790 + 0,10887 \cdot \log_e(A) + 0,42208 \cdot \log_e(L)$	$Q_{ch} = \left[-0,125 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,125} \right)}$	8	97,3	-0,125
73	22	$Q^* = -0,32104 + 1,01797 \cdot \log_e(A) - 0,26850 \cdot \log_e(N)$	$Q_{ch} = EXP(Q^*)$	19	98,1	0,000
74	19	$Q^* = -23,00547 + 4,63180 \cdot \log_e(A) + 2,13673 \cdot \log_e(S)$	$Q_{ch} = \left[0,196 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,196} \right)}$	16	98,3	0,196
75	16	$Q^* = -46,33034 + 11,21611 \cdot \log_e(A) - 10,83884 \cdot \log_e(L) + 6,18635 \cdot \log_e(S) + 7,84112 \cdot \log_e(N)$	$Q_{ch} = \left[0,287 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,287} \right)}$	11	94,1	0,287
76-77	24	$Q^* = -255,81885 + 4,17621 \cdot \log_e(A) - 1,13059 \cdot \log_e(S) - 1,30370 \cdot \log_e(N) + 33,04994 \cdot \log_e(P)$	$Q_{ch} = \left[0,251 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,251} \right)}$	19	94,3	0,251
85	17	$Q^* = 1,59275 + 0,43483 \cdot \log_e(A)$	$Q_{ch} = \left[-0,068 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,068} \right)}$	15	89,9	-0,068
86	12	$Q^* = -23,50418 + 6,06462 \cdot \log_e(A)$	$Q_{ch} = \left[0,313 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,313} \right)}$	10	88,9	0,313
87	13	$Q^* = -409,45139 + 10,93543 \cdot \log_e(A) + 47,45761 \cdot \log_e(P)$	$Q_{ch} = \left[0,357 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,357} \right)}$	10	87,3	0,357
88	5	$Q^* = -11,03852 + 0,13752 \cdot \log_e(A) + 1,74575 \cdot \log_e(P)$	$Q_{ch} = \left[-0,317 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,317} \right)}$	2	100,0	-0,317

OBS.: SB é o código de identificação da bacia; ND é o número de estações que foram utilizadas no ajuste da equação; d.f. são os graus de liberdade do ajuste; R² é o coeficiente de determinação do ajuste; λ é o valor do lambda utilizado na transformada de Box-Cox.

Figura 6.21 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 70 (Tr = 2,33 anos).

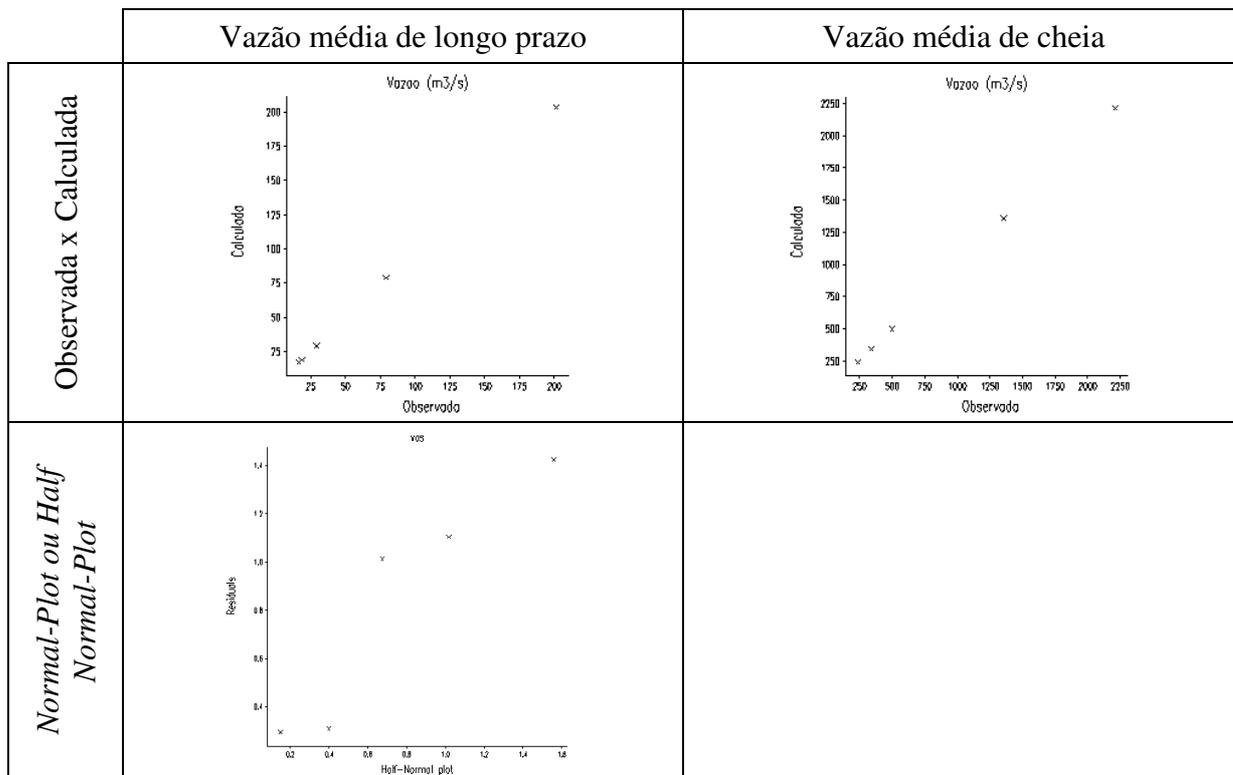


Figura 6.22 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 71 (Tr = 2,33 anos).

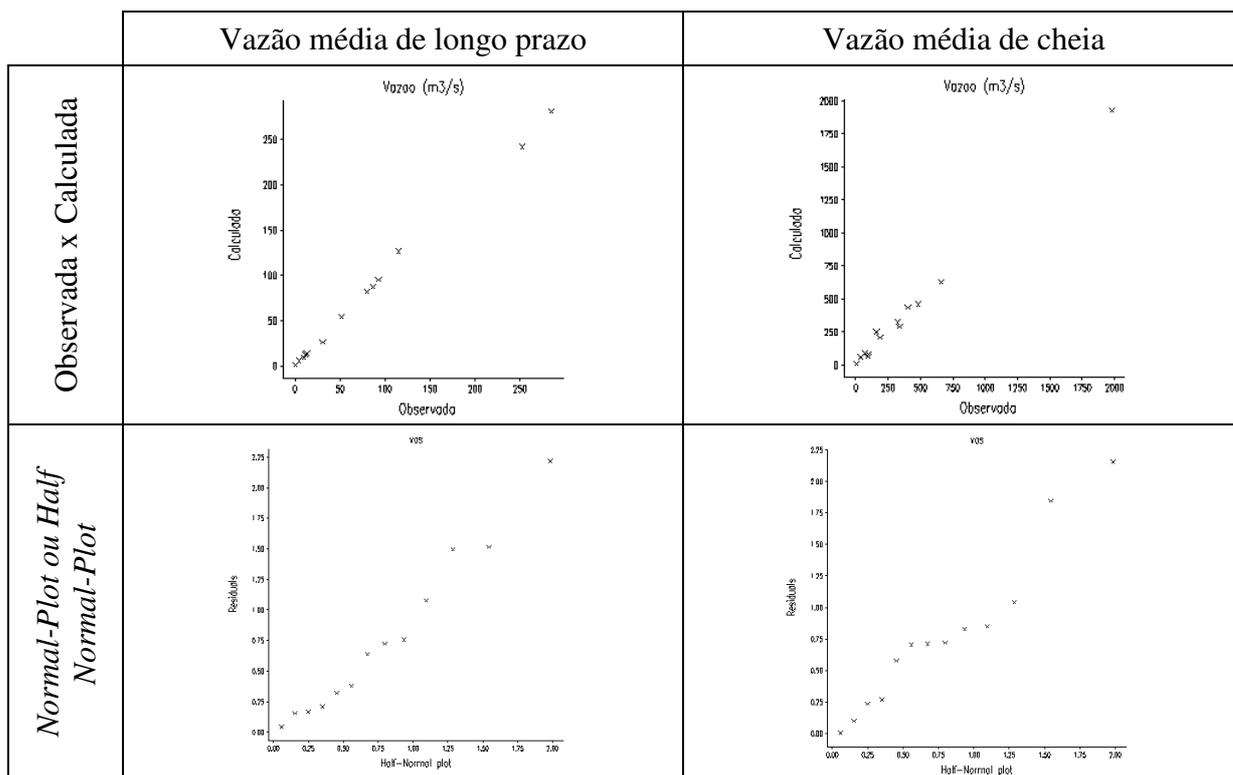


Figura 6.23 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 72 (Tr = 2,33 anos).

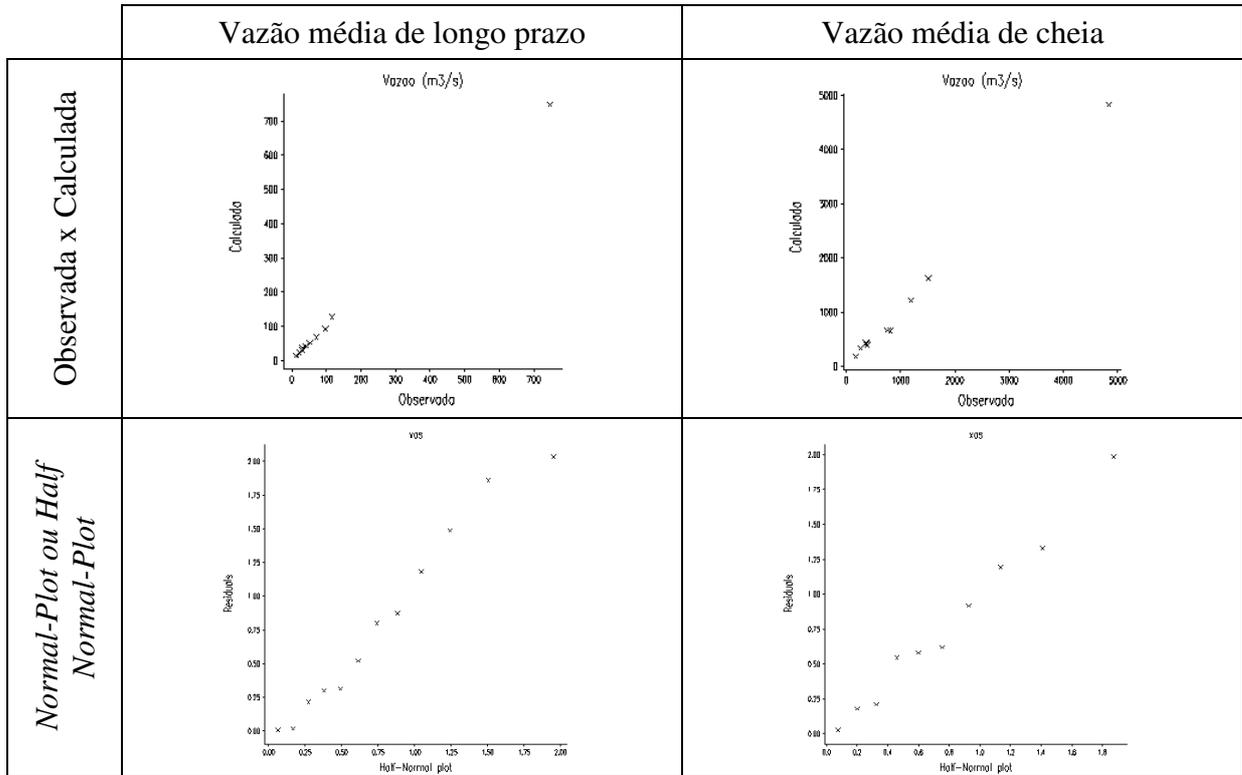


Figura 6.24 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 73 (Tr = 2,33 anos).

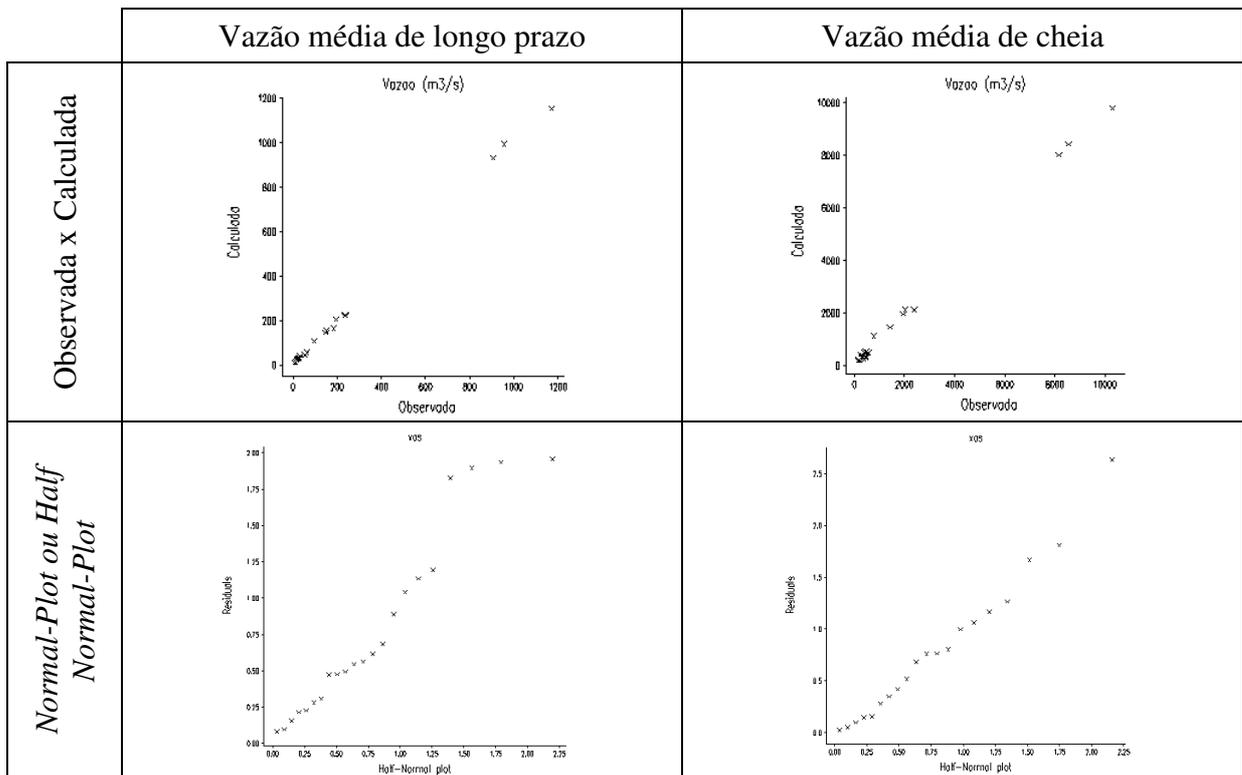


Figura 6.25 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 74 ($Tr = 2,33$ anos).

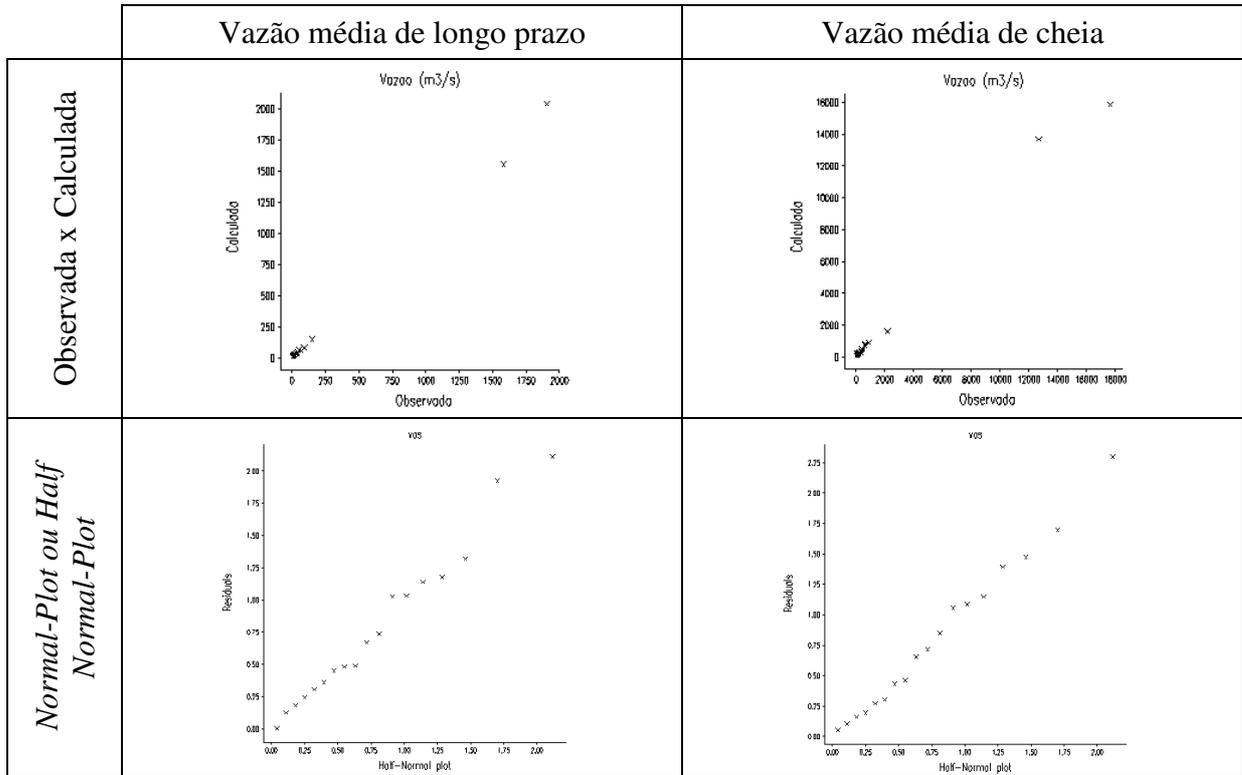


Figura 6.26 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 75 ($Tr = 2,33$ anos).

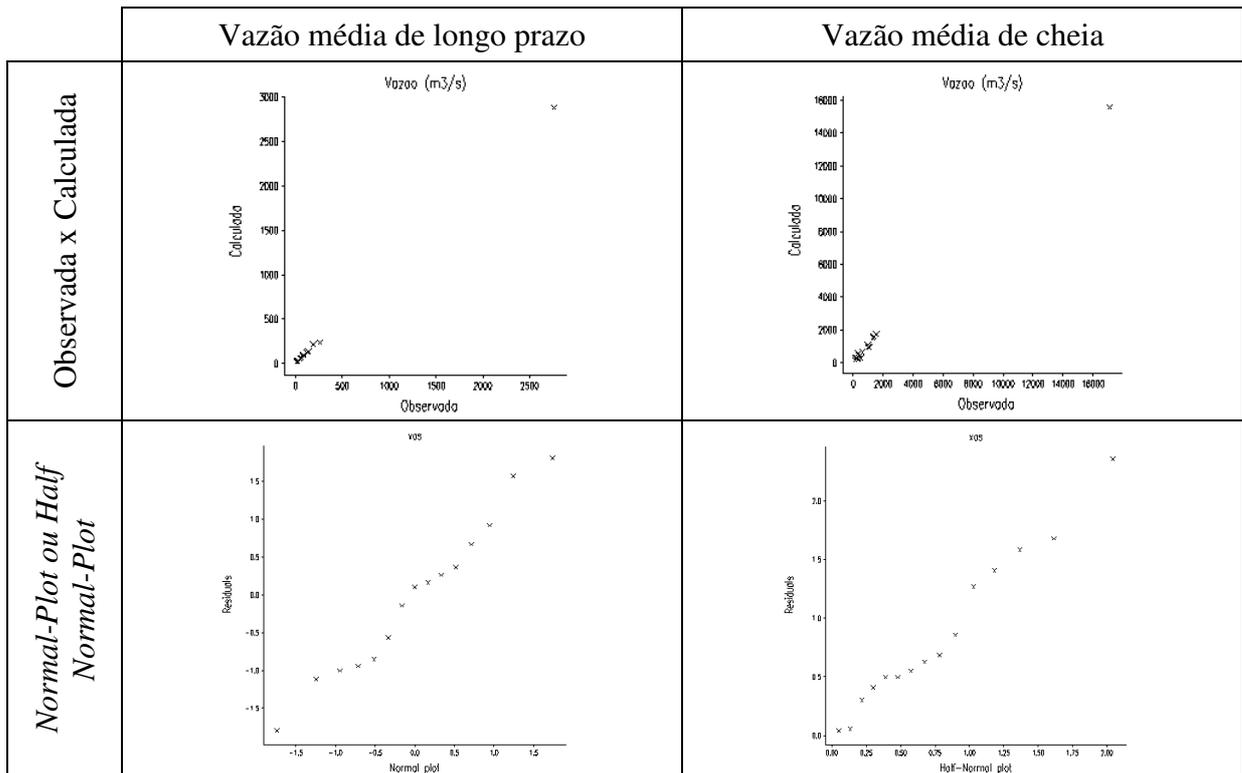


Figura 6.27 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) no bloco de bacias hidrográficas 76-77 ($Tr = 2,33$ anos).

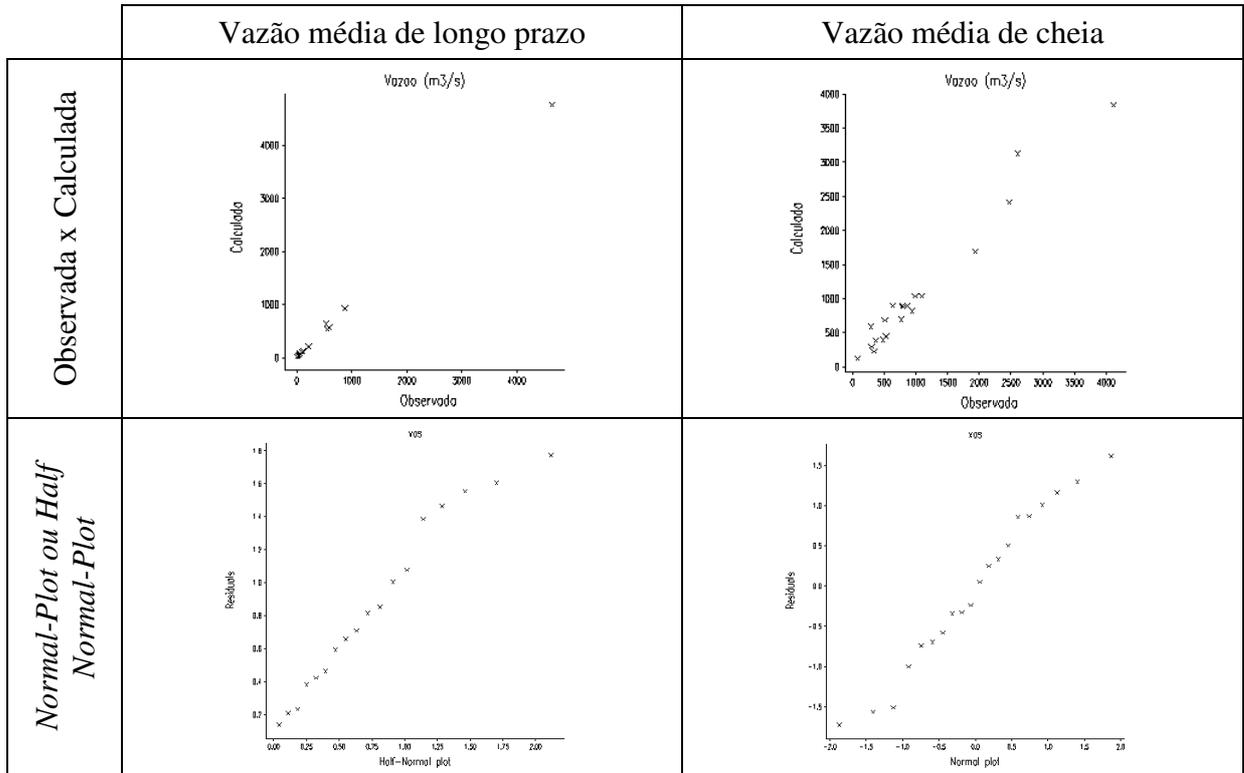


Figura 6.28 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 85 ($Tr = 2,33$ anos).

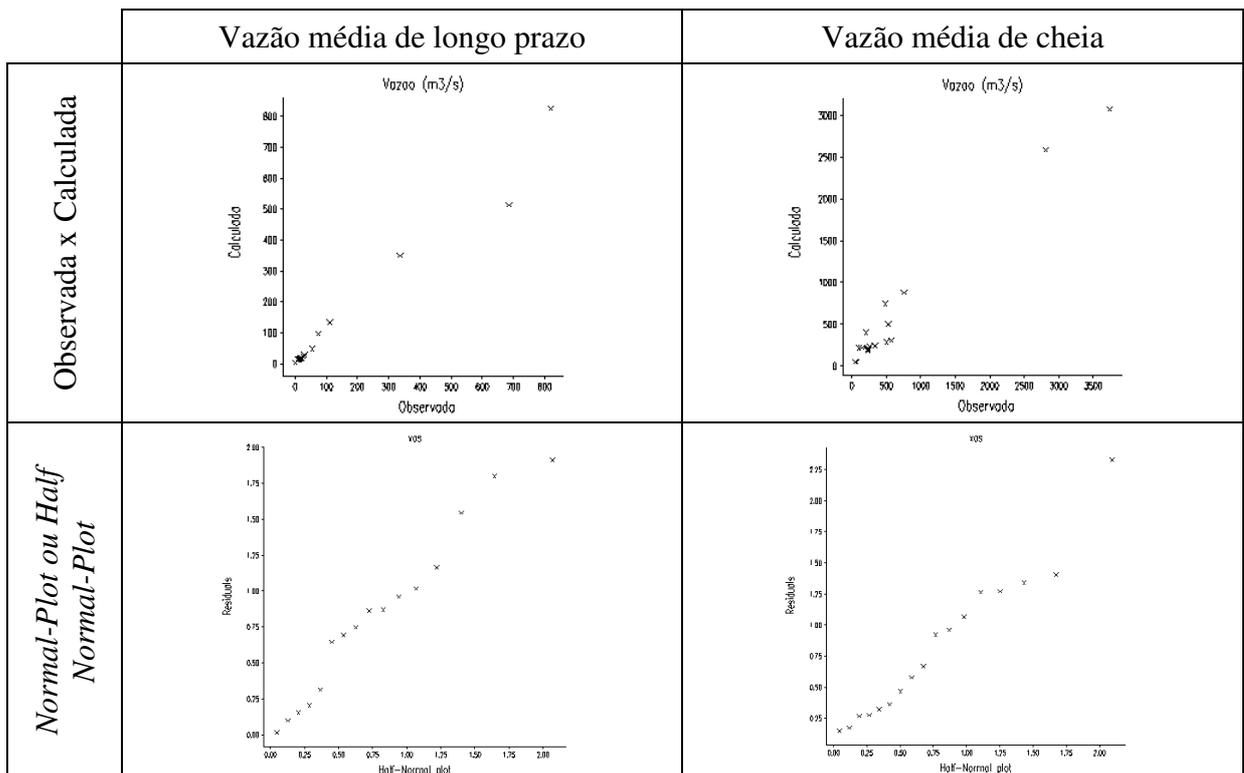


Figura 6.29 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 86 ($Tr = 2,33$ anos).

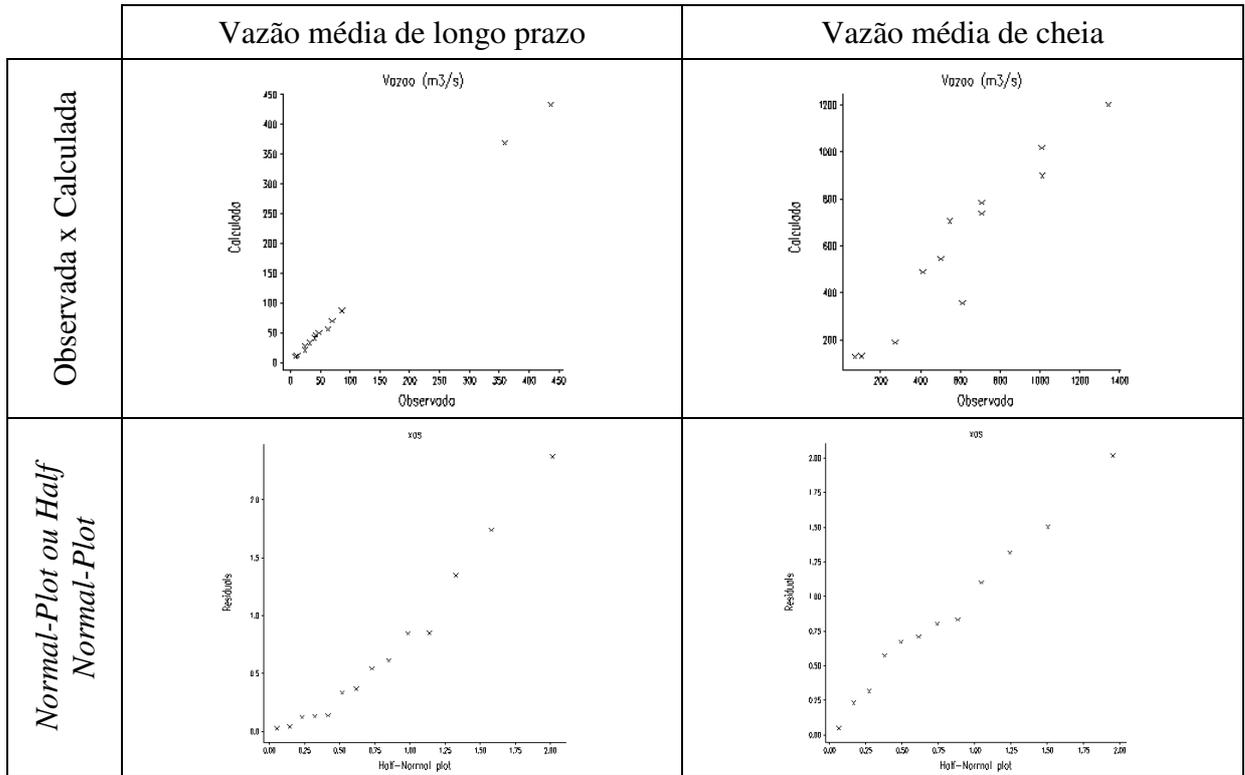


Figura 6.30 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 87 ($Tr = 2,33$ anos).

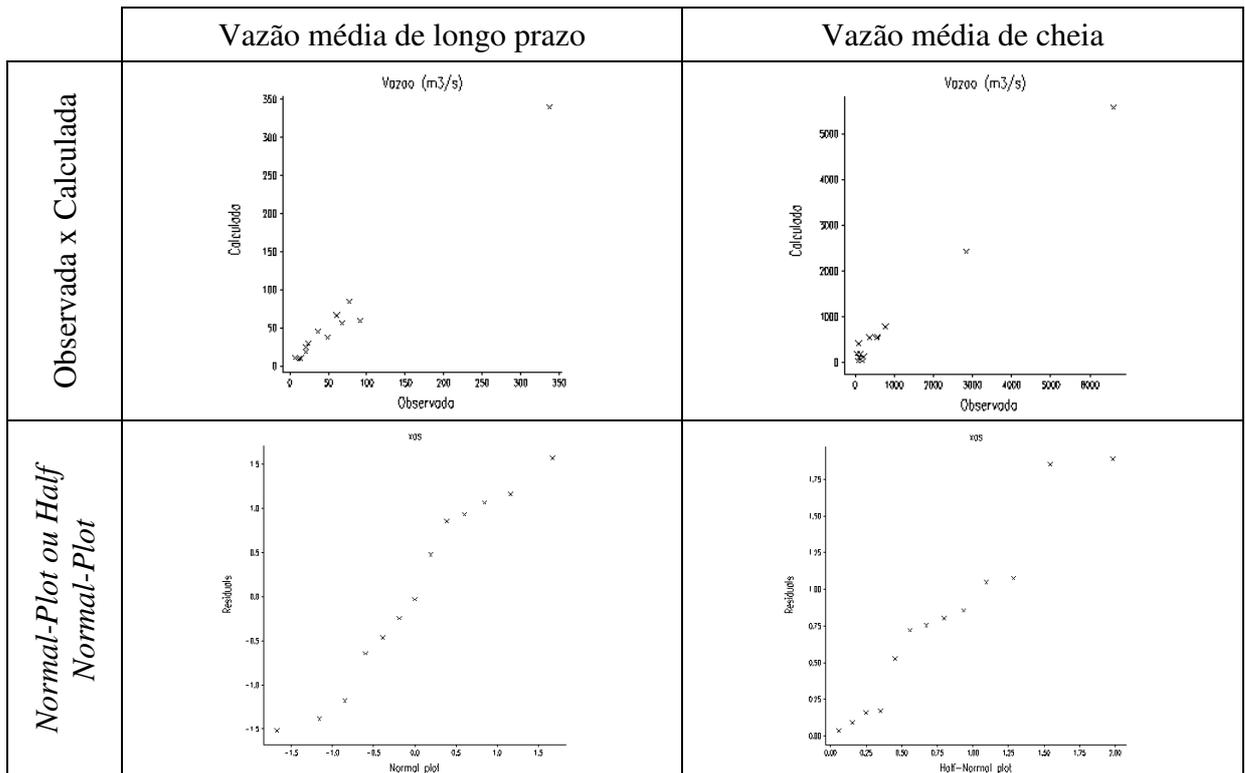
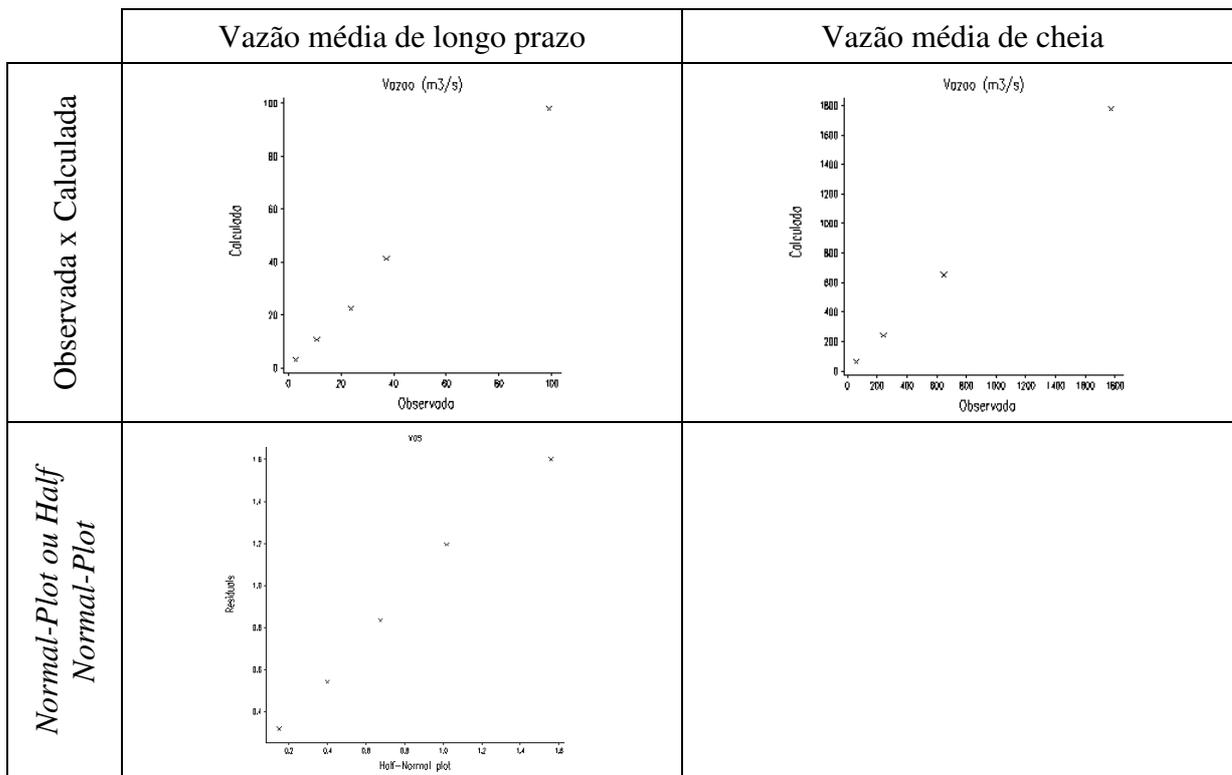


Figura 6.31 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 88 (Tr = 2,33 anos).



Em função dos resultados obtidos no ajuste da equação de regionalização é possível realizar as seguintes discussões:

a) Ajuste da vazão média de longo prazo (tabela 6.24)

- na maioria das sub-bacias, foi possível obter um coeficiente de determinação muito elevado. Em dez das onze sub-bacias, o valor de R^2 foi próximo, ou superior a 99%;
- somente na sub-bacia 87 obteve-se um valor de R^2 baixo (92,8%), se comparado com o restante das sub-bacias. Isto pode ser atribuído a deficiências na consistência dos registros e, principalmente, na metodologia empregada na determinação das descargas naqueles postos situados em locais que estejam sob influência do remanso do Lago Guaíba e da Lagoa dos Patos, onde muito provavelmente, as descargas destas estações foram estimadas sem levar em consideração os efeitos das oscilações dos níveis destes grandes corpos d’água. As estações localizadas no rio Gravataí, devem ser excluídas desta observação, já que a série de descargas utilizada foi a determinada pelo IPH (2002), desconsiderando-se as séries existentes no banco de dados da ANA;

- nas séries de vazões médias, os erros provocados pela falta de consistência dos dados e as incertezas na extrapolação da curva-chave para cotas mínimas e, principalmente, em máximas, encontram-se mascarados ou compensados, já que eles são calculados através da média dos registros médios diários, favorecendo uma melhor estimativa;
- com relação aos valores obtidos para o coeficiente λ , é possível observar que em todos os casos é próximo de zero, com uma diferença menor do que 1%. Porém em nenhuma das sub-bacias é zero. Isto sugeriria que se a equação (3.13) fosse linearizada mediante a transformação logarítmica ($\lambda = 0$), os resultados esperados, em termos de estimativa de vazão, não seriam muito diferentes daqueles obtidos mediante a transformação de Box-Cox. No entanto, se fosse aplicada diretamente a transformação convencional (logarítmica), o resultado do ajuste não seria o melhor, em termos de coeficiente de determinação (R^2) e normalidade dos resíduos;
- os valores de λ mais afastados de zero variaram entre $-0,10$ e $-0,15$ e foram utilizados para corrigir a assimetria observada das descargas das estações fluviométricas integrantes das sub-bacias 70 e 76-77. A estimativa das descargas regionalizadas utilizando o procedimento convencional de linearização ($\lambda = 0$ método logarítmico) e o procedimento utilizado nesta tese (transformada de Box-Cox - λ ótimo) podem apresentar divergências significativas, já que a diferenças entre ambos *lambdas* é do 10-15%;
- em uma das sub-bacias, a 70, foi obtido um coeficiente de determinação de 100%, no entanto a aplicabilidade da formulação proposta deve ser realizada com precaução, em função do número reduzido de estações utilizadas para o ajuste (cinco);
- em geral, as variáveis independentes disponíveis para o ajuste da equação de regionalização podem ser consideradas suficientes. A falta de dados fisiográficos, principalmente, nas sub-bacias 85, 86 e 87 pouco influenciaram no resultado final de ajuste.

b) Ajuste da vazão média de cheia (tabela 6.25)

Como era de se esperar, em termos de coeficiente de determinação (R^2), os resultados obtidos no ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheia, são inferiores aos de vazões médias de longo prazo. No entanto, elas continuam sendo elevados, próximos ou superiores a 95%. Algumas das justificativas possíveis para a obtenção de resultados menos satisfatórios é:

- por ser um único registro por ano, o máximo dos registros médios diários, este valor está fortemente influenciado pelas incertezas da extrapolação da parte superior da curva-chave, a qual na grande maioria das estações, a relação entre cotas medidas e observadas é muito grande;
- para o caso específico das sub-bacias 85, 86 e 87, além dos inconvenientes citados no ponto anterior, podem ser acrescentados problemas da consistência dos dados;

Com relação ao λ da transformação de Box-Cox:

- na maioria das estações o valor absoluto de lambda ($|\lambda|$) é superior a 0,10. O qual era esperado, devido a tratar-se de valores extremos (vazões máximas) e a assimetria das mesmas é maior;
- na sub-bacia 73, o valor de λ ótimo é igual a zero, indicando que os registros podem ser ajustados mediante a distribuição Lognormal;
- em duas das sub-bacias, 70 e 88, foi obtido um coeficiente de determinação (R^2) de 100%. Embora este valor de R^2 seja o máximo possível, a utilização da equação de regionalização proposta (tabela 6.25) deve ser empregada com precaução, em função do número reduzido de postos usados no ajuste, cinco estações.

Com a finalidade de quantificar os erros na estimativa das vazões regionalizadas em relação com as vazões observadas, foi construída a tabela 6.26, na qual são fornecidas as estatísticas do ajuste da equação de regionalização, avaliadas em termos do valor absoluto da diferença entre a vazão observada (tabela P.1 – Anexo P) e aquela que foi calculada mediante a equação de regionalização (tabelas 6.24 e 6.25). O erro da estimativa foi determinado através da equação (6.2), mostrada em seqüência:

$$Erro[\%] = \left| \frac{Q_{obs} - Q_{reg}}{Q_{obs}} \right| \quad (6.2)$$

sendo, Q_{obs} a vazão considerada como dado (tabela P.1 – Anexo P), Q_{reg} é a descarga estimada mediante a equação de regionalização (p.e. equações das tabelas 6.24 ou 6.25).

Tabela 6.26 Erro absoluto na estimativa da vazão média anual de longo prazo e de cheia.
Tr= 2,33 anos.

SB	Vazão média anual de longo prazo					Vazão média anual de cheia				
	N.Postos	Mínimo	Médio	Máximo	Mediana	N.Postos	Mínimo	Médio	Máximo	Mediana
70	5	0,1%	1,0%	2,0%	0,9%	5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
71	13	0,9%	6,6%	14,1%	6,3%	13	0,1%	18,7%	53,3%	13,8%
72	12	0,1%	5,2%	18,2%	3,9%	10	0,4%	9,6%	21,1%	8,1%
73	22	0,7%	7,5%	23,8%	5,9%	20	0,5%	15,6%	50,9%	13,2%
74	17	2,0%	13,3%	63,3%	9,1%	18	1,8%	20,6%	90,1%	15,2%
75	15	1,3%	6,7%	16,7%	4,2%	15	1,5%	25,2%	73,5%	15,1%
76-77	18	1,9%	7,4%	17,9%	5,2%	20	1,8%	19,7%	103,3%	12,8%
85	16	0,5%	17,5%	43,6%	17,6%	17	5,5%	32,1%	99,4%	18,3%
86	14	0,2%	5,0%	18,6%	3,1%	12	0,9%	22,7%	78,9%	15,2%
87	13	0,5%	20,6%	47,2%	22,3%	13	0,9%	70,0%	324,7%	23,8%
88	5	0,5%	3,8%	10,4%	1,3%	5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Conforme pode ser verificado na tabela 6.26, o ajuste da equação de regionalização de vazões médias anuais de longo prazo, em oito das onze regiões estabelecidas, o erro absoluto médio foi inferior a 7,5%. Se a análise é realizada utilizando o erro absoluto mediano, observa-se que em nove das onze regiões, o mesmo não ultrapassa o 10%. Os piores índices de ajuste foram encontrados nas sub-bacias 85 e 87, onde o erro absoluto, avaliado pela média e a mediana, é próximo de 17,5% e 20%, respectivamente.

No caso das equações de regionalização de vazões médias anuais de cheias, em duas das onze regiões, sub-bacias 70 e 88, o erro absoluto médio e mediano foi de 0%, porém nestas sub-bacias o número de estações disponíveis para o ajuste é reduzido, somente cinco postos. Em sete sub-bacias, o erro absoluto mediano foi inferior a 15% e nas duas restantes (85 e 87) o mesmo foi superior a 18% (tabela 6.26).

Uma avaliação individual dos erros de ajuste em cada estação fluviométrica em função da área de drenagem (figura 6.32) demonstra que, quando foram utilizadas as vazões médias de longo prazo (QMD), os maiores erros de ajuste, ocorreram em estações com áreas de drenagem da ordem de 400 a 500 km², estes postos estão localizados nas sub-bacias 74 e 85.

No caso das vazões de cheia (QMX), os maiores erros (superiores a 250%) pertencem a estações localizadas na sub-bacia 87, mais precisamente, em postos situados no litoral norte do Rio Grande do Sul.

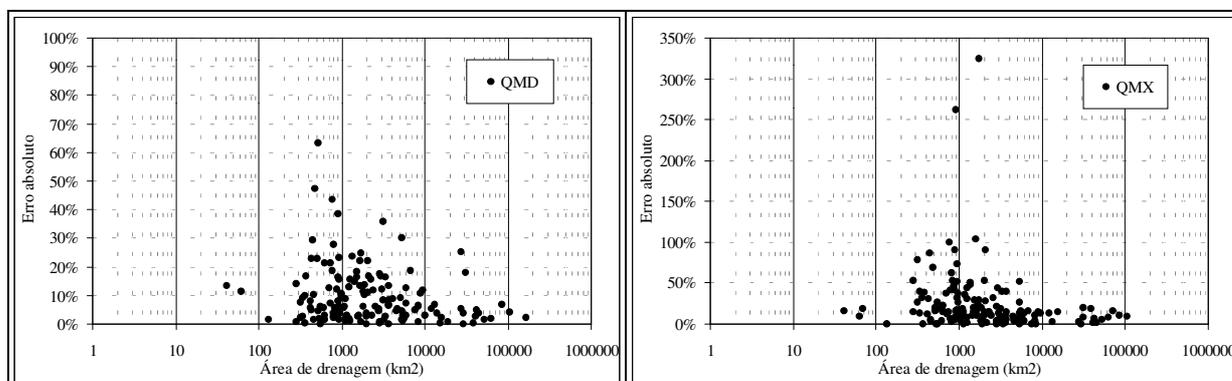


Figura 6.32 Erros absolutos da estimativa da vazão média anual de longo período (QMD) e de cheia (QMX) em função da área de drenagem das sub-bacias. $Tr=2,33$ anos.

6.3.4. Regionalização de vazão associada a um determinado risco

Na regionalização de vazões com um determinado risco foi utilizado a metodologia citada no item 2.2.3 (capítulo 2). Os parâmetros das distribuições foram estimados mediante o uso de momentos-L (item 3.4 e anexo J) segundo a formulação apresentada por Hosking e Wallis (1997) e rotinas integrantes do pacote computacional *LMOMENTS* (Hosking, 1996), escritas em linguagem FORTRAN 77 e disponíveis no site: <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>.

Inicialmente, foram selecionadas seis distribuições de probabilidades como possíveis candidatas para ser escolhida como modelo probabilístico regional de cada sub-bacia. Sendo elas: Pearson-3 (*PE3*), Normal (*NOR*), LogPearson-3 (*LP3*), Lognormal-3 (*LN3*), Valor Extremo do Tipo-I ou de Gumbel (*GUM*), e Valor Extremo Generalizado (*GEV*).

6.3.4.1 Seleção da distribuição de probabilidades mediante teste de hipóteses

Para selecionar o modelo probabilístico que será utilizado na estimativa dos quartis da distribuição, entre as seis distribuições candidatas, será utilizado o teste de hipótese empregado por Cândido (2003). Na aplicação do teste, foram utilizados ciclos de 1.000 simulações para cada estação fluviométrica e distribuição de probabilidade testada.

Estimando, a partir das amostras, os coeficientes-L (equações 3.31 a 3.34) é possível determinar os momentos-L (equações 3.35) e quocientes-L (equações 3.37 e 3.39) para cada uma das distribuições, com os quais determina-se os parâmetros das distribuições selecionadas. Finalmente, numa forma explícita ou através de aproximações numéricas, estima-se os quartis da distribuição para cada uma das estações. Arbitrariamente, foi adotado um tempo de retorno de 50 anos, ou seja, a probabilidade de que uma determinada descarga X (média ou máxima) seja maior que x é de 2%.

Os coeficientes-L, na escala original (ou linear), e logarítmica, estimados para cada uma das estações fluviométricas selecionadas, podem ser consultados nas tabelas K.1 (vazões médias) e K.2 (descargas máximas) do anexo K.

Os momentos-L e quocientes-L, estimadas em ambas as escalas (original e logarítmica), das séries de vazões médias de cheia das estações fluviométricas selecionadas, podem ser consultadas nas tabelas do anexo L. No caso das séries de vazões médias de longo prazo, os valores obtidos estão nas tabelas do anexo M.

As tabelas 6.27 (vazões médias de longo prazo) e 6.28 (vazões médias de cheia) apresentam, para cada uma das sub-bacias, o resumo das simulações realizadas nas diferentes estações fluviométricas selecionadas.

Tabela 6.27 Seleção do modelo probabilístico utilizado para estimar os quartis da distribuição em cada sub-bacia. Vazões médias de longo prazo.

Sub-bacia	Núm. de Postos	Porcentagem de aceitação das distribuições candidatas						máximo grau de aceitação	Distribuições que lograram o máximo grau de aceitação					
		PE3	NOR	LP3	LN3	GUM	GEV		PE3	NOR	LP3	LN3	GUM	GEV
70	5	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	X	X	X	X	X	X
71	13	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	X	X	X	X	X	X
72	13	100%	92%	54%	100%	100%	100%	100%	X			X	X	X
73	22	100%	95%	91%	100%	100%	100%	100%	X			X	X	X
74	18	94%	94%	94%	94%	94%	100%	100%						X
75	15	93%	93%	93%	93%	87%	93%	93%	X	X	X	X		X
76 e 77	19	79%	84%	95%	79%	79%	79%	95%			X			
85	16	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	X	X	X	X	X	X
86	14	100%	93%	79%	100%	93%	100%	100%	X			X		X
87	13	100%	100%	92%	100%	100%	100%	100%	X	X		X	X	X
88	5	80%	100%	80%	80%	80%	80%	100%		X				

Os resultados mostrados na tabela 6.27 devem ser interpretados da seguinte forma:

Considere-se, por exemplo a sub-bacia 70. A aplicação do teste de hipótese nos cinco postos fluviométricos existentes nesta, foi aceito ao nível de 90%, que 100% das séries

aleatórias geradas (1.000 séries) poderiam ser ajustadas mediante as distribuições *PE3* (Pearson-3), *NOR* (Normal), *LP3* (LogPearson-3), *LN3* (Lognormal-3), *GUM* (Gumbel), e *GEV* (Valor Extremo Generalizado). A mesma interpretação pode ser realizada para as outras sub-bacias.

Os resultados obtidos para a sub-bacia 71 são coincidentes com os da sub-bacia 70 (já interpretados). Nas outras sub-bacias, o grau de aceitação das diferentes distribuições é variável.

Tabela 6.28 Seleção do modelo probabilístico utilizado para estimar os quartis da distribuição em cada sub-bacia. Vazões médias de cheia.

Sub-bacia	Núm. de Postos	Porcentagem de aceitação das distribuições candidatas						máximo grau de aceitação	Distribuições que lograram o máximo grau de aceitação					
		PE3	NOR	LP3	LN3	GUM	GEV		PE3	NOR	LP3	LN3	GUM	GEV
70	5	100%	80%	60%	100%	100%	100%	100%	X			X	X	X
71	13	92%	77%	92%	100%	92%	100%	100%				X		X
72	11	82%	55%	82%	91%	64%	91%	91%				X		X
73	22	91%	77%	95%	100%	91%	100%	100%				X		X
74	19	84%	79%	74%	89%	89%	89%	89%				X	X	X
75	16	69%	50%	75%	75%	63%	81%	81%						X
76 e 77	24	83%	67%	63%	92%	67%	92%	92%				X		X
85	17	88%	82%	82%	88%	88%	94%	94%						X
86	12	100%	92%	75%	100%	100%	100%	100%	X			X	X	X
87	13	92%	92%	69%	92%	92%	92%	92%	X	X		X	X	X
88	5	100%	100%	80%	100%	100%	100%	100%	X	X		X	X	X

Diferentemente dos resultados apresentados na tabela 6.27, quando analisados registros de vazão máxima anual (tabela 6.28), os percentuais obtidos mostram que o grau máximo de aceitação das distribuições pré-selecionadas é menor. A distribuição de probabilidades *GEV* é o modelo que possui o maior grau de aceitação em todas as sub-bacias, seguido da distribuição *LN3*, que em nove das onze sub-bacias logra o máximo nível de aceitação da região.

Como pode ser observado nas tabelas 6.27 e 6.28, o teste de hipótese aplicado, ao igual que qualquer outro teste de hipótese, não permite identificar, entre as distribuições aceitas, qual delas é a melhor. Sendo assim, deveriam ser aplicados outros métodos estatísticos ou, como foi adotado neste trabalho, fazer uma escolha subjetiva, como a descrita a seguir:

A distribuição selecionada para estimar as descargas associadas a um tempo de recorrência de 50 anos, dentro de cada sub-bacia, foi escolhida arbitrariamente entre aquelas que possuem o maior índice de aceitação. No caso de que mais de uma distribuição possua o

índice de aceitação máximo, deu-se prioridade às distribuições de três parâmetros e, entre elas, à distribuição GEV.

A tabela 6.29, apresenta as distribuições selecionadas para estimar as vazões no tempo de recorrência de 50 anos.

Tabela 6.29 Modelos probabilísticos selecionados para estimar as descargas associadas a tempo de recorrência de 50 anos.

Série de dados	Sub-bacia hidrográfica										
	70	71	72	73	74	75	76-77	85	86	87	88
QMD	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	LP3	GEV	GEV	GEV	NOR
QMX	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV	GEV

Obs. QMD: vazão média, QMX: vazão máxima; GEV: Distribuição do Valor Extremo Generalizado, LP3: Distribuição LogPearson 3, NOR: Distribuição Normal.

De acordo com o critério de seleção descrito anteriormente e os resultados mostrados na tabela 6.29, escolheu-se a distribuição GEV para estimar as vazões médias de longo prazo (*QMD*) nas sub-bacias 70, 71, 72, 73, 74, 75, 85, 86 e 87, a distribuição LP3 para o bloco de sub-bacias 76-77 e a Normal para a sub-bacia 88. Para as descargas médias anuais de cheias (*QMX*), a distribuição GEV foi a que obteve o maior índice de aceitação em todas as sub-bacias.

Nas tabelas do anexo N podem ser conferidos os parâmetros de cada uma das distribuições de probabilidades selecionadas, citadas na tabela 6.29. Nas tabelas do anexo N são fornecidas as seguintes informações: “*ESC*” indica a escala dos dados (original ou linear e logarítmica); “*DIS*” distribuição utilizada para estimar os quartis da estação para o tempo de retorno de 50 anos e “*ND*” indica a quantidade de estações fluviométricas usadas no ajuste da equação, além de outras informações como R^2 , *d.f.* e *lambda*.

6.3.4.2 Seleção da distribuição de probabilidades mediante Diagrama de Quocientes-L

Outra forma viável para selecionar o modelo probabilístico a ser utilizado na estimativa das descargas máximas de cheia e de longo período, associadas a um determinado tempo de recorrência é através da utilização dos Diagramas de Quocientes-L. Para este fim, além dos Quocientes-L individuais das estações (anexos L e M), foram estimados os Quocientes-L ponderados para a sub-bacia, sendo que o fator de ponderação foi o número de

anos de registros de cada estação. Estes valores podem ser consultados nas tabelas do anexo L para vazões médias de cheia e nas tabelas do anexo M, para as descargas médias de longo prazo. A representação gráfica dos Quocientes-L amostrais das estações e a média regional ponderada, pode ser visualizado nas figuras 6.33 (vazões médias de longo prazo) e 6.34 (vazões médias de cheia).

Considerando-se, inicialmente, as séries de vazões médias de longo prazo, conforme pode ser apreciado nos gráficos da figura 6.33 e comparando-se com os resultados exibidos na tabela 6.27, estes gráficos demonstram certa coincidência, principalmente, para as sub-bacias 70, 71 e 86, onde as distribuições de três parâmetros (PE3, LN3 e GEV) alcançaram um grau de aceitabilidade do 100%. Nos diagramas de Quocientes-L (figura 6.33), os pontos que representam o par Assimetria-L x Curtose-L coincidem, ou estão, muito próximas das curvas teóricas das distribuições de três parâmetros citadas. No restantes das sub-bacias, observa-se uma maior dispersão dos pontos em relação às curvas teóricas, que no caso da tabela 6.27 poderia estar associado com um menor grau de aceitação das distribuições pré-selecionadas.

Quando analisadas as séries de descargas médias de cheias (tabela 6.28), os resultados devem ser interpretados de forma idêntica. Graficamente, os resultados são apresentados nos diagramas de Quocientes-L da figura 6.34. Conforme é possível ver na tabela 6.28, o nível, ou percentagem de aceitação das distribuições candidatas para serem utilizadas como modelos regional na estimativa das descargas máximas anuais, associadas a um tempo de retorno (50 anos, neste caso em particular) é inferior ao logrado para registros de vazões médias de longo prazo. Isto pode ser atribuído à maiores incertezas existentes na estimativa dessas descargas.

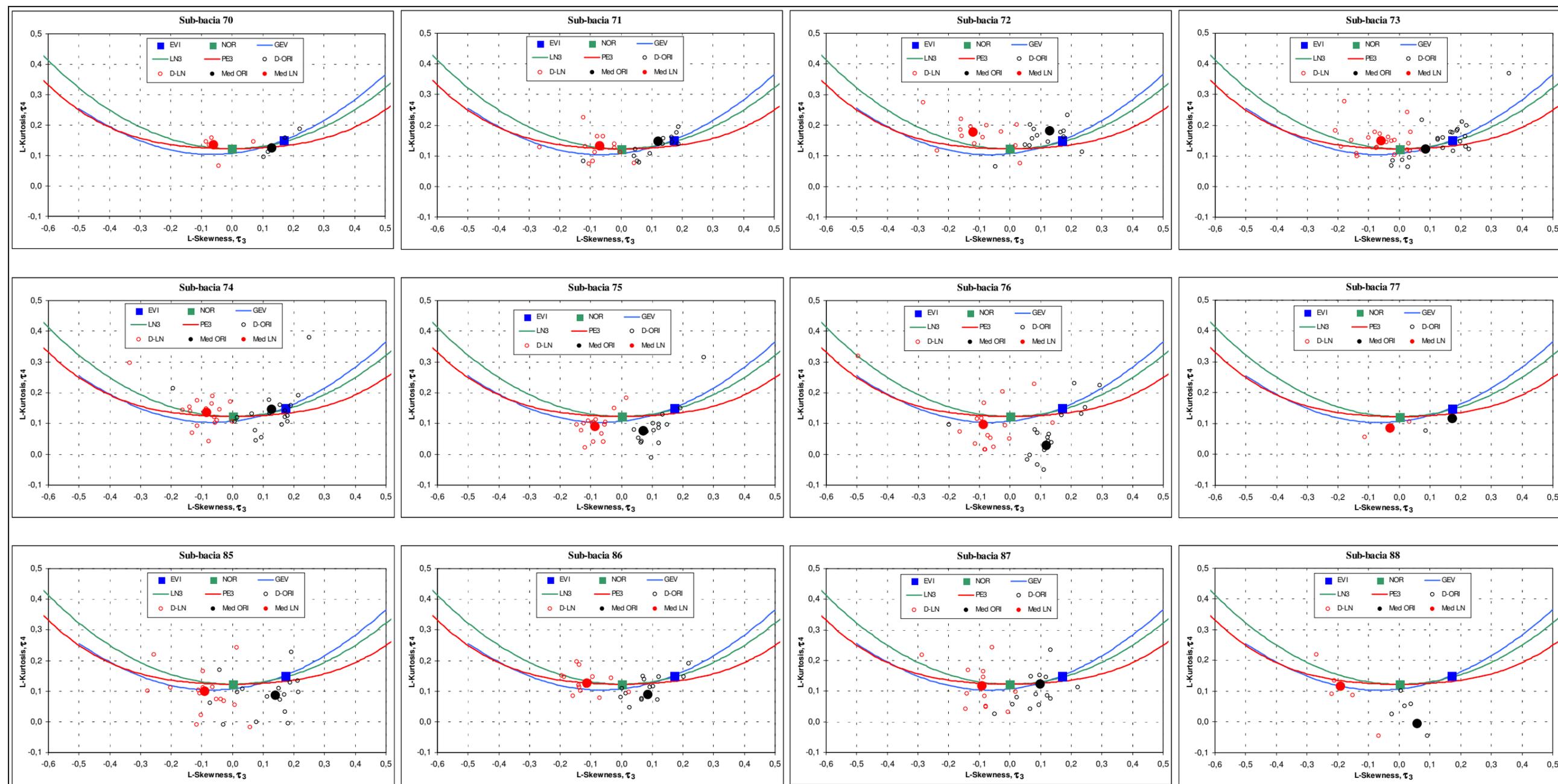


Figura 6.33 Diagrama de quocientes-L e momentos-L amostrais de dados de vazões médias de longo prazo ($T_r = 2,33$ anos).
 OBS. Os valores representados em cada uns dos gráficos podem ser consultados no anexo M.

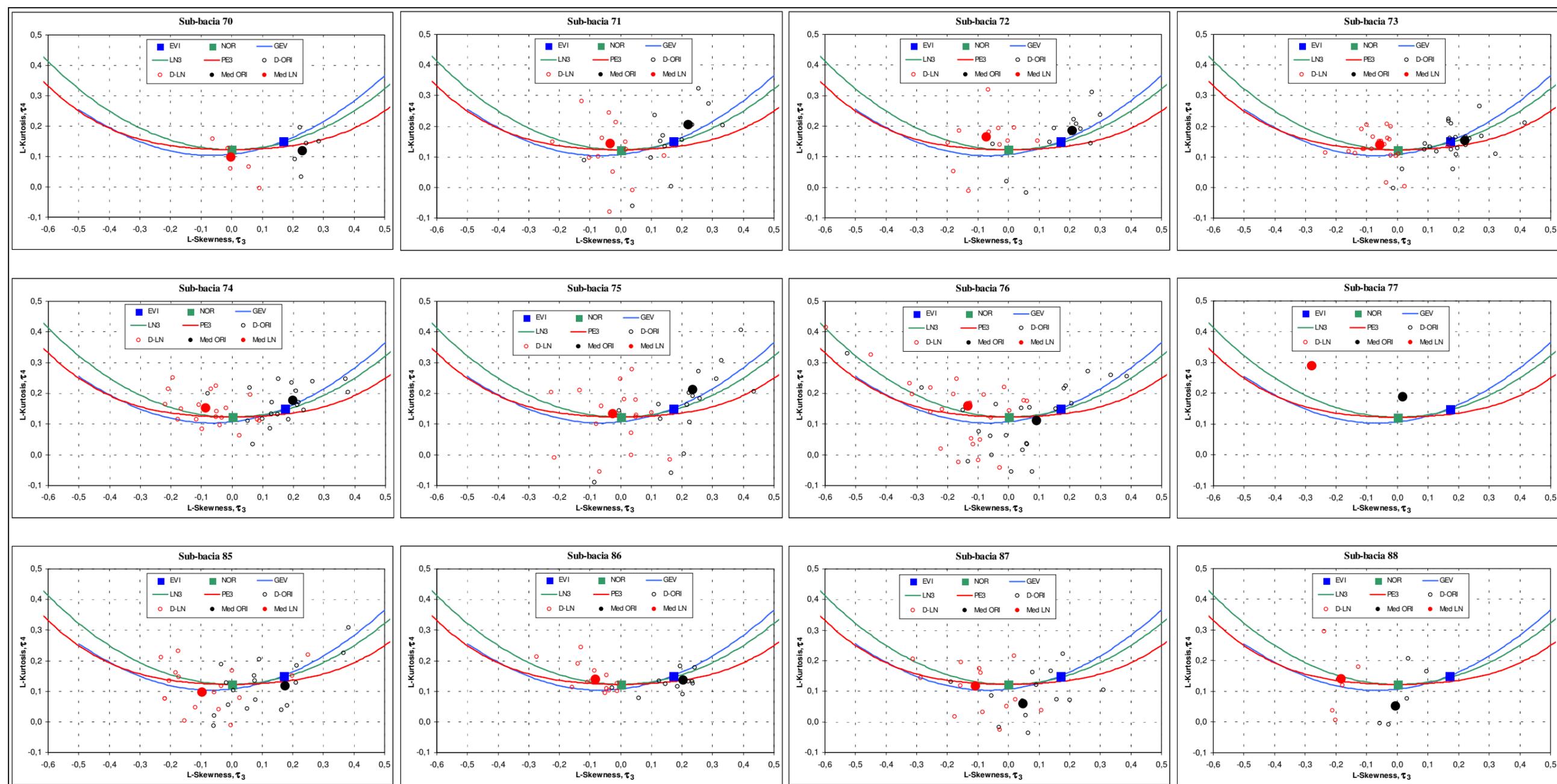


Figura 6.34 Diagrama de quocientes-L e momentos-L amostrais de dados de vazões médias de cheia ($Tr = 2,33$ anos).
 OBS. Os valores representados em cada uns dos gráficos podem ser consultados no anexo L.

6.3.4.3 Regionalização de vazões (Tr = 50 anos)

Utilizando o mesmo procedimento empregado para a regionalização de vazões com tempo de retorno de 2,33 anos (item 6.3.3) foram obtidos os resultados apresentados nas tabelas 6.30 (vazões médias de longo prazo) e 6.31 (vazões médias de cheia). Graficamente, os resultados do ajuste podem ser visualizados nas figuras 6.35 a 6.45. Podendo ser observado: i) a qualidade do ajuste, representado mediante gráficos que mostram a relação entre vazões observadas e calculadas; e ii) o grau de verificação da hipótese de normalidade dos resíduos da regressão, isto pode ser comprovado através dos diagramas *Half Normal Plot* ou o *Normal Plot*.

Conforme pode ser verificado na tabela 6.30 (vazões médias de longo prazo), os resultados obtidos no ajuste das equações de regionalização permanece muito elevado, próximos ou superior ao 99%. A exceção, novamente, corresponde à sub-bacia 87, cujo coeficiente de determinação (R^2) foi de 96,2%, também satisfatório e, inclusive, superior ao coeficiente obtido no ajuste da equação de regionalização para tempo de retorno de Tr=2,33 anos (tabela 6.30). Esta “melhora” pode ser atribuída somente ao “efeito numérico” da análise de frequência e não à qualidade dos registros, já que os mesmos continuam com as mesmas limitações que foram citadas na regionalização de vazões para tempo de retorno de 2,33 anos.

Quanto ao valor do λ utilizado para normalizar os resíduos da regressão (transformação de Box-Cox), pode-se observar que o valor ótimo de λ em oito das onze sub-bacias, foi próximo de zero, sugerindo que no caso da utilização do procedimento convencional de linearização (transformação logarítmica), os erros na estimativa da vazão regionalizada poderiam ser considerados desprezíveis, embora não seja a melhor estimativa. Nas sub-bacias 70, 72 e 74, o valor absoluto de λ foi superior a 0,10.

Quanto aos resultados do ajuste da equação de regionalização de vazões de cheias (tabela 6.31), podem ser estabelecidas as mesmas interpretações e justificativas já citadas para a tabela 6.25. Na tabela 6.32 é apresentado um resumo estatístico do valor absoluto dos erros (equação 6.2) envolvidos no ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo período e de cheias, ambas para o período de retorno, de 50 anos.

Tabela 6.30 Regionalização de vazões médias de longo prazo – Q_{lp-50} - (Tr = 50 anos).

SB	ND	DIST	Equações utilizadas		d.f.	R ²	λ
70	5	GEV	$Q^* = 0,78297 + 0,41355 \cdot \log_e(A) - 0,31035 \cdot \log_e(S)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,125 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,125} \right)}$	2	100,0	-0,125
71	13	GEV	$Q^* = 72,54757 + 1,07867 \cdot \log_e(A) + 0,18371 \cdot \log_e(L) + 0,33707 \cdot \log_e(S) - 10,53426 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,020 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,020} \right)}$	8	99,5	-0,020
72	13	GEV	$Q^* = 0,54146 + 0,22328 \cdot \log_e(A) + 0,18591 \cdot \log_e(L) - 0,08790 \cdot \log_e(S)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,190 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,190} \right)}$	9	99,0	-0,190
73	22	GEV	$Q^* = -2,93035 + 1,07124 \cdot \log_e(A)$	$Q_{lp-50} = \left[0,034 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,034} \right)}$	20	99,3	0,034
74	18	GEV	$Q^* = -10,46683 + 2,44213 \cdot \log_e(A) - 0,24274 \cdot \log_e(L) + 0,28088 \cdot \log_e(S)$	$Q_{lp-50} = \left[0,142 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,142} \right)}$	14	99,2	0,142
75	15	GEV	$Q^* = -5,24520 + 1,26769 \cdot \log_e(A) + 0,30150 \cdot \log_e(S) + 0,21046 \cdot \log_e(N)$	$Q_{lp-50} = \left[0,050 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,050} \right)}$	11	99,6	0,050
76-77	19	LP3	$Q^* = -6,83695 + 0,65510 \cdot \log_e(A) + 0,77382 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,070 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,070} \right)}$	16	99,5	-0,070
85	16	GEV	$Q^* = -19,29103 + 0,80609 \cdot \log_e(A) + 2,32647 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,041 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,041} \right)}$	13	99,7	-0,041
86	14	GEV	$Q^* = -1,26349 + 0,67077 \cdot \log_e(A)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,074 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,074} \right)}$	12	98,8	-0,074
87	13	GEV	$Q^* = -9,44363 + 0,88943 \cdot \log_e(A) + 0,91985 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp-50} = \left[-0,035 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{-0,035} \right)}$	10	96,2	-0,035
88	5	NOR	$Q^* = -27,51508 + 0,96016 \cdot \log_e(A) + 3,38414 \cdot \log_e(P)$	$Q_{lp-50} = \left[0,007 \cdot Q^* + 1 \right]^{\left(\frac{1}{0,007} \right)}$	2	99,7	0,007

OBS.: SB é o código de identificação da bacia; ND é o número de estações que foram utilizadas no ajuste da equação; DIST é a distribuição de probabilidades utilizada para estimar os quartis; d.f. são os graus de liberdade do ajuste; R² é o coeficiente de determinação do ajuste; λ é o valor do lambda utilizado na transformada de Box-Cox.

Tabela 6.31 Regionalização de vazões médias de cheia – Q_{ch-50} - (Tr = 50 anos).

SB	ND	DIST	Equações utilizadas	d.f.	R ²	λ
70	5	GEV	$Q^* = -141,94352 + 14,91189 \cdot \log_e(A) + 41,68965 \cdot \log_e(L) - 23,25480 \cdot \log_e(N)$	1	100,0	0,460
			$Q^* = -678,81100 + 125,57350 \cdot \log_e(A)$	3	96,7	0,663
71	13	GEV	$Q^* = 0,37855 + 0,46786 \cdot \log_e(A) + 0,15991 \cdot \log_e(S)$	10	89,9	-0,152
72	11	GEV	$Q^* = 1,89864 + 0,02947 \cdot \log_e(A) + 0,57140 \cdot \log_e(L)$	8	92,4	-0,115
73	22	GEV	$Q^* = -1,03375 + 1,43433 \cdot \log_e(A) - 0,45877 \cdot \log_e(N)$	19	97,3	0,031
74	19	GEV	$Q^* = -42,31307 + 8,25732 \cdot \log_e(A) + 3,78740 \cdot \log_e(S) - 0,85367 \cdot \log_e(N)$	15	98,8	0,229
75	16	GEV	$Q^* = -142,47432 + 41,64464 \cdot \log_e(A) - 49,32609 \cdot \log_e(L) + 17,25668 \cdot \log_e(S) + 25,96774 \cdot \log_e(N)$	11	92,7	0,381
76-77	24	GEV	$Q^* = -7115,83610 + 64,49771 \cdot \log_e(A) - 53,52467 \cdot \log_e(L) - 75,88721 \cdot \log_e(S) + 948,67173 \cdot \log_e(P)$	19	88,0	0,609
85	17	GEV	$Q^* = 2,11350 + 0,42006 \cdot \log_e(A)$	15	85,0	-0,069
86	12	GEV	$Q^* = -11,99232 + 3,90112 \cdot \log_e(A)$	10	83,1	0,199
87	13	GEV	$Q^* = -680,36915 + 24,33893 \cdot \log_e(A) + 73,15631 \cdot \log_e(P)$	10	86,6	0,435
88	5	GEV	$Q^* = -3,14257 + 0,04418 \cdot \log_e(A) + 0,66884 \cdot \log_e(P)$	2	100,0	-0,463

OBS.: SB é o código de identificação da bacia; ND é o número de estações que foram utilizadas no ajuste da equação; DIST é a distribuição de probabilidades utilizada para estimar os quartis; d.f. são os graus de liberdade do ajuste; R² é o coeficiente de determinação do ajuste; λ é o valor do lambda utilizado na transformada de Box-Cox.

Figura 6.35 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 70 (Tr = 50 anos).

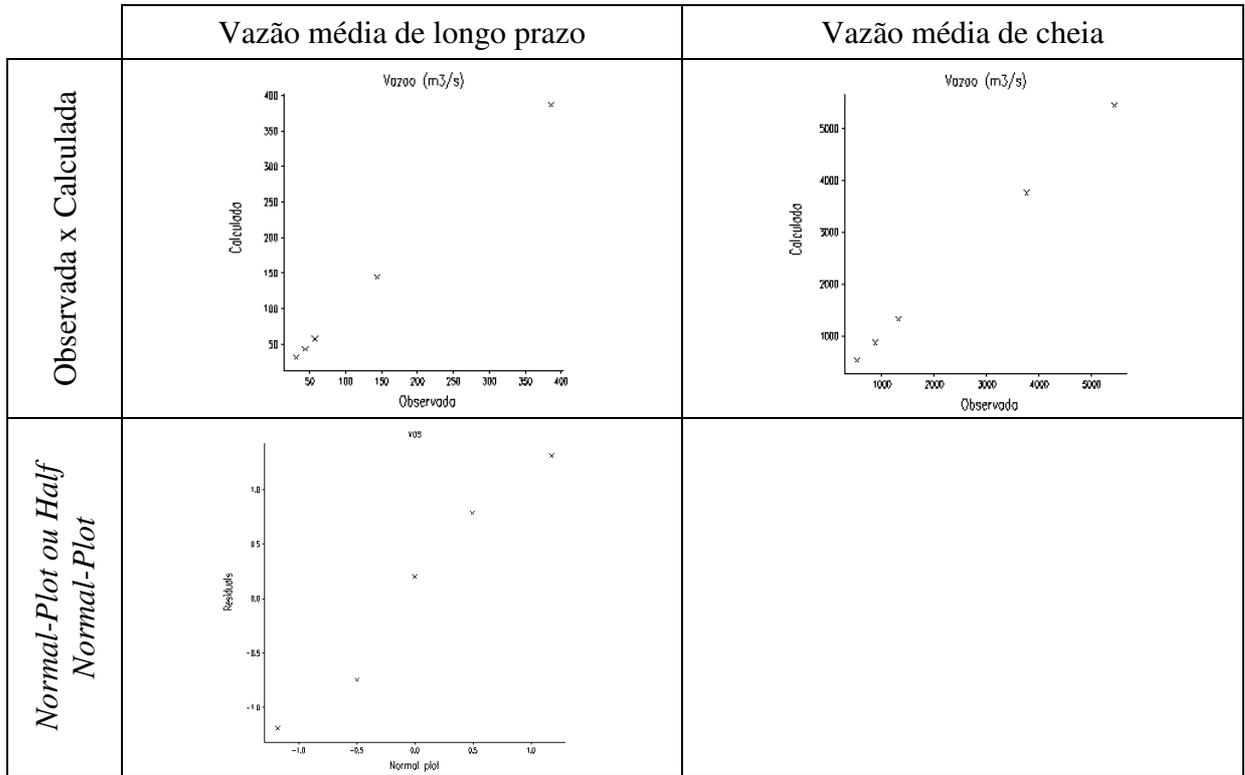


Figura 6.36 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 71 (Tr = 50 anos).

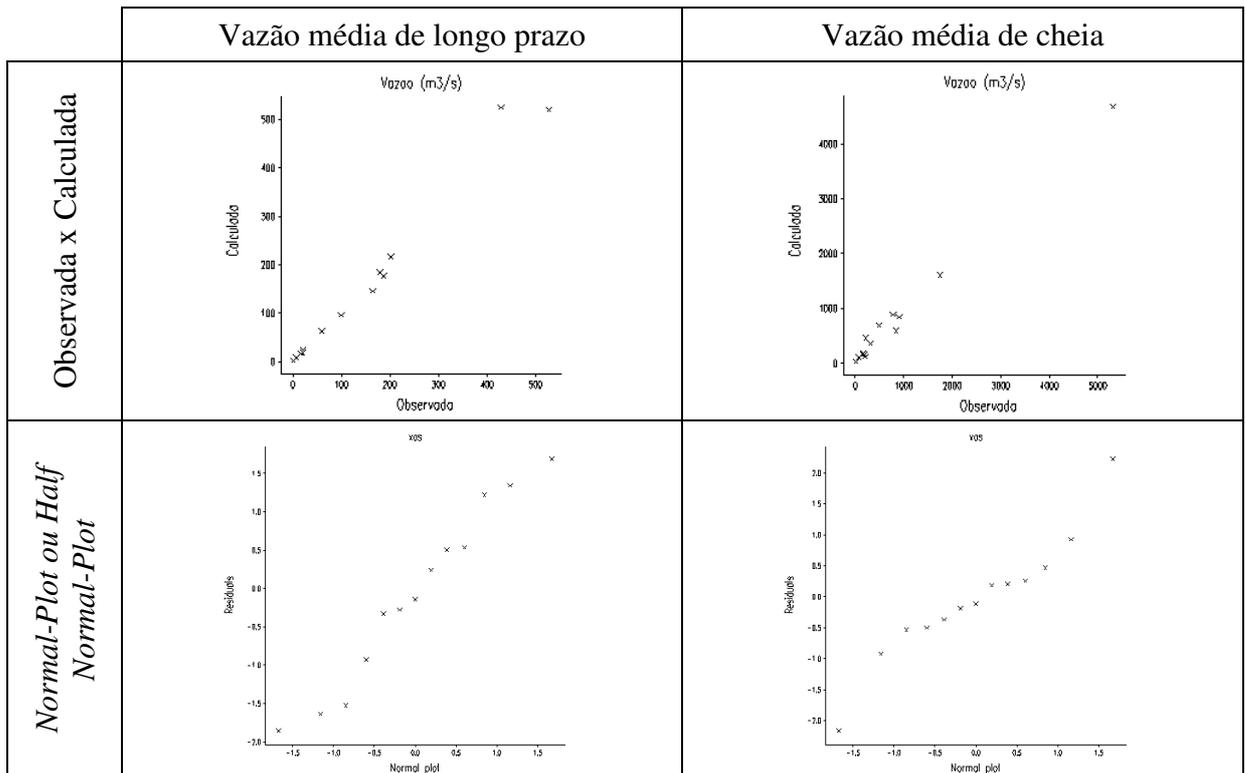


Figura 6.37 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 72 (Tr = 50 anos).

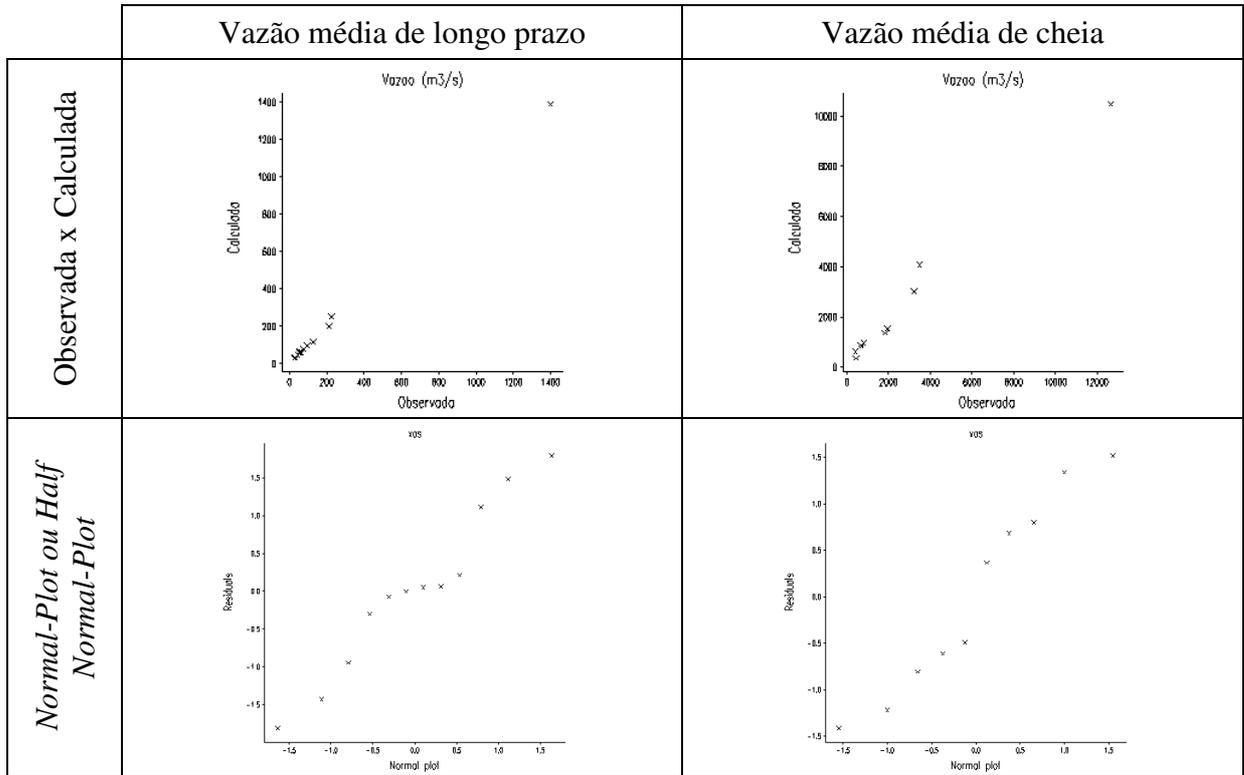


Figura 6.38 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 73 (Tr = 50 anos).

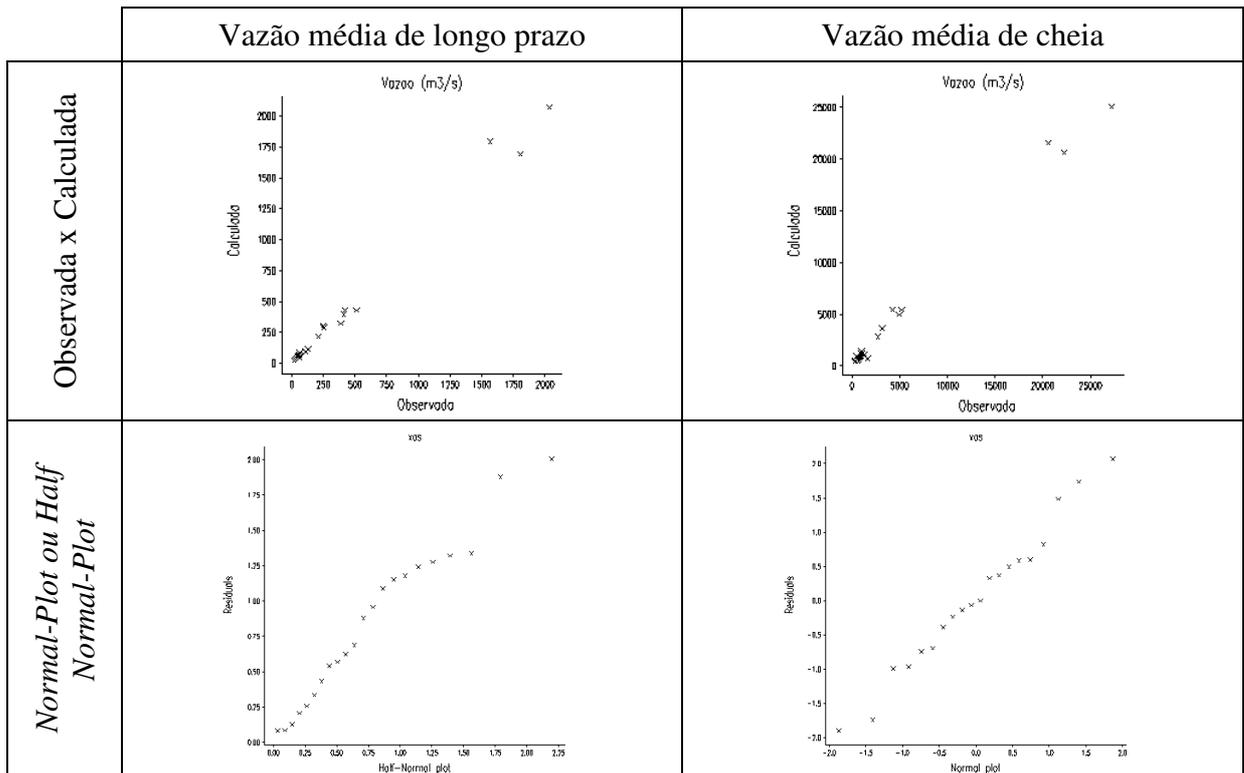


Figura 6.39 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 74 (Tr = 50 anos).

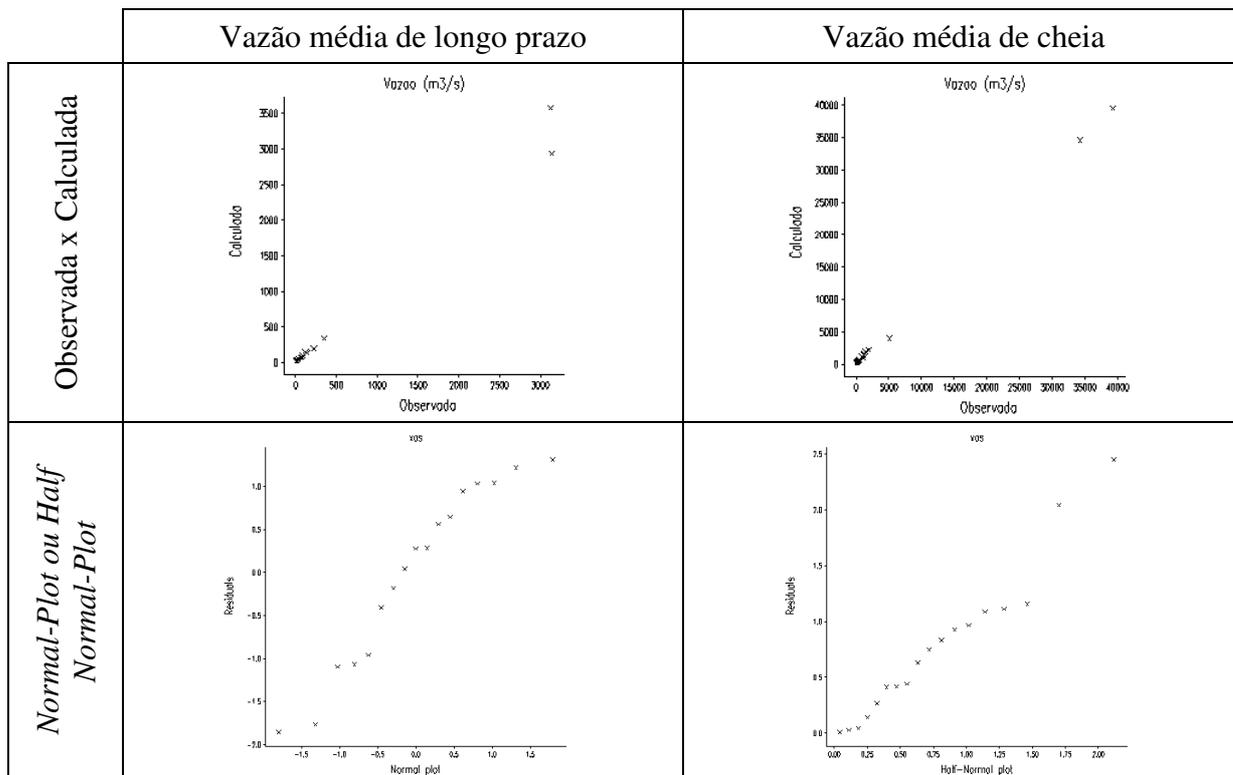


Figura 6.40 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 75 (Tr = 50 anos).

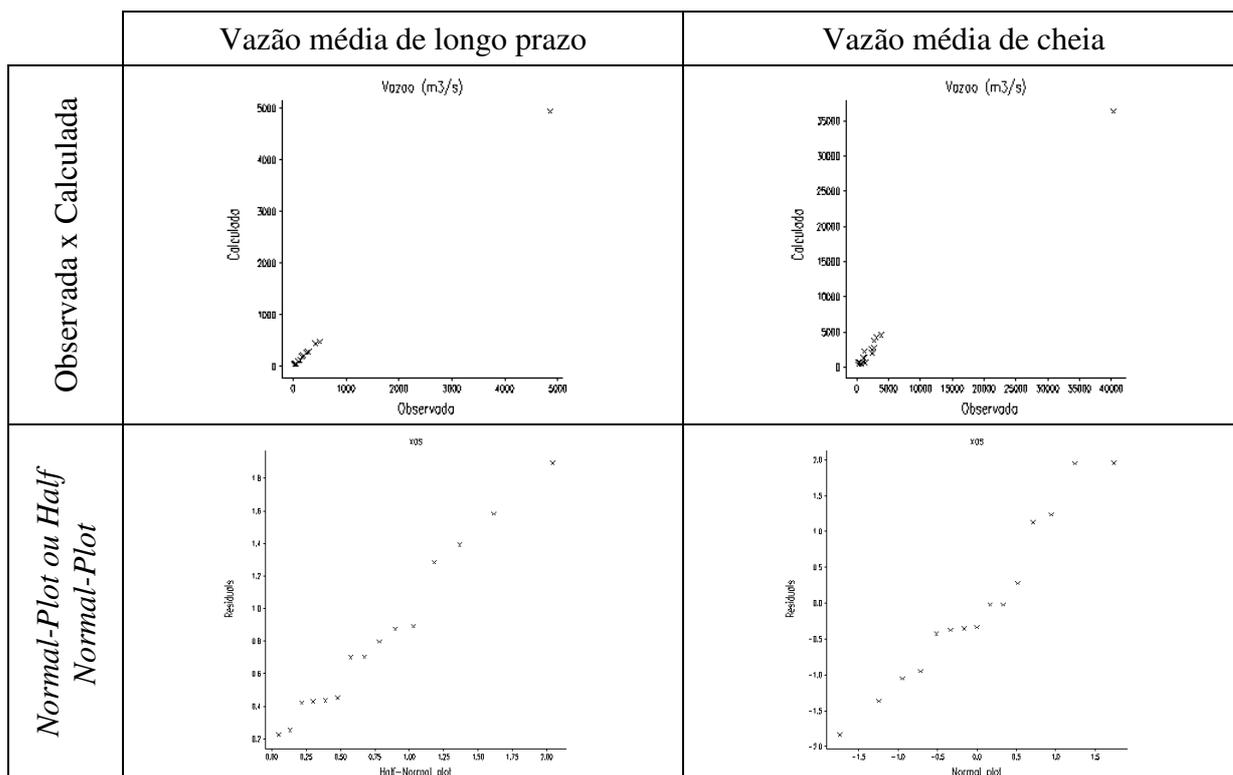


Figura 6.41 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) no bloco de bacias hidrográficas 76-77 (Tr = 50 anos).

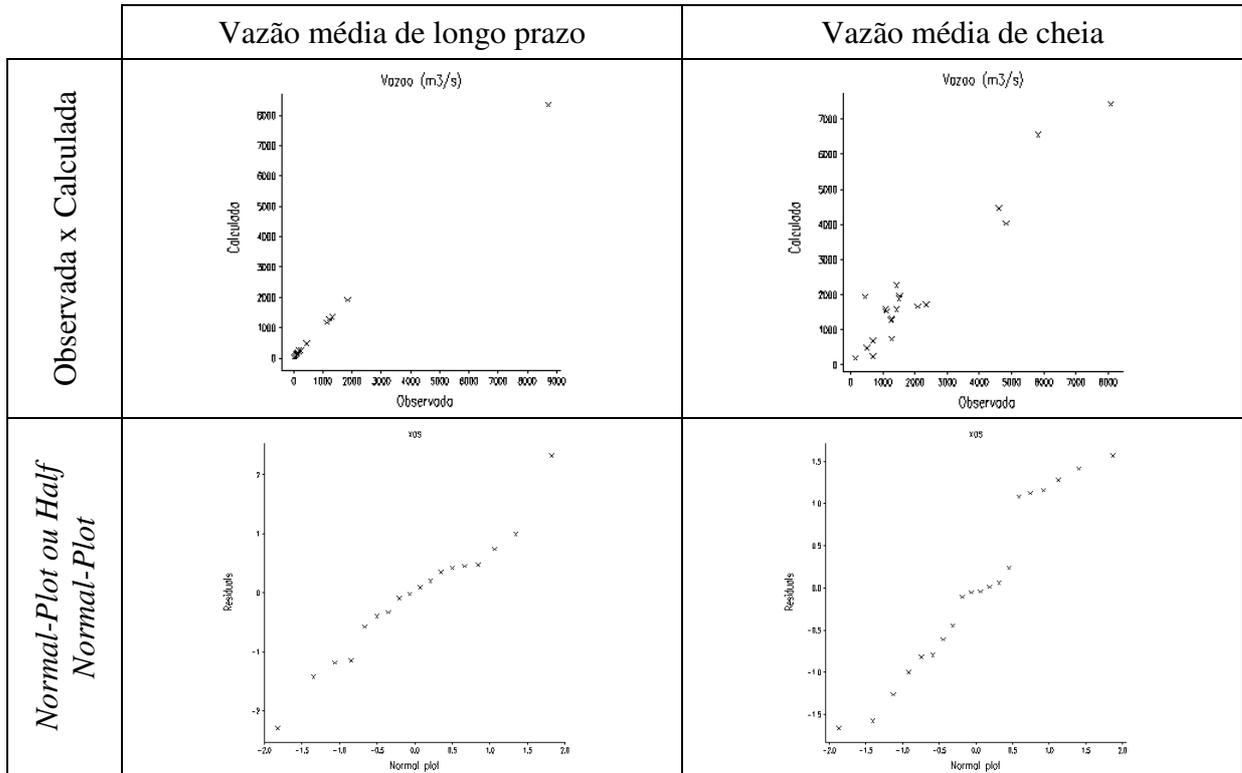


Figura 6.42 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 85 (Tr = 50 anos).

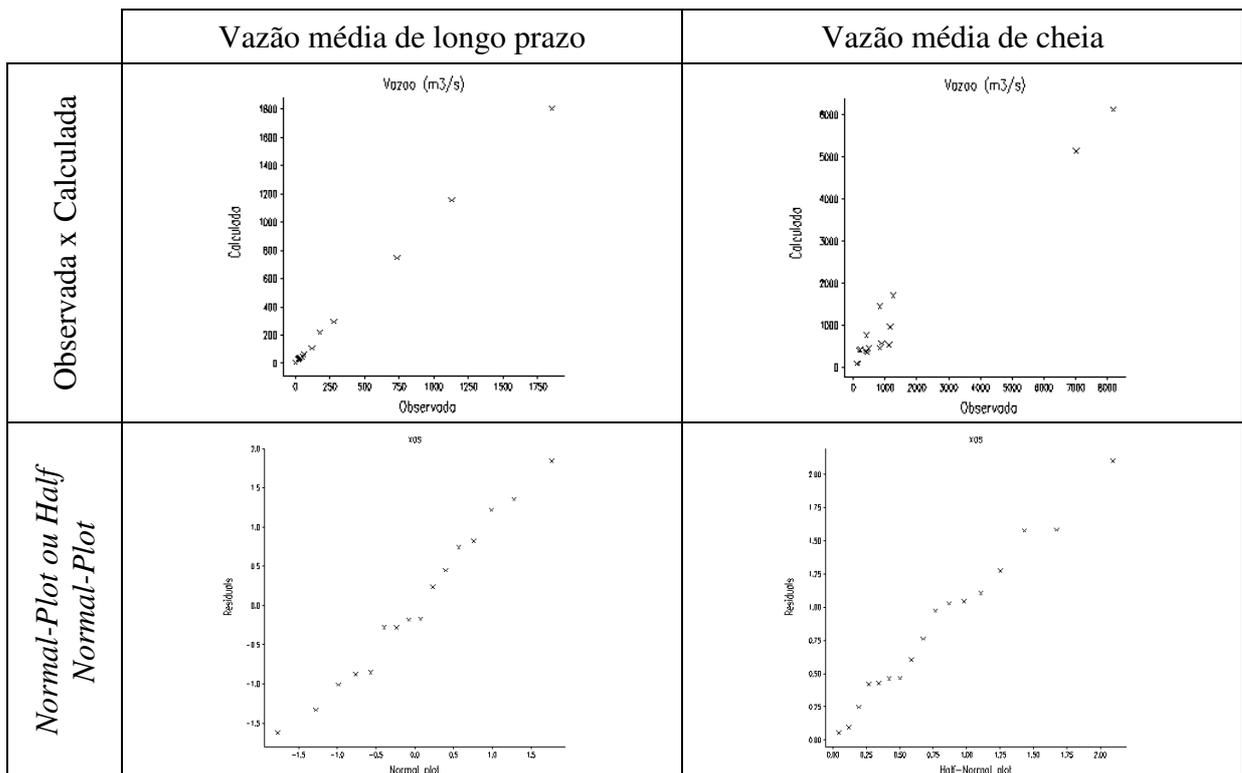


Figura 6.43 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 86 (Tr = 50 anos).

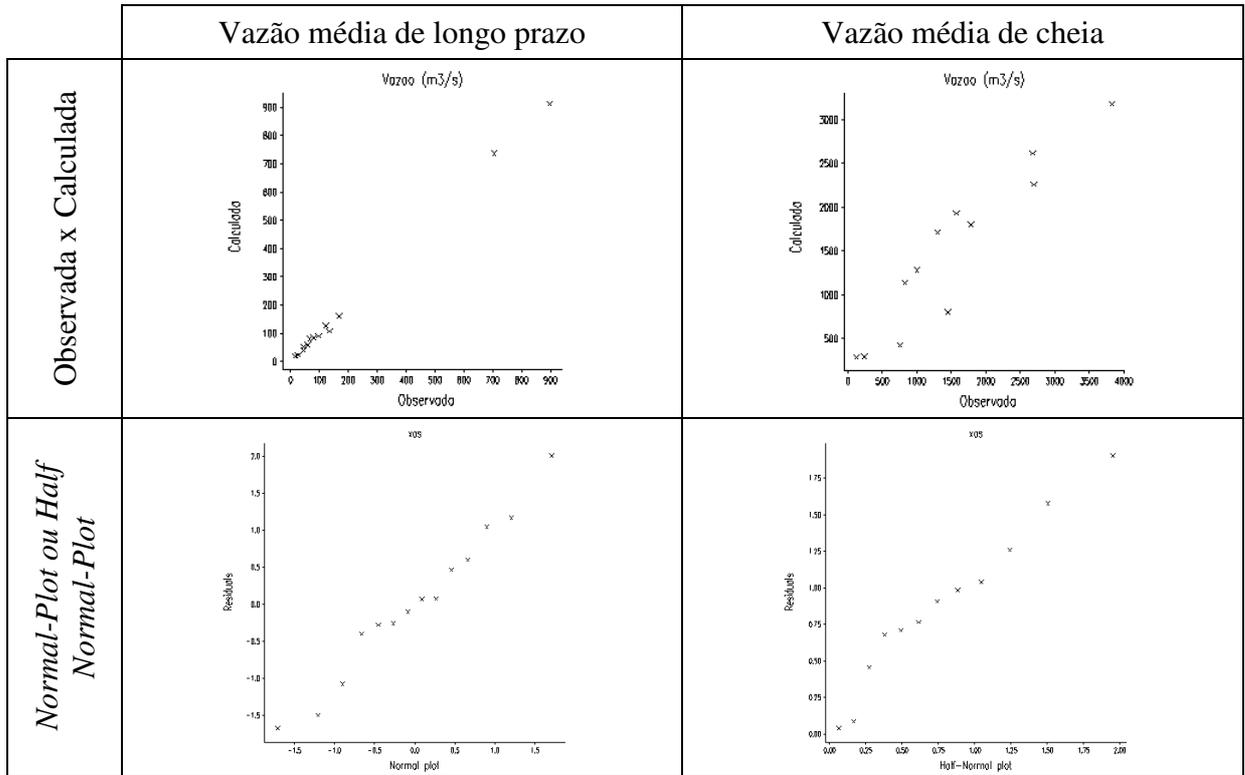


Figura 6.44 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 87 (Tr = 50 anos).

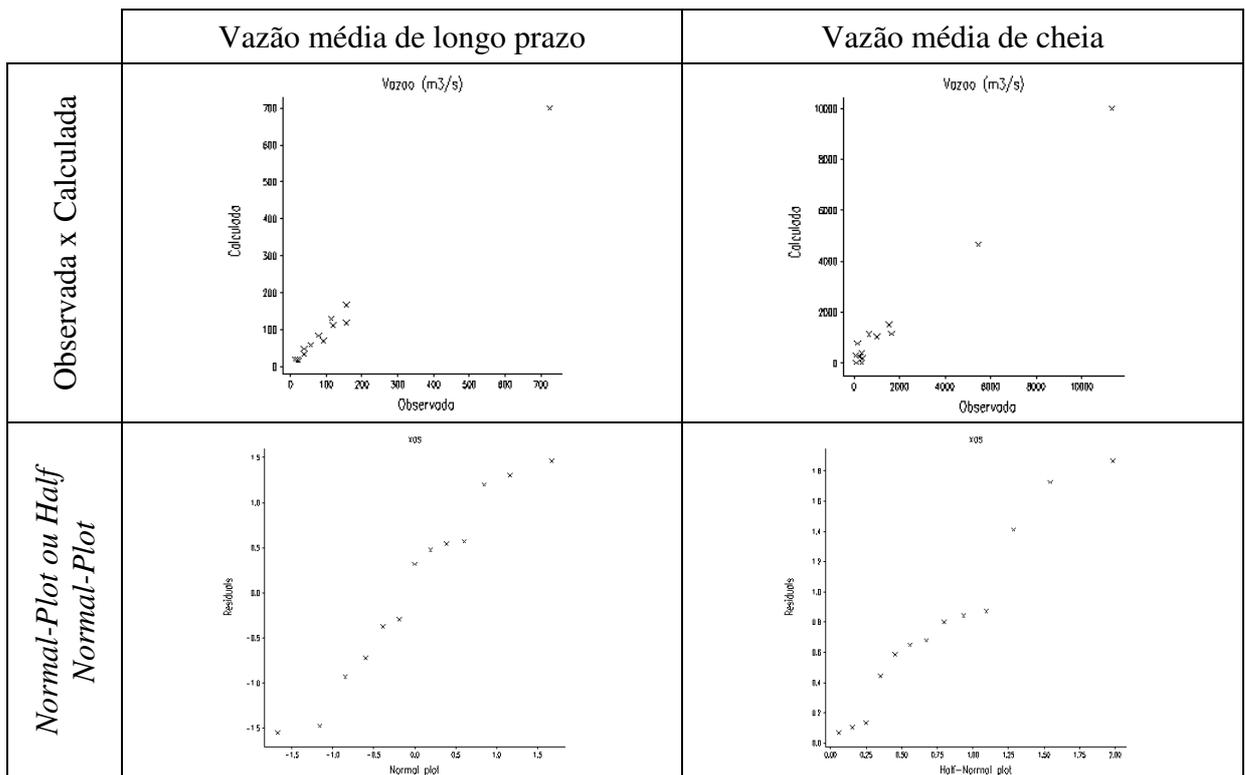


Figura 6.45 Qualidade do ajuste da equação de regionalização (observada x calculada) e verificação da normalidade dos resíduos da regressão (*Normal Plot* ou *Half-Normal Plot*) na bacia hidrográfica 88 (Tr = 50 anos).

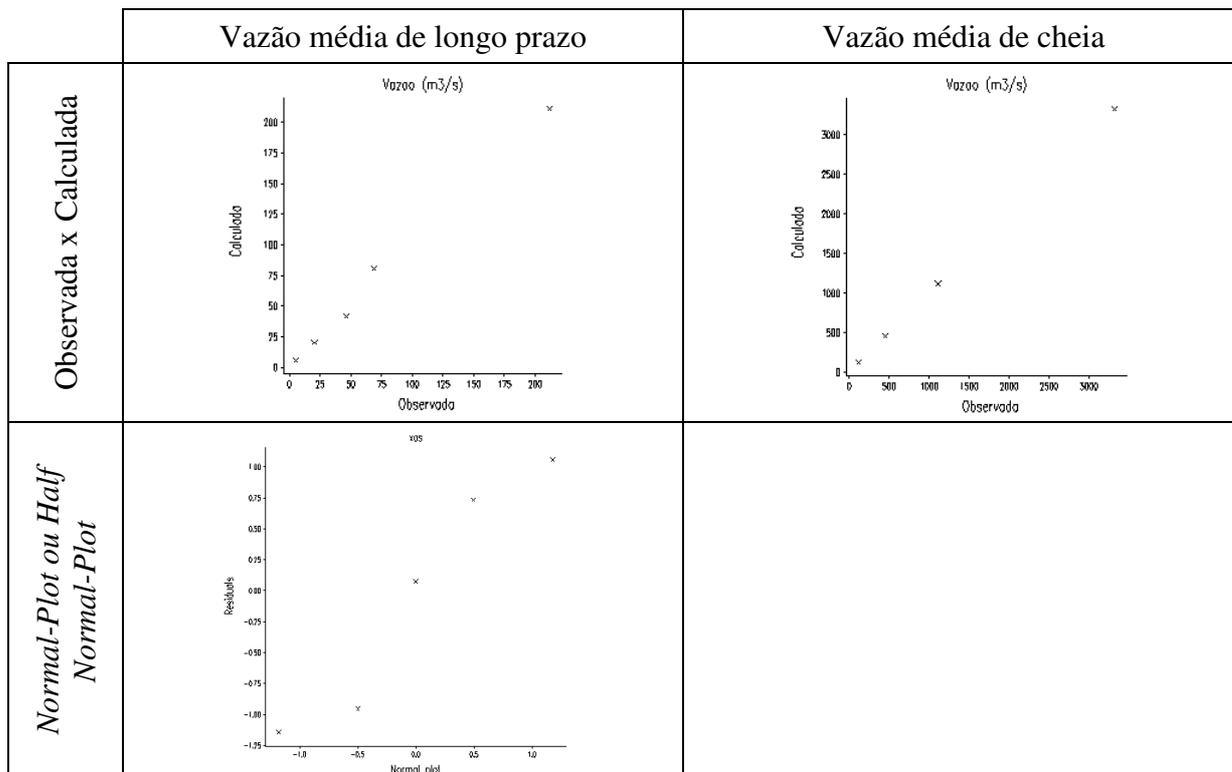


Tabela 6.32 Erro absoluto na estimativa da vazão média anual de longo prazo e de cheia. Tr= 50 anos.

SB	Vazão média anual de longo prazo				
	Número de Postos	Mínimo	Médio	Máximo	Mediana
70	5	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%
71	13	1,6%	7,5%	21,9%	5,5%
72	12	0,1%	5,7%	15,0%	4,4%
73	22	1,1%	11,9%	36,2%	10,6%
74	17	8,4%	63,9%	185,6%	57,0%
75	15	1,5%	6,7%	21,3%	5,0%
76-77	18	0,4%	8,3%	33,5%	4,6%
85	16	1,4%	8,8%	23,3%	7,7%
86	14	0,9%	8,3%	20,2%	5,4%
87	13	3,7%	16,3%	43,7%	11,0%
88	5	0,5%	6,2%	17,0%	1,7%

Número de Postos	Vazão média anual de cheia			
	Mínimo	Médio	Máximo	Mediana
5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
13	3,7%	27,9%	114,4%	12,1%
10	6,2%	21,6%	47,1%	19,2%
20	0,1%	21,2%	76,0%	15,8%
18	0,2%	19,2%	55,7%	15,4%
15	0,7%	34,7%	132,9%	25,7%
20	0,6%	38,6%	337,3%	21,1%
17	2,9%	41,0%	119,7%	26,9%
12	1,0%	32,3%	122,0%	24,8%
13	3,1%	77,9%	364,8%	29,6%
5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Na tabela 6.32 pode ser verificado que no ajuste da equação de regionalização de vazões médias de longo prazo (QMD), o pior resultado é o da sub-bacia 74, onde, em termos percentuais, o erro absoluto médio foi do 63,9%. Este índice elevado está fortemente influenciado pelos erros no ajuste de quatro postos, dos 17 existentes na sub-bacia. O

percentual de erro em valor absoluto, é superior a 100% (figura 6.46). Em oito das onze regiões, o ajuste pode ser considerado satisfatório, visto que o erro absoluto médio é inferior a 9%, ou se é utilizado o erro absoluto mediano, este índice diminui a 7,7%. Nas duas regiões restantes, sub-bacias 73 e 87, o erro absoluto mediano é próximo de 11%.

No caso das equações de regionalização de vazões médias de cheias (QMX), na maioria das sub-bacias, o erro absoluto mediano varia entre 15 a 25%.

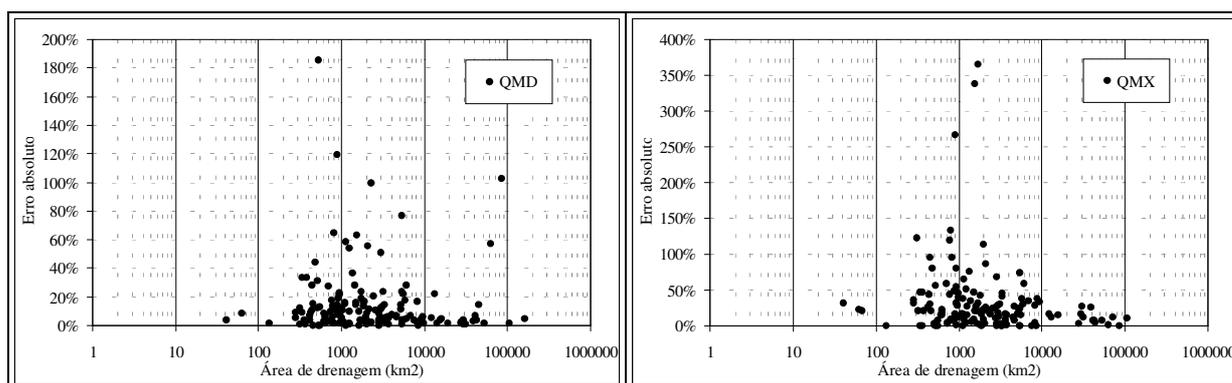


Figura 6.46 Erros absolutos da estimativa da vazão média anual de longo período (QMD) e de cheia (QMX) em função da área de drenagem das sub-bacias. Tr = 50 anos.

As equações de regionalização de vazões citadas nas tabelas 6.24 e 6.25 (Tr=2,33 anos) e nas tabelas 6.30 e 6.31 (Tr=50 anos) foram estimadas usando postos fluviométricos cuja área de drenagem variaram nos limites definidos nas tabelas 6.33 e 6.34.

Tabela 6.33 Limites de aplicabilidade das equações de regionalização de vazões médias, em função da área de drenagem.

Sub-bacia		70	71	72	73	74	75	76-77	85	86	87	88
Número de Estações		5	13	13	22	18	15	19	18	14	13	5
Áreas de drenagem (km ²)	Mínima	528	41	414	282	337	629	376	62	314	435	133
	Máxima	8400	13114	29114	52671	85809	104162	163547	38753	19200	15543	5370
	Média	2687	3256	4096	8805	9436	9963	18030	7502	3829	2904	1756
	Mediana	1119	1984	1604	1674	1016	2131	3310	1101	1777	1718	1043
Frequência das áreas de drenagem	A (km ²) < 10 ²	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%
	10 ² ≤ A (km ²) < 10 ³	40%	38%	23%	41%	50%	40%	11%	44%	29%	31%	40%
	10 ³ ≤ A (km ²) < 10 ⁴	60%	46%	69%	45%	39%	53%	58%	28%	57%	62%	60%
	10 ⁴ ≤ A (km ²) < 10 ⁵	0%	8%	8%	14%	11%	0%	26%	22%	14%	8%	0%
	A (km ²) ≥ 10 ⁵	0%	0%	0%	0%	0%	7%	5%	0%	0%	0%	0%

Tabela 6.34 Limites de aplicabilidade das equações de regionalização de vazões máximas, em função da área de drenagem.

Sub-bacia		70	71	72	73	74	75	76-77	85	86	87	88
Número de Estações		5	14	13	23	19	16	25	17	12	13	5
Áreas de drenagem (km ²)	Mínima	528	41	414	282	337	629	376	62	314	444	133
	Máxima	8400	13114	29114	52671	85809	104162	163547	38753	3622	71454	5370
	Média	2687	3344	4096	8456	8987	9967	14304	5587	1548	8124	2532
	Mediana	1119	2482	1604	1498	907	2704	2878	973	1488	1718	1873
Frequência das áreas de drenagem	$A \text{ (km}^2\text{)} < 10^2$	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%
	$10^2 \leq A \text{ (km}^2\text{)} < 10^3$	40%	36%	23%	43%	53%	38%	8%	41%	33%	31%	40%
	$10^3 \leq A \text{ (km}^2\text{)} < 10^4$	60%	50%	69%	43%	37%	50%	68%	35%	67%	54%	60%
	$10^4 \leq A \text{ (km}^2\text{)} < 10^5$	0%	7%	8%	13%	11%	6%	20%	12%	0%	15%	0%
	$A \text{ (km}^2\text{)} \geq 10^5$	0%	0%	0%	0%	0%	6%	4%	0%	0%	0%	0%

6.4 Dependência espacial dos resíduos da regressão

O terceiro objetivo desta tese de doutorado é verificar se os resíduos das equações de regionalização, citadas nas tabelas 6.24 e 6.25 ($Tr=2,33$ anos) e nas tabelas 6.30 e 6.31 ($Tr=50$ anos) são independentes ou não. A independência dos resíduos da regressão é uma das duas hipóteses mais importantes dos modelos de regressão ordinários (simples ou múltipla) no qual está baseado o método dos mínimos quadrados (MQO), geralmente, o mais utilizado na regionalização de vazões, bem como no método dos mínimos quadrados ponderados (MQP), selecionado nesta tese para a determinação dos coeficientes da equação de regionalização. A outra hipótese importante é que os resíduos da regressão possuem a mesma variância (Hirsch et al., 1993).

Convém salientar que o termo *independência dos resíduos* refere-se a uma avaliação bidimensional: *espaço-tempo*. A independência temporal foi tratada no item 6.1. Neste item será analisada a independência espacial dos resíduos da regressão.

Embora a independência dos resíduos da regressão seja uma das hipóteses principais dos modelos de regressão linear (entre os quais estão incluídos o MQO e o MQP), geralmente, esta hipótese, e outras, como a normalidade dos resíduos e homogeneidade da variância, são *assumidas* como verificadas, mas na maioria das vezes, dificilmente, são comprovadas.

No caso em que os resíduos estejam correlacionados (não sejam independentes), a utilização do método MQO (equação 3.19), ou do MQP (equação 3.23), para estimar o vetor de coeficientes β da equação de regionalização, seriam usados de forma inadequada. Nestes casos é necessário utilizar outros métodos mais abrangentes e, complexos, como por exemplo,

o método dos Mínimos Quadrados Generalizados (MQG); os Modelos Lineares Generalizados (GLM) e Modelos Mistos Lineares Generalizados (GLMM), descritos superficialmente no item 2.2.4 da revisão bibliográfica, e o método REML (*Residual Maximum Likelihood*) (Clarke, 1996).

Para verificar a existência de correlação espacial entre os resíduos da regressão, será usada a metodologia descrita no item 3.5 e os arquivos de dados indicados na seqüência:

- 1) matriz com as distâncias entre as estações, obtidas das tabelas 5.4 a 5.12. A análise das sub-bacias 70 e 88 não será realizado devido ao reduzido número de estações disponíveis; e
- 2) os resíduos da regionalização de vazões de médias de longo prazo e de cheia, para os tempos de retorno de 2,33 e 50 anos, disponíveis no anexo O.

Para definir a amplitude da janela móvel que será utilizada na determinação das correlações entre os resíduos da regressão, adotou-se, arbitrariamente, que a distância máxima existente entre as estações D_{\max} de cada uma das sub-bacias hidrográficas, poderia ser dividida em: 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 intervalos de igual amplitude. Na medida que o número de intervalos aumenta, a amplitude da janela diminui. Desta forma pretende-se obter um número suficiente de pontos de modo a identificar se os resíduos da regionalização estão correlacionados, ou não.

Os resultados obtidos nas simulações realizadas podem ser visualizados nos gráficos das figuras 6.47 a 6.55, bem como uma avaliação crítica dos mesmos.

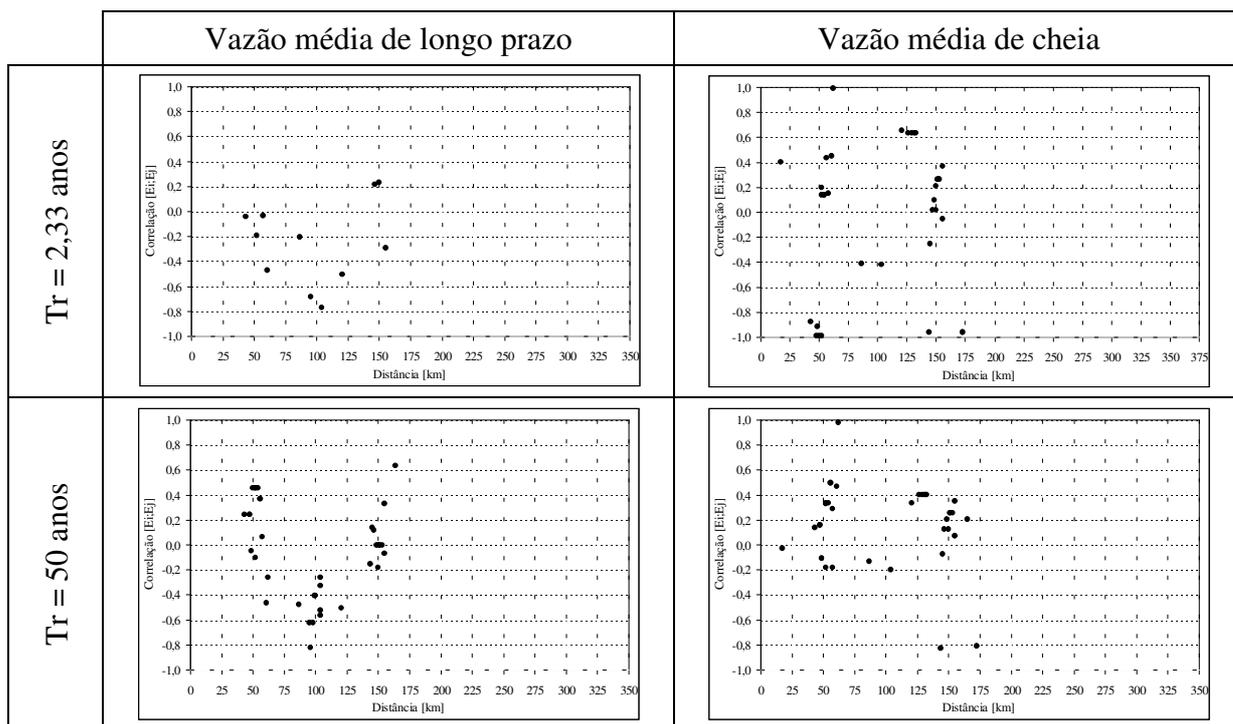


Figura 6.47 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 71.

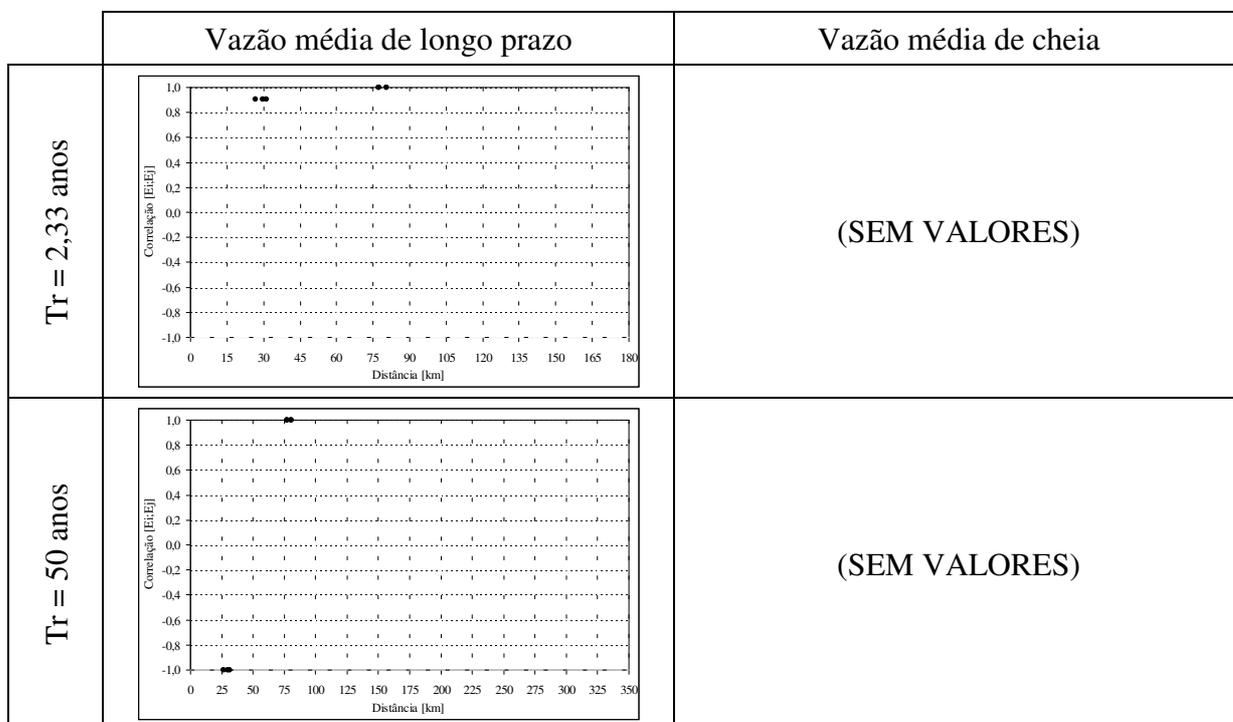


Figura 6.48 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 72.

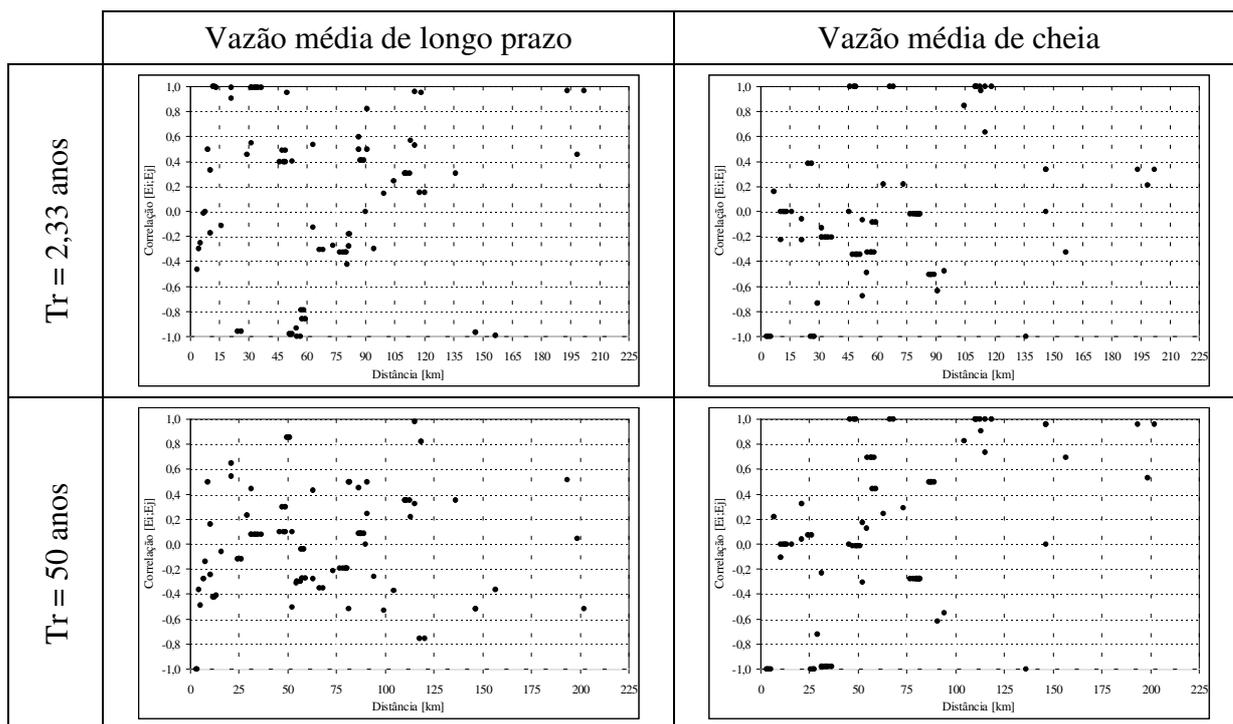


Figura 6.49 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 73.

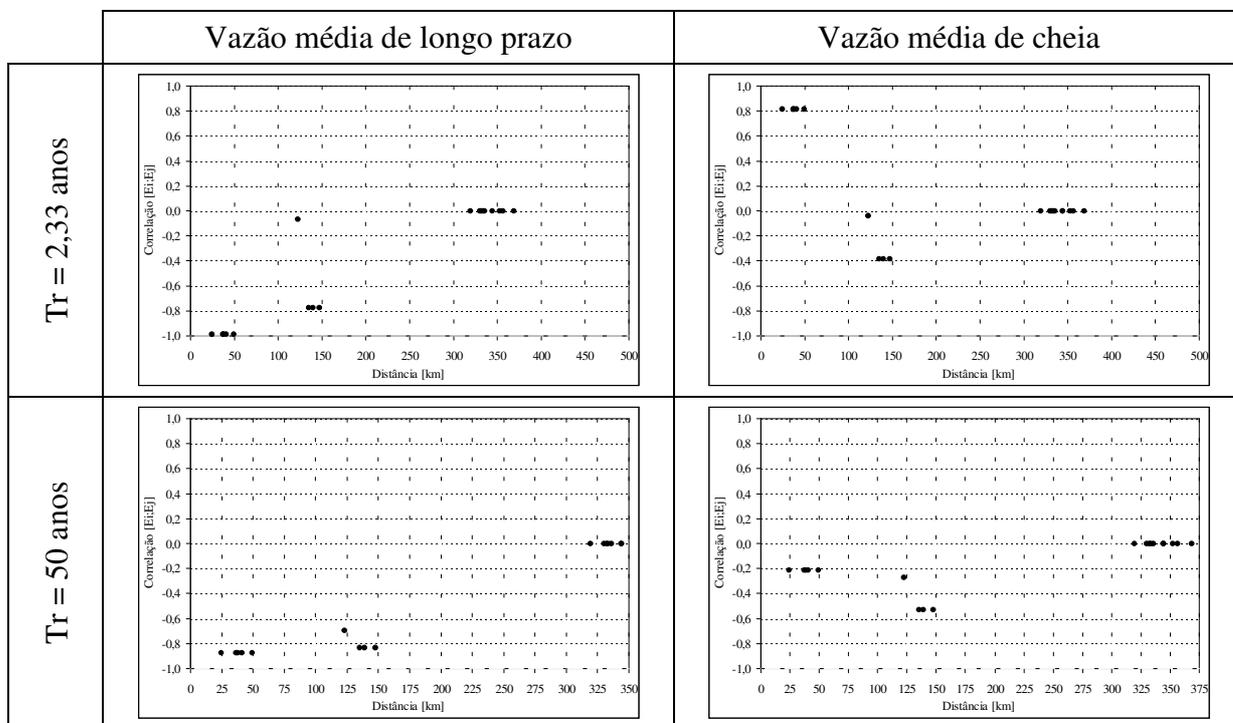


Figura 6.50 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 74.

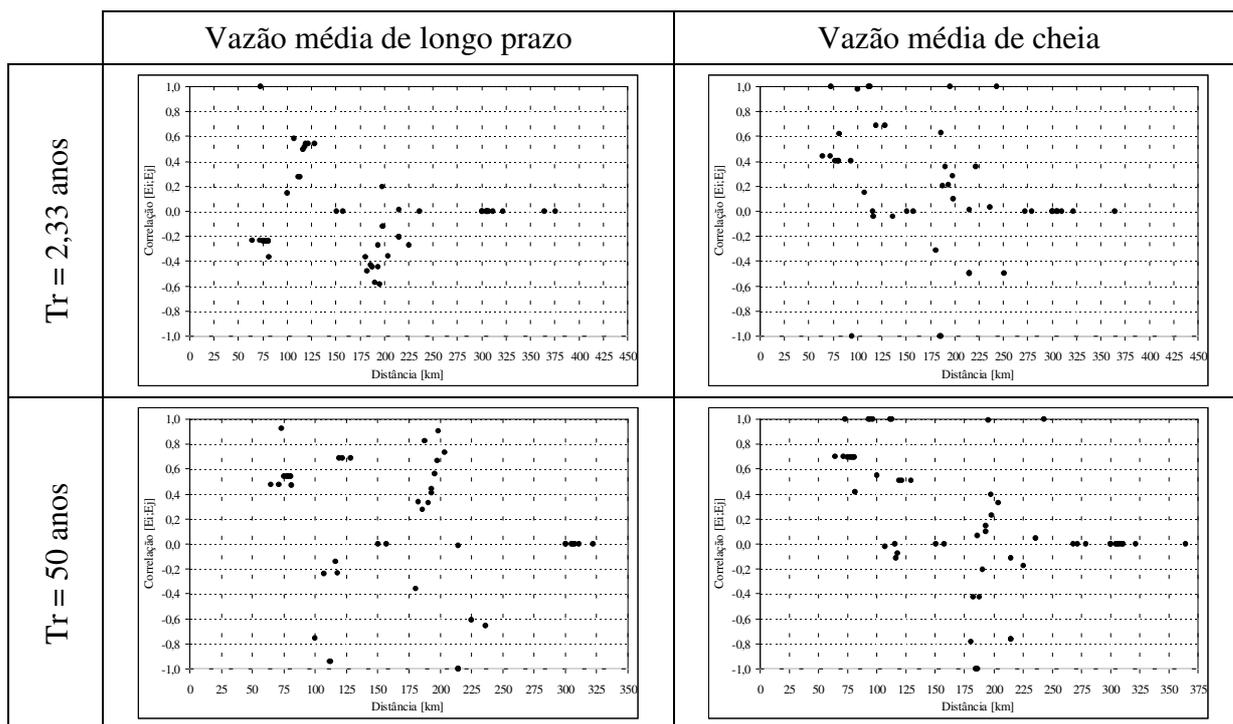


Figura 6.51 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 75.

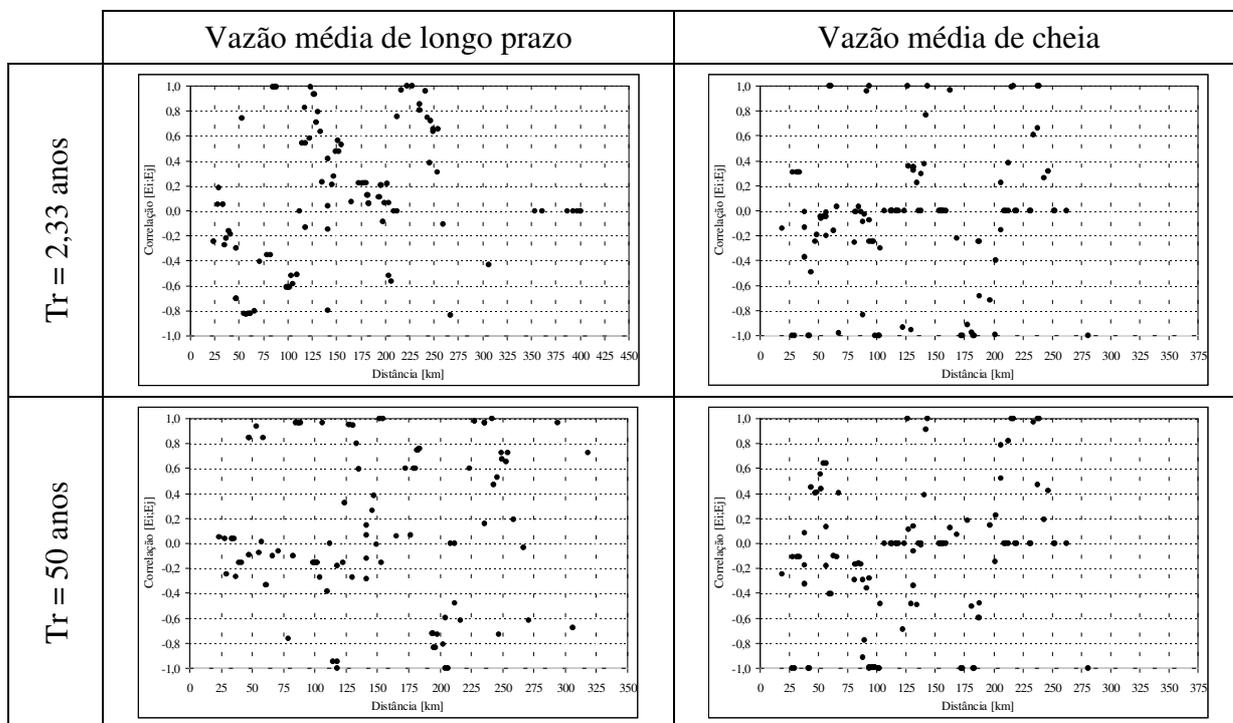


Figura 6.52 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 76-77.

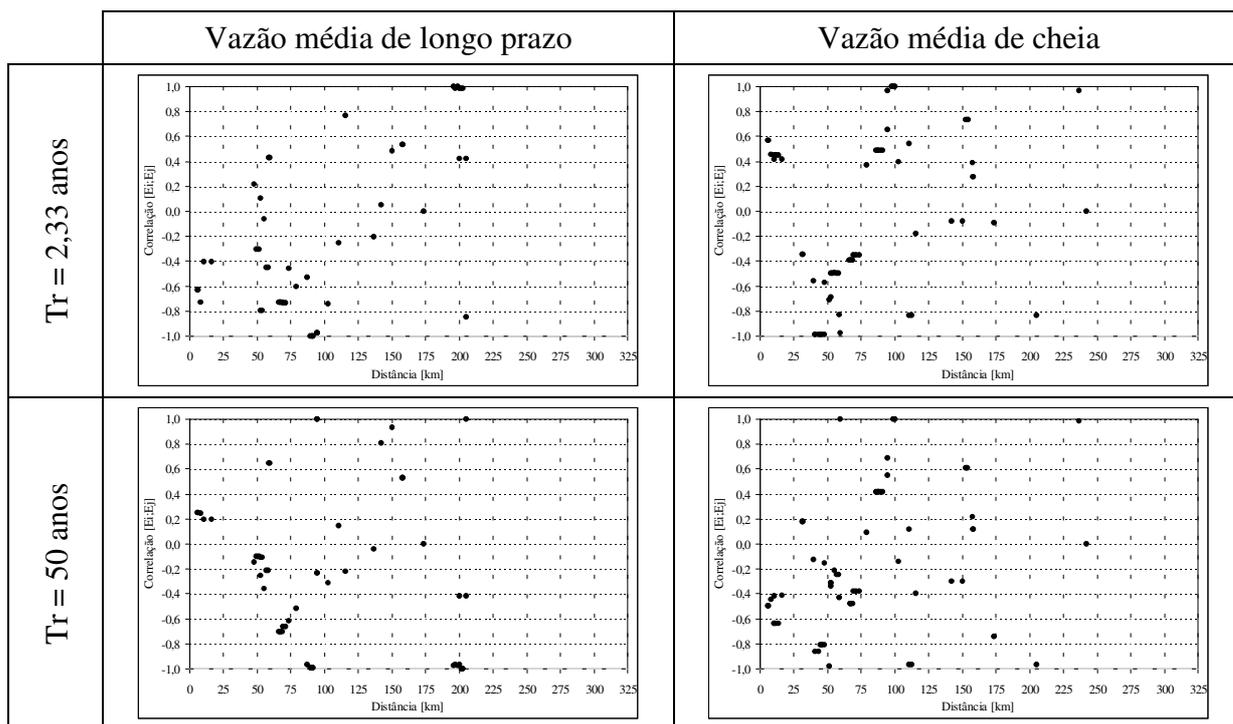


Figura 6.53 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 85.

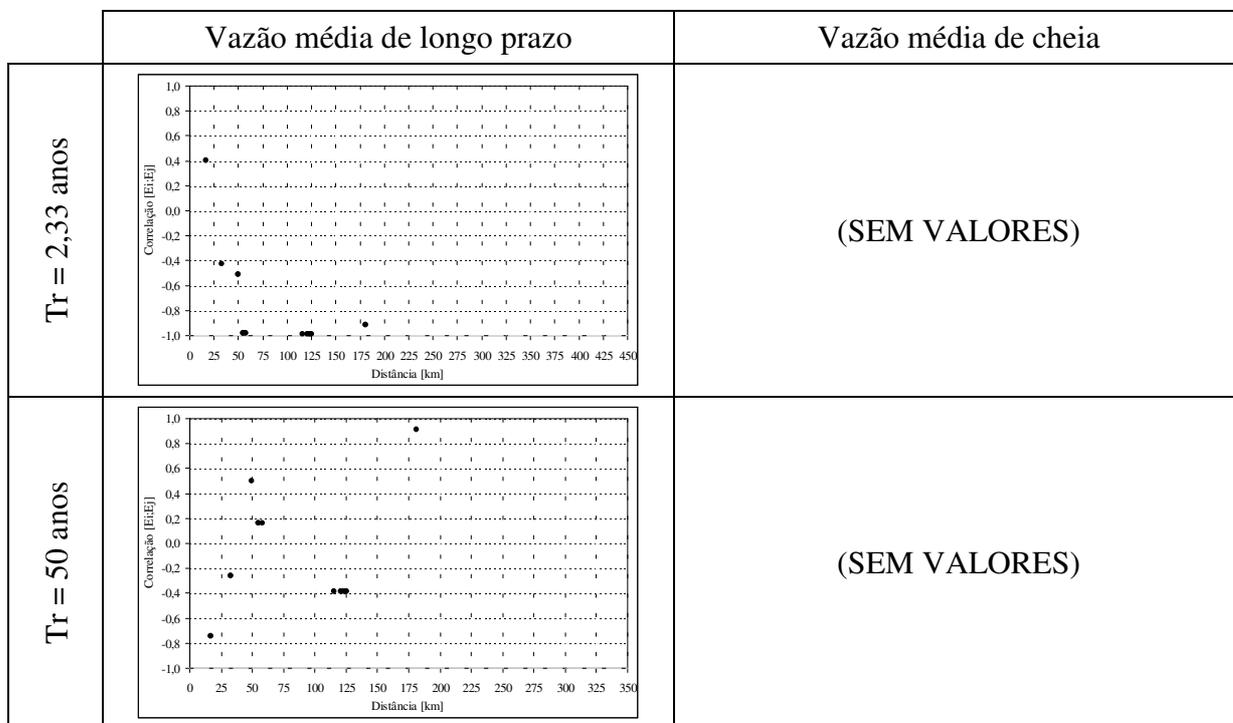


Figura 6.54 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 86.

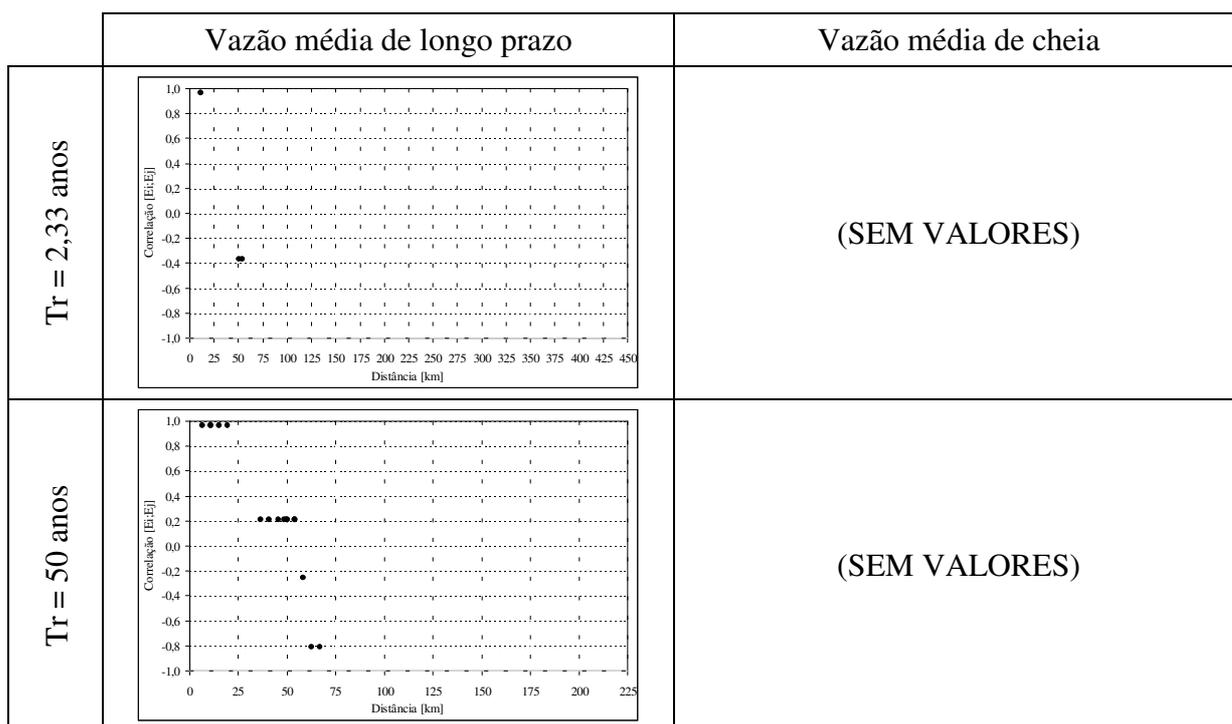


Figura 6.55 Correlação dos resíduos da regressão x distância. Bacia hidrográfica 87.

Os resultados mostrados nos gráficos das figuras 6.47 a 6.55 não mostram evidência de que existe correlação espacial entre os resíduos da regressão.

Considerando-se o ponto de vista do terceiro objetivo desta tese de doutorado, verifica-se que os resultados obtidos não foram os esperados. Ou seja, esperava-se que os resíduos da regressão estivessem correlacionados no espaço e, que a correlação existente entre eles reduza a medida que a distância entre as estações se incrementa.

Em seqüência será realizada uma análise para identificar as prováveis causas do impedimento de que a hipótese seja comprovada, impossibilitaram que o terceiro objetivo desta tese fosse alcançado de forma satisfatória. Elas são:

- a principal informação utilizada para o desenvolvimento desta tese de doutorado são as descargas médias anuais de cada uma das estações fluviométricas selecionadas (anexos A e B). Os modelos lineares de regressão, MQO, MQP e MQG empregados para o ajuste da equação de regionalização somente utilizam, para cada estação, o valor médio dos registros anuais (médios ou máximos). Este registro, embora seja um único valor por estação é representativo da *memória* do posto fluviométrico pois nele há embutido dois tipos de informações: a *memória temporal* e a *memória espacial* da estação;

- através dos diagramas de barras do anexo D é possível verificar que a descarga (média e máxima) utilizada para ajustar a equação de regionalização possui certas características: i) não foi obtida a partir de um mesmo período de registros, nem foram utilizadas a mesma quantidade de anos de dados que o restante das estações. Logo, a componente da *memória temporal* embutida no valor da descarga das diferentes estações fluviométricas, não é igual; e ii) se nestes diagramas de barras fosse determinado o período de tempo (anos) durante o qual existe superposição temporal de dados com as informações das outras estações, logo esse período seria muito pequeno (ou não existiria), ou seja, a componente da *memória espacial* inserida no valor da vazão média (variável dependente) é muito reduzido. Pior ainda, se empregamos a mesma terminologia utilizada no item 6.1 (“correlação espacial *areal* e *longitudinal*”) e considerarmos que a correlação espacial que estamos procurando modelar é aquela que foi denominada *longitudinal*, verifica-se que para procurar correlação espacial dispõe-se de um número de estações menor do que as existentes nos diagramas de barras e, portanto, em cada sub-bacia.

Desta forma, se fosse possível quantificar o total da *memória temporal* inserida no valor da vazão usada no ajuste da equação de regionalização e, em consequência, nos resíduos usados para determinar a correlação em função da distância, verificaríamos que a *memória temporal* de cada estação em comum com a das outras estações é muito reduzido (ou nula). Esta última, acredita-se que seja a principal causa pela qual não foi possível identificar a existência de correlação espacial entre os resíduos da regressão e proceder a sua posterior modelagem conforme uma função do tipo monótona decrescente, como por exemplo, as propostas através das equações 3.48a e/ou 3.48b.

Por sua vez, se considerarmos a matriz de distâncias (tabelas 5.3 a 5.13) existentes entre as estações fluviométricas selecionadas para o desenvolvimento desta tese, e os gráficos das figuras 6.47 a 6.55, observa-se que somente em poucas sub-bacias (71, 73, 75, 76-77 e 85) é possível dispor de uma quantidade suficiente de pontos como para identificar e/ou ajustar uma relação de dependência entre os resíduos da regressão e as distância que separa as estações. Ou seja, na maioria das sub-bacias, há uma quantidade insuficiente de estações fluviométricas para ser utilizadas na busca de correlação espacial.

Resumindo, os fatores que influenciaram na obtenção de resultados opostos aos esperados foram: 1) a quantidade de estações existentes em cada sub-bacia, 2) sua localização dentro do *layout* da rede de drenagem e, principalmente, 3) o reduzido (ou nulo) período de

tempo em que existe superposição de registros entre as estações fluviométricas nas quais existe correlação espacial.

O método dos mínimos quadrados ponderados foi a metodologia utilizada para estimar o vetor de coeficientes β das equações de regionalização, definidas nos termos da equação (3.18). A seguir serão analisadas, individualmente, cada uma das hipóteses básicas do método:

- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias com variância constante $E[\varepsilon_t^2] = \sigma_\varepsilon^2$;

O fato de que as estações fluviométricas possuam registros de diferente extensão foi levado em consideração através da matriz \mathbf{W} (equação 3.22). Esta matriz de pesos faz com que as estações que possuem maior quantidade de registros tenham maior peso na estimativa do vetor de coeficientes β (equação 3.23);

- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias normalmente distribuídas $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$. A equação exponencial multivariada utilizada para estimar a vazão regionalizada nas sub-bacias analisadas, foi linearizada mediante o uso da transformada de Box-Cox (equação 3.15). Os valores de λ obtidos no ajuste permitiram reduzir o grau de assimetria das séries, bem como lograr um grau de normalização dos resíduos aceitável, conforme pode ser observado na maioria dos gráficos *Normal Plot* ou *Half Normal Plot* das figuras 6.21 a 6.31 para $Tr=2,33$ anos, assim como para os das figuras 6.35 a 6.45 para $Tr=50$ anos; e

- os resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias independentes, não correlacionados entre si $E[\varepsilon_t; \varepsilon_s] = 0 \quad ; \forall t \neq s$. O número de estações fluviométricas disponíveis em cada uma das sub-bacias, a localização destas no *layout* da rede e, principalmente, o reduzido período de superposição de informações fluviométricas entre as estações, não permitiram demonstrar que os resíduos estão correlacionados espacialmente. A falta de evidência de correlação espacial entre os resíduos da regressão foi verificada nas sub-bacias: 71 (figura 6.47), 73 (figura 6.49), 75 (figura 6.51), 76-77 (figura 6.52) e 85 (figura 6.53). No restante das sub-bacias, o número insuficiente de estações e a disposição das mesmas no *layout* da rede de drenagem impediram realizar esta verificação. No entanto, é de se esperar o mesmo comportamento.

As equações propostas nas tabelas 6.24 e 6.25 ($Tr=2,33$ anos) e as definidas nas tabelas 6.30 e 6.31 ($Tr=50$ anos), podem ser empregadas na estimativa da vazão regionalizada

de cada uma das sub-bacias, desde que, sejam respeitados os limites de aplicação das mesmas (tabelas 6.33 e 6.34) e que na interpretação das vazões obtidas seja considerada a qualidade do ajuste (R^2) e o número de postos fluviométricos usados para esta operação.

CAPÍTULO 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em função dos dados disponíveis, dos objetivos perseguidos e dos resultados obtidos, ao finalizar este trabalho podem ser estabelecidas as seguintes conclusões e recomendações:

7.1 Conclusões

7.1.1 Conclusões gerais

7.1.1.1 Dados hidrológicos

Os dados fluviométricos e pluviométricos utilizados foram obtidos junto à Agência Nacional de Águas (ANA). Os dados deste órgão Federal, encontram-se, na sua grande maioria consistidos e, principalmente, são de livre disponibilidade no banco de dados hidrológicos *HidroWeb*.

A rede de monitoramento da ANA é a mais importante, seja pela quantidade de estações existentes, bem como pela qualidade dos dados disponíveis. Porém, não é a única. Outros órgãos Federais e Estaduais, dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, também possuem seu próprio banco de dados, os quais, pela extensão de seus registros, sua antigüidade e a área de abrangência dos mesmos, não deveriam ser desconsiderados. No entanto, dispor destas informações aumentaria a quantidade de estações disponíveis por área, os anos de registros, além de incrementar a cobertura da área do estudo.

Estes órgãos públicos Federais e Estaduais, e privados, são: o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); a Secretaria de Portos e Hidrovias (SPH ex-DEPRC); a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE); a Comissão da Lagoa Mirim (CLM); EPAGRI; FEPAGRO, etc.. Os dados fluviométricos e pluviométricos das estações pertencentes a estes órgãos não foram utilizados porque não são de livre disponibilidade.

A ausência de informações em algumas áreas fez com que, em determinadas sub-bacias, não fosse possível definir a equação de regionalização, por exemplo a da sub-bacia 79 (Rio Negro). Em outras, como a sub-bacia 85, existe uma grande área sem cobertura de postos fluviométricos, principalmente na região do Alto Jacuí, localizada a montante da UHE Dona Francisca. As sub-bacias 70 e 88 possuem um número reduzido de estações para a análise, cinco postos cada uma.

7.1.1.2 Dados fisiográficos

Os dados fisiográficos das estações fluviométricas selecionadas para este trabalho foram obtidos a partir de trabalhos anteriores realizados nesta região de estudo. Porém há uma falta de dados em numerosas estações. Isto pode ter influenciado o ajuste da equação de regionalização de vazões médias de cheias de algumas das sub-bacias, principalmente, nas sub-bacias 85, 86 e 87.

7.1.2 Testes estatísticos básicos das séries

Nos diagramas de barras do anexo D pode ser visualizada a disponibilidade temporal dos dados e verificado que os registros das diferentes estações fluviométricas começam e terminam em períodos distintos, conseqüentemente, a quantidade de anos de dados é diferente, podendo esta ser uma limitante para a aplicação dos testes de estacionariedade e independência dos registros e na interpretação dos resultados. O desejável é que os testes básicos sejam realizados a partir de uma *matriz retangular* de informações. Ou, exemplificando, todas as estações fluviométricas devem ter registros que comecem e finalizem nos mesmos anos, sendo assim, terão a mesma extensão, ou seja, igual quantidade de registros.

7.1.2.1 Independência das séries

Conforme descrito no item 5.1, a forma como foram selecionadas as séries de vazões garantem que os registros pertençam a eventos independentes. Para a verificação de que estes registros fossem estatisticamente independentes, avaliou-se a função de autocorrelação.

Os resultados obtidos indicam que o número de estações onde foi verificada a existência de correlação serial entre os registros estava muito próximo da quantidade esperada, para um nível de significância de 5%. A localização espacial das estações fluviométricas onde existe correlação serial significativa ao nível de 5% demonstra que estão dispostas aleatoriamente sobre a área de estudo.

Comparando-se os resultados obtidos na análise de independência das séries de vazões máximas e médias, observou-se que a quantidade de estações onde se verifica correlação serial significativa é maior onde foram utilizadas séries de vazões médias do que nas vazões máximas. Este resultado era esperado, visto que, nas séries de vazões médias existe uma

maior influência dos aportes de águas de reservatórios superficiais (lagos, barragens, etc.) e/ou subterrâneos (aquíferos).

7.1.2.2 Estacionariedade das séries

A análise de tendências de aumento / diminuição das vazões no tempo foram realizadas através de dois testes não-paramétricos: *Bootstrap* e Mann-Kendall. Os resultados obtidos com um ou outro método, foram muito similares. Uma análise comparativa permite concluir que:

- i) para as séries de vazões máximas anuais, os resultados sugerem que três de cada quatro estações apresentam tendência de incremento nas descargas anuais. Quanto à significância destas alterações, verifica-se que, a nível de significância de 5%, o número de postos que apresentam incremento nas descargas são, majoritariamente, predominantes sobre aqueles que indicam uma redução, aproximada, de 30:1. A hipótese de estacionariedade (H_0) das séries de vazões máximas foi verificada em 75 a 80% das estações. Porém, o número de postos com tendência significativa é muito elevado, 20 a 25%, do total de estações, quando o esperado era que não supere o 5%;
- ii) para vazões médias anuais de longo prazo: cerca de 90% das estações apresentam tendência positiva, indicando aumento nas descargas médias anuais; e outras 10% valores negativos, expressando uma redução temporal das vazões. A hipótese de estacionariedade (H_0) foi verificada, em média, em duas de cada três estações. A hipótese alternativa, da existência de tendência nas séries, foi observada em 33% das estações restantes. Em função do número de casos estatisticamente significativos, existe evidência significativa ($\alpha = 5%$) de acréscimo de vazão média anual.

Uma análise conjunta do estudo de tendências entre as séries de descargas médias anuais de cheias e médias anuais de longo prazo mostrou que o número de estações onde existem tendências significativas nos registros foi muito superior ao número máximo de postos esperados, considerando-se que elas pertençam a uma amostra independente. Logo, seria violada uma das hipóteses básicas do método de regressão, relacionada com a

estacionariedade da série. No entanto, a falta de ortogonalidade nos dados condiciona fortemente a interpretação destes resultados, visto que estamos realizando uma comparação entre registros fluviométricos de estações que possuem dados de diferentes períodos, bem como de extensão.

7.1.3 Objetivos propostos

Com relação aos objetivos perseguidos durante o desenvolvimento deste trabalho (item 1.5), podem ser estabelecidas as seguintes conclusões:

1) *Linearização da equação exponencial multivariada de regionalização mediante a transformada de Box-Cox.*

Das 44 equações (11 sub-bacias x 2 tempo de recorrência x 2 séries de vazões) de regionalização definidas, em 43 delas observou-se que o melhor ajuste foi obtido usando um valor de $\lambda \neq 0$, na restante o valor de lambda (λ) ótimo foi igual a zero. Logo, se for utilizado o modelo tradicional de linearização (transformação logarítmica), na grande maioria das sub-bacias a descarga estimada por regionalização não seria a melhor.

Através da utilização da transformação de Box-Cox foi possível normalizar (ou ao menos de forma aproximada) os resíduos de séries de dados com assimetria positiva e negativa. Logo, a utilização da transformação logarítmica somente seria possível para normalizar as séries que apresentam assimetria positiva.

Com relação ao valor de lambda ótimo, verificou-se que na maioria das sub-bacias hidrográficas, o valor absoluto de lambda obtido usando séries de vazões máximas é maior daqueles que foram estimados utilizando séries de descargas médias. Isto era esperado já que, em termos gerais, as séries de vazões máximas apresentam um grau de assimetria maior do que as séries de descargas médias.

2) *Estimar os coeficientes da equação de regionalização através de métodos que consideram que as estações fluviométricas possuem dados de diferente extensão.*

O método tradicionalmente utilizado para estimar o vetor de coeficientes β associados às variáveis independentes da equação de regionalização é o dos mínimos

quadrados ordinários. Este método assume a homogeneidade temporal dos registros. Logo, todas as estações possuem o mesmo peso na estimativa e, implicitamente, a mesma quantidade de anos de registros. Como pode ser visto nos diagramas de barras do anexo D, esta hipótese dificilmente é verificada, visto que as estações fluviométricas existentes dentro de cada sub-bacia hidrográfica apresentam uma quantidade de anos de registros muito variável. Neste trabalho, a heterogeneidade temporal dos registros foi levada em consideração através do uso do método dos mínimos quadrados ponderados (equação 3.23), o qual mediante o uso de uma matriz de pesos, possibilita que aquelas estações fluviométricas com maior quantidade de anos de dados possuam um peso maior no ajuste, favorecendo a verificação de uma das hipóteses no qual está baseado o método dos MQP, a homogeneidade da variância.

Considerando-se, simultaneamente, os dois primeiros objetivos deste trabalho foi possível aprimorar o modelo de regionalização hidrológica tradicionalmente utilizado. O modelo de regionalização proposto considera a linearização da equação de regionalização através da transformação de Box-Cox e a estimativa do vetor de coeficientes β mediante o método dos mínimos quadrados ponderados (*B-C/MQP*).

Uma análise comparativa entre os resultados obtidos através do modelo de regionalização aqui proposto (*B-C/MQP*), o modelo convencional - transformação logarítmica e mínimos quadrados ordinários – (*LOG/MQO*) modelos que utilizam combinações intermediárias (*B-C/MQO* e *LOG/MQP*), empregando como variáveis de comparação: i) o coeficiente de determinação (R^2); ii) o grau de verificação das hipóteses do método; e iii) os erros na estimativa, medidos em termos percentuais e de vazão específica, permite concluir:

- o resultado obtido com a metodologia proposta neste trabalho é superior que o restante dos modelos;
- o resultado obtido empregando o método tradicional de regionalização é inferior ao resto dos modelos;
- com relação aos modelos que utilizam combinações intermediárias merecem ser mencionadas as seguintes considerações:
 - a) em séries de vazões médias, a combinação *LOG/MQP* fornece melhores resultados do que a combinação *B-C/MQO*. Isto sugere que o efeito de

considerar a heterogeneidade temporal dos dados é mais importante que a correção da assimetria dos dados (normalização dos resíduos);

b) em séries de vazões máximas, verifica-se o efeito inverso, a combinação *B-C/MQO* fornece melhores resultados do que a combinação *LOG/MQP*. Isto sugere que o ganho obtido ao corrigir a assimetria da série é maior do que levar em consideração a heterogeneidade temporal dos registros;

- a análise do erro absoluto da estimativa avaliado em termos de descarga específica, mostrou que o modelo proposto é mais eficiente do que os outros, pois este forneceu o menor erro, para ambas as séries de descargas.

3) *Verificar se os resíduos da equação de regionalização são independentes (não correlacionados).*

Contrariamente ao esperado, os resultados obtidos não permitiram comprovar que os resíduos da regressão estejam correlacionados espacialmente entre si. Acredita-se que este resultado inesperado seja consequência: i) do reduzido número de estações fluviométricas existentes em cada sub-bacia; ii) da disposição espacial destas na rede de drenagem e, principalmente, iii) do reduzido (ou nulo) período de tempo em que existe superposição de registros entre estações fluviométricas com dados correlacionados espacialmente.

Embora os resultados obtidos neste terceiro objetivo sejam totalmente opostos aos resultados esperados, os mesmos permitiram verificar a terceira hipótese do método dos mínimos quadrados ponderados: “*O resíduos (ε_t) são variáveis aleatórias independentes, não correlacionados entre si $E[\varepsilon_t; \varepsilon_s] = 0 \quad ; \forall t \neq s$ ”.* Entretanto, para assumir que os mesmos são independentes, os dados de descargas deveriam ser normalmente distribuídos. A hipótese de normalidade dos dados pode ser assumida como certa no caso das vazões médias de longo prazo, mas para o caso das vazões máximas, esta hipótese é mais difícil de ser satisfeita.

Em função do grau de verificação das hipóteses nas quais está baseado o método dos mínimos quadrados ponderados, as equações de regionalização de vazões médias e máximas, expostas nas tabelas 6.24 a 6.25 ($Tr = 2,33$ anos) e 6.30 a 6.31 ($Tr = 50$ anos) podem ser empregadas na estimativa da vazão regionalizada para cada uma das sub-bacias, desde que, sejam respeitados os limites de aplicação das mesmas e que, na interpretação das vazões

obtidas seja considerada a qualidade do ajuste (R^2) e o número de postos fluviométricos usados para o ajuste.

Os resultados deste trabalho permitem concluir que a metodologia proposta para a regionalização de vazões (transformação de Box-Cox e Mínimos Quadrados Ponderados) é adequada à realidade dos registros fluviométricos disponíveis, pois: i) pode ser utilizada em estações que possuem dados de diferentes períodos e quantidade de anos de registros variáveis; ii) é possível usar séries de vazões médias e máximas anuais, com assimetria positiva e/ou negativa; e iii) os resíduos da regressão não são correlacionados espacialmente e, possivelmente, são independentes.

7.2 Recomendações

O procedimento adotado neste trabalho para demonstrar que os resíduos da regressão estão correlacionados espacialmente, foram os Modelos Lineares de Regressão, metodologia padrão utilizada na regionalização de vazões. Embora o método dos Mínimos Quadrados Ponderados (MQP) tenha demonstrado ser adequado para determinar os coeficientes das covariáveis da equação multivariada de regionalização e as hipóteses do método tenham sido verificadas de forma satisfatória na grande maioria das sub-bacias, o reduzido (ou nulo) período de tempo no qual existe superposição de registros entre estações fluviométricas com dados correlacionados espacialmente, impediram demonstrar a existência de correlação. Assim, esta linha de pesquisa deve ser continuada, porém utilizando outros caminhos alternativos.

Nas seguintes recomendações são citados outros caminhos que podem ser abordados para tentar cumprir o terceiro objetivo desta tese:

a) Dados disponíveis:

a.1 Incremento da quantidade de estações

Verificar a possibilidade de incrementar o máximo possível o número de estações fluviométricas a serem utilizadas na regionalização. Para tanto será necessário incluir postos fluviométricos do SPH (ex-DEPRC), da CEEE e da CLM, possibilitando um incremento da disponibilidade temporal e espacial da informação. Seguramente, os resultados obtidos serão

de melhor qualidade e os principais beneficiários dos resultados destas pesquisas serão os mesmos órgãos, públicos e/ou privados, anteriormente citados;

b) Metodologias para regionalização

b.1 Continuar com os modelos lineares de regressão:

A fim de evitar os inconvenientes aqui encontrados e anteriormente citados, sugere-se fixar um período de anos comum para todas as estações, por exemplo, o utilizado pelas normais, 30 anos. Sendo necessário o preenchimento das falhas intermediárias e/ou estender as séries de dados. Isto possibilitará que a vazão a ser usada como variável dependente (média de longo prazo ou de cheia) de cada estação fluviométrica, seja estimada a partir de períodos iguais de registros e, portanto, com igual quantidade de anos de dados. Objetivando que todas as estações tenham igual quantidade de anos de dados e, principalmente, que estes registros sejam representativos do mesmo período de tempo.

Para demonstrar a existência de correlação espacial, pode ser usado o método de procura e de identificação de correlações adotado nesta tese (item 3.5) e as funções monótonas decrescentes sugeridas no item 3.5.1. Posteriormente, podem-se utilizar os modelos lineares generalizados.

b.2) Utilizar modelos GLM e GLMM (vide item 2.2.4 – capítulo 2)

b.3) Utilizar o método REML (*Residual Maximum Likelihood*) que na estimativa do valor da variável regionalizada permite: i) aproveitar o fato de que os registros de precipitação são mais extensos que os de vazão, ii) levar em consideração o efeito de cada ano e posto, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL. 1996. *Inventário: Estações Fluviométricas*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília / DF.
- ANEEL. 2001. *Inventário: Estações Pluviométricas por Estado*. Agência Nacional de Energia Elétrica. Brasília / DF.
- ACREMAN, M.C. 1985. Predicting the mean annual flood from basin characteristics in Scotland. *Hydrological Sciences Journal*. v.30, n.1, p.37-49.
- ACREMAN, M.C.; SINCLAIR, C.D. 1986. Classification of drainage basins according to their physical characteristics, an application for flood frequency analysis in Scotland. *Journal of Hydrology*. v. 84, p.365-380.
- ACREMAN, M.C.; WILTSHIRE, S.E. 1987. Identification of regions for regional flood frequency analysis [abs.], *EOS*, v. 68, no. 44.
- ALMOROX et al. 1994. *Métodos de estimación de la erosión hídrica*. Ed. Agrícola Española, 152 p.
- BENSON, M.A. 1968. Uniform flood-frequency estimating methods for Federal agencies. *Water Resources Research*. v.4, n.5, p.891-908. Oct.
- BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. 1993. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. (org.). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP. 1º Edição. 943p. cap.5, p.177-241.
- BOBÉE, B. et al. 1993. Towards a systematic approach to comparing distributions used in flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*. v.142, p.121-136.
- BRADLEY, A.A.; POTTER, K.W. 1992. Flood frequency analysis of simulated flows. *Water Resources Research*. v.28, n.9, p.2375-2385.
- BRATH, A. et al. 2001. Estimating the index flood using indirect methods. *Hydrological Sciences Journal*. v.46, n.3, p.399-418. Jun.
- BRUSA, L.C.; CLARKE, R.T. 1999. Erros Envolvidos na Estimativa da Vazão Máxima Utilizando Curva-Chave. Caso de Estudo: Bacia do Rio Ibicuí – RS. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH*. vol.4, nº.3, Jul-Set, p. 91-95
- BURN, D.H. 1988. Delineation of groups for regional flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*. v.104, p.345-361.
- BURN, D.H. 1989. Cluster analysis as applied to regional flood frequency. *Journal of Water Resources Planning and Management*. v.115, p.567-582.
- BURN, D.H. 1990a. The formation of groups for regional flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*. v.45, n.1, p.97-112. Feb.
- BURN, D.H. 1990b. An appraisal of the “region of influence” approach to flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*. v.35, n.2,4, p.149-165.

- BURN, D.H. 1990c. Evaluation of regional flood frequency analysis with a region of influence approach. *Water Resources Research*. v.26, n.10, p.2257-2265. Oct.
- BURN, D.H.; BOORMAN, D.B. 1993. Estimation of hydrological parameters at ungauged catchments. *Journal of Hydrology*. v.143, p.429-454.
- BURN, D.H.; GOEL, N.K. 2000. The formation of groups for regional flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*. v.45, n.1, p.97-112. Feb.
- CAMARA, G. et al. 1996. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Journal Computers & Graphics*. v.20, n.3, p.395-403. May-Jun.
- CÂNDIDO, M. de O. 2003. *SEAF – Um protótipo de um sistema especialista para análise de frequência local de eventos hidrológicos máximos anuais*. Belo Horizonte. UFMG – Escola de Engenharia. Programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Diss. Mestrado. 174p.
- CAVADIAS, G.S. 1990. The canonical correlation approach to regional flood estimation. In: *Regionalization in Hydrology* (Proceedings of the Ljubljana Symposium). Edited by: Beran, M.A. et al. IAHS Publication n°191, p.171-178.
- CHANDER, S.; SPOLIA, S.K.; KUMAR, A. 1978. Flood frequency analysis by power transformation. *Journal of the Hydraulics Division*. v.104, n. HY11, p.1495-1504. Nov.
- CHATFIELD, C.; COLLINS, A.J. 1980. *Introduction to Multivariate Analysis*. Chapman and Hall. New York.
- CHOW, V.T. 1964. *Statistical and Probability Analysis of Hydrologic Data*. In: Chow, V.T. (ed). Handbook of Hydrology. McGraw-Hill Inc. Ch. 8. p.8.1-8.97.
- CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. 1988. *Applied Hydrology*. New York: McGraw-Hill Inc. 572p.
- CLARKE, R.T. 1994. *Statistical Modelling in Hydrology*. Chichester: John Wiley & Sons. Ed. 412p.
- CLARKE, R.T. 1996. Residual Maximum Likelihood (REML) Methods for Analysing Hydrological Data Series. *Journal of Hydrology*. v.182, p.277-295.
- CLARKE, R.T. 2001. Separation of year and site effects by generalized linear models in regionalization of annual floods. *Water Resources Research*. v.37, n.4, p.979-986. Apr.
- CLARKE, R.T., BRUSA, L.C. 1997. O método Bootstrap para detectar tendências em séries de vazão. In: *XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. ABRH: Vitória-ES. Brasil. Anais, v.2, p.621-628.
- COSTA, F. de S. 1988. *Aplicação de técnicas estatísticas de reamostragem em hidrologia*. Rio de Janeiro/RJ. UFRJ - Coordenação de Programas de Pós-graduação em Engenharia (COPPE). Diss. Mestrado em Ciências em Engenharia Civil. 108p.

- CPRM. 1997. Características gerais da sub-bacia 86: Bacia do rio Taquarí-Antas. Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. CPRM: Porto Alegre / RS. Relatório técnico. Sp.
- CPRM. 1998. Características gerais da sub-bacia 88: Bacia da Lagoa Mirim. Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. CPRM: Porto Alegre / RS. Relatório técnico. Sp.
- CPRM. 1999. Características gerais da sub-bacia 87: Bacia do rio dos Sinos, Caí, Gravataí, Camaquã e Litoral Norte. Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais. CPRM: Porto Alegre / RS. Relatório técnico. Sp.
- CRESPO, C.E.J. 1982. *Regionalização de Vazão Máxima no Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Porto Alegre - UFRGS - Curso de pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - Diss. Mestrado em Engenharia Civil.
- CRESPO, C.E.J.; TUCCI, C.E.M. 1984. Regionalização de vazão máxima do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. *RBE: Revista Brasileira de Engenharia*. v.2, n.1, p.91-112.
- CUNNANE, C. 1988. Methods and merits of regional flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*. v.100, p.269-290.
- CUNNANE, C.; NASH, J.E. 1971. Bayesian estimation of frequency of hydrological events. *Mathematical Models in Hydrology*. IAHS Publ. 100, p.47-55.
- DALRYMPLE, T. 1960. *Flood-Frequency Analysis*. U.S.Geol.Surv., Water-Supply Paper 1543-A, 80p.
- DAVIAU, J-L.; ADAMOWSKI, K.; PATRY, G.G. 2000. Regional flood frequency analysis using GIS, L-moment and geostatistical methods. *Hidrological Processes*. v.14, p.2731-2753.
- DOUGLAS, E.M.; VOGEL, R.M.; KROLL, C.N. 2000. Trends in floods and low flows in the United States: Impact of spatial correlation, *Journal of Hydrology*. v. 240, n.1-2, p.90-105.
- DRAPER, N.; SMITH, H. 1981. *Applied Regression Analysis*. New York: Wiley. 2^{da} edition.
- EFRON, B., TIBSHIRANI, R. 1993. *An Introduction to the Bootstrap*. New York: Chapman and Hall.
- ELETROBRAS. 1985. *Metodologia para Regionalizações de Vazões*. C.E.M. Tucci (coord). Eletrobrás: Centrais Elétricas do Brasil. Rio de Janeiro / RJ. 3v em 6. 400p.
- FARQUHARSON, F.A.K. 1981. *Manual do projeto de estimativas de cheias para o Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre / RS. UFRGS/UNESCO. Publicação n. 18. 122p.
- FILL, H.D.; STEDINGER, J.R. 1995. Homogeneity tests based upon Gumbel distribution and a critical appraisal of Dalrymple's test. *Journal of Hydrology*. v.166, p.81-105.
- GENSTAT 5. 1993. Release 3, *Reference Manual*. Clarendon Press, Oxford.
- GOEL, N.K. et al. 2000. A derived flood frequency distribution for correlated rainfall intensity and duration. *Journal of Hydrology*. v.228, p.56-67.

- GREENWOOD J.A. et al. 1979. Probability weighted moments: definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. *Water Resources Research*. v.15, n.6, p.1049-1054.
- GREHYS, 1996. Presentation and review of some methods for regional flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*. GREHYS: Groupe de recherche en hydrologie statistique. v.186, p.63-84.
- GREIS, N.P.; WOOD, E.F. 1981. Regional flood frequency estimation and network design. *Water Resources Research*. v.17, p.1167-1177.
- GREIS, N.P.; WOOD, E.F. 1983. Regional flood frequency estimation and network design. *Water Resources Research*. v.19, p.589-590. (Correction)
- HAKTANIR, T. 1992. Comparison of various flood frequency distributions using annual flood peaks data of rivers in Anatolia. *Journal of Hydrology*. v.136, p.1-31.
- HALL, M.J.; MINNS, A.W. 1999. The classification of hydrologically homogeneous regions. *Hydrological Sciences Journal*. v.44, n.5, p.693-704. Oct.
- HIRSCH, R.M. et al. 1993. *Statistical Analysis of Hidrologic Data*. In: Maidment, D. R. (ed). Handbook of Hydrology. McGraw-Hill Inc. New York. Ch. 17. p.17.1-17.55.
- HOSKING, J.R.M. 1990. L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, v.52, n.2, p.105-124.
- HOSKING, J.R.M. 1996. Fortran routines for use with the method of L-moments, Version 3. *Research Report RC20525*, IBM Research Division, Yorktown Heights. N.Y. <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>.
- HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R. 1987. Parameter and quantile estimation for the Generalized Pareto distribution. *Technometrics*. v.29, n.3, p.339-349.
- HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R. 1988. The effect of intersite dependence on regional flood frequency analysis. *Water Resources Research*. v.24, n.4, p.588-600. Apr.
- HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R. 1993. Some statistics useful in regional frequency analysis. *Water Resources Research*. v.29, p.271-281.
- HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R. 1995. Some statistics useful in regional frequency analysis. *Water Resources Research*. v.31, p.251. (Correction)
- HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R. 1997. *Regional Frequency Analysis: An Approach Based on L-Moments*. Cambridge: University Press. 224p.
- HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R.; WOOD, E.F. 1985. Estimation of the Generalized Extreme-Value distribution by the method of probability weighted moments. *Technometrics*. v.27, n.3, p.251-261.
- IPH. 1983. *Metodologia para regionalização de vazões*. Porto Alegre / RS. 3v em 6.

- IPH. 1991. *Regionalização de vazões do Rio Grande do Sul*. C.E.M. Tucci (coord.). Porto Alegre: CEEE/IPH/UFRGS. 5v.
- IPH. 2001. *Regionalização de vazões: Sub-bacias 70 a 79, integrantes da Bacia 7 - Rio Uruguai*. Goldenfum, J.A. e Silveira, A.L.L. (coord.). Porto Alegre: ANEEL/IPH/UFRGS. Relatório Técnico.
- IPH. 2002. *Identificação das alternativas possíveis e prováveis para regularização das vazões do rio Gravataí*. L.F.S. Beltrame (coord.). Porto Alegre: SOP/IPH/UFRGS. 2v.
- KAVISKI, E. 1992. *Métodos de regionalização de eventos e parâmetros hidrológicos*. Curitiba -UFPR- Curso de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica. 296f. Diss. Mestrado.
- KIRBY, W.H.; MOSS, M.E. 1987. Summary of flood-frequency analysis in the United States. *Journal of Hydrology*. v. 96, p.5-14.
- KITE, G.W. 1988. Frequency and risk analysis in hidrology. *Water Resources Publications*. Fort Collins, Co. 224p.
- KROLL, C.N.; STEDINGER, J.R. 1999. Development of regional regression relationships with censored data. *Water Resources Research*. v.35, n.3, p.775-784. Mar.
- LANDWEHR, J.M.; MATALAS, N.C.; WALLIS, J.R. 1978. Some comparison offlood statistics in real and Log-space. *Water Resources Research*. v.14, n.5, p.902-920. Oct.
- LANDWEHR, J.M.; MATALAS, N.C.; WALLIS, J.R. 1979. Probability weighted moments compared with some traditional techniques in estimating Gumbel parameters and quantiles. *Water Resources Research*. v.15, n.5, p.1055-1064.
- LANNA, A.E.L. 1983. Províncias hidrológicas e bacias representativas. RBE. In: *V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos*. Blumenau - SC. Anais 1. p.3-24
- LETTENMAIER, D.P.; WALLIS, J.R.; WOOD, E.F. 1987. Effect of regional heterogeneity on flood frequency estimation. *Water Resources Research*. v.23, n.2, p.313-323. Feb.
- MADSEN, H.; ROSBJERG, D. 1997. Generalized least squares and empirical Bayes estimation in regional partial duration series index-flood modeling. *Water Resources Research*. v.33, n.4, p.771-781. Apr.
- MANLY, B.F.J. 1991. *Randomization and Monte Carlo Methods in Biology*. London: Chapman and Hall.
- MARTINS, E.S.P.R. 1993. *Modelos lineares generalizados em simulação hidrológica*. Porto Alegre: UFRGS - Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. 125f. Diss. Mestr. Engenharia Civil.
- MATALAS, N.C.; SLACK, J.R.; WALLIS, J.R. 1975. Regional skew in search of a parent. *Water Resources Research*. v.11, n.6, p.815-826.
- McCUEN, R.H.; LEAHY, R.B.; JOHNSON, P.A. 1990. Problems with logarithmic transformations in regression. *Journal of Hydraulic Engineering*. v.116, n.3, p.414-

428. Mar.

McCULLAGH, P.; NELDER, J.A. 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd edition. Chapman & Hall. New York.

McKERCHAR, A.I. 1991. Regional flood frequency analysis for small New Zealand basin 1. Mean annual flood estimation. *Journal of Hydrology (NZ)*. v.30, p.65-76.

MIMIKOU, M. 1990. Regional analysis of hydrological variables in Greece. In: *Regionalization in Hydrology* (Proceedings of the Ljubljana Symposium). Edited by: Beran, M.A., et al. IAHS Publication n°191, p.195-201.

MOSLEY, M.P. 1981. Delimitation of New Zealand hydrologic regions. *Journal of Hydrology*. v. 49, p.173-192.

NATHAN, R.J.; McMAHON, T.A. 1990. Identification of homogeneous regions for the purposes of regionalisation. *Journal of Hydrology*. v.121, p.217-238.

NERC. 1975. *Flood Studied Report*. NERC: National Environmental Research Council. London. 5v.

NRCC. 1989. Statistical frequency analysis of hydrological data. In: *Hydrology of floods in Canada: A guide to planning and design*. NRCC: National Research Council of Canada. Chap.5, 245p.

PÁRRAGA, E.O. 1997. *Regionalização de funções hidrológicas com dados escassos: bacia contribuinte à Lagoa Mirim - RS*. Porto Alegre: IPH-UFRGS. Curso de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. 110p. Dissertação (Mestrado).

PEARSON, C.P. 1991. New Zealand regional flood frequency analysis using L-moments. *Journal of Hydrology (NZ)*. v.30, p.53-64.

PFASFETTER, O. 1957. *Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e freqüência de chuvas em 98 postos com pluviografos*. Rio de Janeiro. DNOCS. 419p.

PILGRIM, D.H.; CORDERY, I. 1993. *Flood Runoff*. In: Maidment, D. R. (ed). *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill Inc. New York. Ch. 9. p.9.1-9.42.

PONCE, V.M. 1989. *Engineering Hydrology: Principles and Practices*. Prentice Hall: New Jersey.

POTTER, K.W.; LETTENMAIER, D.P. 1990. A comparison of regional flood frequency estimation methods using a resampling method. *Water Resources Research*. v.26, n.3, p.415-424. Mar.

RAUDKIVI, A.J. 1979. *Hydrology: An advanced introduction to hydrological processes and modelling*. Pergamon Press. 479p.

REED, D.W.; STEWART, E.J. 1993. Inter-site and inter-duration dependence on rainfall extremes. *SPRUCE II Conference Rothamsted Experimental Station*, 13-16 Sep.

- REIMERS, W. 1990. Estimating hydrological parameters from basin characteristics for large semiarid catchments. In: *Regionalization in Hydrology* (Proceedings of the Ljubljana Symposium). Edited by: Beran, M.A., et al. IAHS Publication n°191, p.187-194.
- RIGGS, H.C. 1990. Estimating flow characteristics at ungauged sites. In: *Regionalization in Hydrology* (Proceedings of the Ljubljana Symposium). Edited by: Beran, M.A., et al. IAHS Publication n°191, p.159-169.
- SALAS, J.D. 1993. *Analysis and Modelling of Hydrologic Time Series*. In: Maidment, D. R. (ed). Handbook of Hydrology. McGraw-Hill Inc. Ch. 19. p.19.1-19.72.
- SALAS, J.D. et al. 1980. Applied modelling of hydrologic time series. *Water Resources Publications*. Littleton, Co. 484p.
- STEDINGER, J.R. 1983. Estimating a regional flood frequency distribution. *Water Resources Research*. v.19, n.2, p.503-510.
- STEDINGER, J.R.; TASKER, G.D. 1985. Regional hydrologic analysis, 1. Ordinary, Weighted, and Generalized least squares compared. *Water Resources Research*. v.21, n.9, p.1421-1432. Sep.
- STEDINGER, J.R.; TASKER, G.D. 1986a. Regional hydrologic analysis, 1. Ordinary, Weighted, and Generalized least squares compared. *Water Resources Research*. v.22, n.5, p.844. May. (Correction).
- STEDINGER, J.R.; TASKER, G.D. 1986b. Regional hydrologic analysis, 2. Model-error estimators, estimation of sigma and Log-Pearson type 3 distributions. *Water Resources Research*. v.22, n.10, p.1487-1499. Sep.
- STEDINGER, J.R.; VOGEL, R.M.; FOUFOULA-GEORGIOU, E. 1993. *Frequency Analysis of Extreme Events*. In: Maidment, D. R. (ed). Handbook of Hydrology. McGraw-Hill Inc. New York. Ch. 18. p.18.1-18.66.
- TASKER, G.D.; STEDINGER, J.R. 1987. Regional regression of flood characteristics employing historical information. *Journal of Hydrology*. v.96. p.255-264.
- TASKER, G.D.; STEDINGER, J.R. 1989. An operational GLS model for hydrologic regression. *Journal of Hydrology*. v.111, p.361-375.
- TERRAZAS, L.E.M. 1989. *Momentos-L na regionalização de valores característicos de vazão*. Porto Alegre: UFRGS - Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. 77f. Diss. Mestr. Engenharia Civil.
- THOMAS Jr., W.O. 1985. A uniform technique for flood frequency analysis. *Journal of Water Resources Planning and Management*. v.111, n.3, p.321-337. Jul.
- TUCCI, C.E.M. 1993. Regionalização de Vazões. In: TUCCI, C.E.M. (org.). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP. 1º Edição. 943p. cap.15, p.573-619.
- TUCCI, C.E.M. 2002. *Regionalização de vazões*. Porto Alegre: Ed. da Universidade - UFRGS. 256p.

- TUCCI, C.E.M. et al. 1995. Flow regionalization in the upper Paraguai basin, Brazil. *Hydrological Sciences Journal*. v.40, n.4, p.485-497. Aug.
- TUCCI, C.E.M.; CLARKE, R.T. 2001. Regionalização Hidrológica. In: PAIVA, J.B.D. e PAIVA, E.M.C.D. (org.). *Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas*. Porto Alegre: ABRH - UFSM. 625p. cap.7, p.169-222.
- VOGEL, R.M.; KROLL, C.N. 1992. Regional Geohydrologic-Geomorphic Relationships for the Estimation of Low-Flow Statistics, *Water Resources Research*, v.38, n.9, p.2451-2458.
- VOGEL, R.M.; McMAHON, T.A.; CHIEW, F.H.S. 1993. Floodflow frequency model selection in Australia. *Journal of Hydrology*. v.146, p.421-449.
- VOGEL, R.M.; THOMAS Jr, W.O.; McMAHON, T.A. 1993. Flood-flow frequency model selection in southwestern United States. *Journal of Water Resources Planning and Management*. v.119, n.3, p.353-366. May/Jun.
- YEVJEVICH, V. 1972. Probability and statistics in hydrology. *Water Resources Publications*. Fort Collins, Co. EUA. 302p.
- YUE, S., PILON, P.J.; CAVADIAS, G. 2002. Power of the Mann-Kendal and Spearman's rho tests for detecting monotonic trends in hydrological series. *Journal of Hydrology*. v.271, p.254-271.
- WILTSHIRE, S.E. 1985. Grouping basins for regional flood frequency analysis. *Hydrological Sciences Journal*. v.30, n.1, p.151-159.
- WILTSHIRE, S.E. 1986a. Regional flood frequency analysis I: Homogeneity statistics. *Hydrological Sciences Journal*. v.31, n.3, p.321-333. Sep.
- WILTSHIRE, S.E. 1986b. Regional flood frequency analysis II: Multivariate classification of drainage basins in Britain. *Hydrological Sciences Journal*. v.31, n.3, p.335-346. Sep.
- WILTSHIRE, S.E. 1986c. Identification of homogeneous regions for flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*. v.84, p.287-302.
- WISHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington DC. Dep. of Agriculture (Agriculture Handbook n.537), 61p.
- WHITE, E.L. 1975. Factor analysis of drainage basin properties: classification of flood behaviour in terms of basin geomorphology. *Water Resources Bulletin*. v.11, n.4, p.676-686.
- ZRINJI, Z.; BURN, D.H. 1994. Flood frequency analysis for ungauged sites using a region of influence approach. *Journal of Hydrology*. v.153, p.1-21.

ANEXO A

ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS

Tabela A.1 Estações fluviométricas selecionadas.

ID	Código	Utilização		Nome da Estação	Curso d'água	UF	Responsável / Operadora		Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km ²)
		QMD	QMX								
1	70100000	X	X	Despraiado	R. Pelotas	SC	ANA	CPRM	-28:22:05	-49:48:15	528
2	70200000	X	X	Invernada Velha	R. Pelotas	RS	ANA	CPRM	-28:26:57	-50:17:47	2.841
3	70300000	X	X	Fazenda Mineira	R. Lava Tudo	SC	ANA	CPRM	-28:05:23	-50:03:34	1.119
4	70500000	X	X	Coxilha Rica	R. Pelotinhas	SC	ANA	CPRM	-28:09:07	-50:26:26	548
5	70700000	X	X	Passo Socorro	R. Pelotas	RS	ANA	CPRM	-28:12:38	-50:45:30	8.400
6	71200000	X	X	Vila Canoas	R. Canoas	SC	ANA	CPRM	-27:48:08	-49:46:41	989
7	71250000	X	X	Ponte Rio João Paulo	R. João Paulo	SC	ANA	CPRM	-27:49:45	-49:37:33	512
8	71300000	X	X	Rio Bonito	R. Canoas	SC	ANA	CPRM	-27:42:00	-49:49:59	1.984
9	71350000	X	X	Encruzilhada	R. Canoas	SC	ANA	Desativada	-27:30:00	-50:07:59	2.980
10	71350001	X	X	Encruzilhada II	R. Canoas	SC	ANA	CPRM	-27:48:29	-50:19:42	3.360
11	71380000		X	Canoas	R. Canoas	SC	ANA	Desativada	-27:33:00	-50:22:00	4.490
12	71383000	X	X	Ponte Alta do Sul	R. Canoas	SC	ANA	CPRM	-27:28:50	-50:23:03	4.631
13	71385000	X	X	Pte. do Rio Antinhas	R. Antinhas	SC	ANA	Desativada	-27:21:00	-50:25:59	41
14	71490000	X	X	Ponte Marombas	R. das Marombas	SC	ANA	CPRM	-27:12:55	-50:27:54	360
15	71495000	X	X	Ponte do Rio Timbó	Rio Timbó	SC	ANA	Desativada	-27:01:00	-50:38:59	281
16	71496000	X	X	Pte. do Rio Correntes	R. Correntes	SC	ANA	Desativada	-27:04:00	-50:38:59	548
17	71498000	X	X	Passo Marombas	R. das Marombas	SC	ANA	CPRM	-27:19:50	-50:45:02	3.654
18	71550000	X		Passo Caru	R. Canoas	SC	ANA	CPRM	-27:32:16	-50:51:34	9.868
19	71800000	X	X	Colônia Santana	R. Canoas	SC	ANA	Desativada	-27:38:59	-51:02:59	13.114
20	72300000	X	X	Passo do Virgílio	R. Pelotas	RS	ANA	Desativada	-27:30:03	-51:42:48	29.114
21	72400000	X	X	Passo São Geraldo	R. Forquilha	RS	ANA	Desativada	-27:55:59	-51:43:59	1.499
22	72430000	X	X	Passo do Granzotto	R. Forquilha	RS	ANA	CPRM	-27:52:45	-51:45:16	1.604
23	72530000	X	X	Passo do Ligeiro	R. Apuê ou Ligeiro	RS	ANA	Desativada	-28:03:43	-51:54:52	456
24	72580000	X	X	Ponte do Rio Tapejara	R. Tapejara	RS	ANA	Desativada	-27:55:36	-52:05:30	1.076
25	72630000	X	X	Passo Santa Tereza	R. Apuê ou Ligeiro	RS	ANA	CPRM	-27:42:20	-51:53:05	2.775
26	72680000	X	X	Passo Colombelli	R. Apuê ou Ligeiro	RS	ANA	CPRM	-27:33:37	-51:51:28	3.626
27	72715000	X		Rio Das Antas	R. do Peixe	SC	ANA	CPRM	-26:53:44	-51:04:32	791
28	72750000	X	X	Videira	R. do Peixe	SC	ANA	Desativada	-26:58:59	-51:10:00	1.103
29	72810000	X	X	Tangara	R. do Peixe	SC	ANA	CPRM	-27:06:15	-51:14:57	1.995
30	72849000	X	X	Joaçaba I	R. do Peixe	SC	ANA	CPRM	-27:10:18	-51:30:01	3.682
31	72870000	X		Barra do Rio Pardo	Rio Leão	SC	ANA	CPRM	-27:18:59	-51:31:05	414
32	72980000	X	X	Rio Uruguai	R. do Peixe	SC	ANA	Desativada	-27:26:45	-51:51:39	5.114
33	73010000	X	X	Marcelino Ramos	R. Uruguai	RS	ANA	Desativada	-27:27:39	-51:54:15	41.267
34	73150000		X	Jacutinga	R. Jacutinga	SC	ANA	Desativada	-27:08:59	-52:04:00	780
35	73180000	X	X	Engenho Velho	R. Jacutinga	SC	ANA	Desativada	-27:14:11	-52:12:33	938
36	73200000	X	X	Itá	R. Uruguai	RS	ANA	Desativada	-27:16:36	-52:19:35	44.350
37	73300000	X	X	Bonito	R. Irani	SC	ANA	CPRM	-26:57:09	-52:10:56	630
38	73330000	X	X	Passo Alto Irani	R. Irani	SC	ANA	CPRM	-26:58:14	-52:22:00	900
39	73350000	X	X	Barca Iraní	R. Irani	SC	ANA	CPRM	-27:09:50	-52:31:21	1.498
40	73480000	X	X	Pte. do Rio Passo Fundo	R. Passo Fundo	RS	ANA	CPRM	-27:23:12	-52:43:13	3.709
41	73550000	X	X	Passo Caxambú	R. Uruguai	SC	ANA	CPRM	-27:10:15	-52:52:02	52.671
42	73600000	X	X	Abelardo Luz	R. Chapecó	SC	ANA	CPRM	-26:33:21	-52:19:50	1.850
43	73610000	X	X	Ponte Saudades	R. Saudades	SC	ANA	Desativada	-26:40:00	-52:37:00	702
44	73690001	X	X	Coronel Passos Maia	R. Chapecozinho	SC	ANA	CPRM	-26:46:19	-52:01:29	786
45	73700000	X	X	Chapecozinho	R. Chapecozinho	SC	ANA	Desativada	-26:43:59	-52:23:59	1.351
46	73730000	X		Porto Elvino	R. Chapecó	SC	ANA	Desativada	-26:45:00	-52:38:59	5.239
47	73750000	X	X	Porto Fae	R. Chapecó	SC	ANA	Desativada	-26:48:00	-52:40:59	5.528
48	73765000	X	X	Passo Quilombo	R. do Ouro	SC	ANA	CPRM	-26:45:36	-52:45:02	282
49	73770000	X	X	Porto Fae Novo	R. Chapecó	SC	ANA	CPRM	-26:48:59	-52:43:59	5.880
50	73780000	X	X	Jardinópolis	R. Três Voltas	SC	ANA	CPRM	-26:44:09	-52:54:01	626
51	73820000	X	X	Passo Pio X	R. Burro Branco	SC	ANA	CPRM	-26:51:28	-52:54:15	992
52	73850000	X	X	Passo Nova Erechim	R. Chapecó	SC	ANA	Desativada	-26:55:59	-52:53:59	7.535
53	73900000	X	X	Saudades	R. Saudades	SC	ANA	CPRM	-26:55:36	-53:00:28	418
54	73960000	X	X	Barra do Chapecó (Aux.)	R. Chapecó	SC	ANA	CPRM	-27:02:03	-52:57:15	8.267
55	73970000	X	X	Barra do Chapecó	R. Chapecó	SC	ANA	Desativada	-27:06:00	-53:00:00	8.280
56	74100000	X	X	Iraí	R. Uruguai	RS	ANA	CPRM	-27:11:25	-53:15:55	62.199
57	74205000	X	X	Linha Cescon	R. Caturete	RS	ANA	CPRM	-27:48:42	-53:01:40	454
58	74210000	X	X	Potreiro Bonito	R. da Várzea	RS	ANA	Desativada	-27:48:00	-53:02:59	3.012
59	74270000	X	X	Passo Rio da Várzea	R. da Várzea	RS	ANA	CPRM	-27:16:49	-53:19:06	5.356
60	74295000	X	X	Linha Jataí	R. Iracema	SC	ANA	CPRM	-27:00:47	-53:17:42	339

Obs. QMD: vazão média anual; QMX: vazão máxima anual.

(continua).

Tabela A.1 Estações fluviométricas selecionadas (continuação).

ID	Código	Utilização		Nome da Estação	Curso d'água	UF	Responsável / Operadora		Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km ²)
		QMD	QMX								
61	74310000		X	Linha Polaca	R. das Antas	SC	ANA	Desativada	-26:38:59	-53:25:00	907
62	74320000	X	X	Ponte do Sargento	R. Sargento	SC	ANA	CPRM	-26:40:53	-53:17:17	608
63	74345000	X	X	Ponte Guarita	R. Guarita	RS	ANA	Desativada	-27:37:59	-53:32:59	749
64	74370000	X	X	Palmitinho	R. Guarita	RS	ANA	CPRM	-27:19:58	-53:38:21	2.057
65	74420000	X	X	São Miguel do Oeste I	R. das Flores	SC	ANA	Desativada	-26:46:59	-53:40:00	527
66	74450000	X	X	Engenho	R. Turvo	RS	ANA	Desativada	-27:40:00	-53:46:00	892
67	74460000	X	X	Ponte do Rio Turvo	R. Turvo	SC	ANA	CPRM	-27:49:13	-53:43:59	505
68	74470000	X	X	Três Passos	R. Turvo	RS	ANA	CPRM	-27:23:34	-53:52:51	1.538
69	74600000	X	X	Cascata Burica	R. Burica	RS	ANA	Desativada	-27:31:18	-54:13:55	2.265
70	74700000	X	X	Tucunduva	R. Santa Rosa	RS	ANA	CPRM	-27:40:20	-54:27:38	1.139
71	74750000	X	X	Linha Cascata	R. Santo Cristo	RS	ANA	CPRM	-27:50:43	-54:33:16	337
72	74800000	X	X	Porto Lucena	R. Uruguai	RS	ANA	CPRM	-27:51:15	-55:01:21	85.809
73	74880000	X	X	Passo São João	R. Comandai	RS	ANA	CPRM	-28:03:56	-54:45:20	816
74	74900000	X	X	Linha União	R. Comandai	RS	ANA	CPRM	-27:55:54	-54:56:17	1.248
75	75155000	X	X	Passo Faxinal	R. Ijuí	RS	ANA	CPRM	-28:17:21	-53:46:48	2.003
76	75185000	X	X	Ponte Nova do Potiribu	R. Potiribu	RS	ANA	Desativada	-28:22:37	-53:52:32	629
77	75200000	X	X	Conceição	R. Conceição	RS	ANA	CPRM	-28:27:17	-53:58:14	805
78	75205000	X	X	Ponte Nova do Conceição	R. Conceição	RS	ANA	CPRM	-28:23:00	-54:01:54	966
79	75230000	X	X	Santo Ângelo	R. Ijuí	RS	ANA	CPRM	-28:21:19	-54:16:05	5.414
80	75270000	X	X	Ponte Queimada	R. Ijuizinho	RS	ANA	Desativada	-28:46:59	-53:58:59	939
81	75295000	X	X	Colônia Mousquer	R. Ijuizinho	RS	ANA	CPRM	-28:23:21	-54:19:54	2.131
82	75300000	X	X	Passo Viola	R. Ijuí	RS	ANA	Desativada	-28:13:00	-54:36:00	8.883
83	75320000	X	X	Ponte Mística	R. Ijuí	RS	ANA	CPRM	-28:10:53	-54:44:17	9.426
84	75350000		X	Passo Florida	R. Ijuí	RS	ANA	Desativada	-28:07:59	-55:07:00	10.033
85	75400000	X	X	Passo do Dias	R. Piratinim	RS	ANA	CPRM	-28:38:59	-54:28:00	936
86	75430000	X	X	Passo Major Zeferino	Arroio Inhacapetum	RS	ANA	Desativada	-28:43:59	-54:37:59	890
87	75450000	X	X	Passo Santa Maria	R. Piratinim	RS	ANA	CPRM	-29:34:40	-54:54:52	3.277
88	75500000	X	X	Passo do Sarmento	R. Piratinim	RS	ANA	CPRM	-28:12:42	-55:19:10	5.281
89	75550000	X	X	Garruchos	R. Uruguai	RS	ANA	CPRM	-28:10:57	-55:38:35	104.162
90	75700000	X	X	Passo do Novo	R. Icamauã	RS	ANA	CPRM	-28:40:42	-55:34:53	3.700
91	76085000	X	X	Cachoeira 5 Veados	R. Toropi	RS	ANA	CPRM	-29:25:41	-54:03:12	1.635
92	76100000	X	X	Vila Clara	R. Toropi	RS	ANA	CPRM	-29:33:21	-54:20:30	2.783
93	76120000	X	X	Ponte Toropi	R. Toropi	RS	ANA	Desativada	-29:39:12	-54:25:47	3.310
94	76200000		X	Passo Santa Vitória	R. Ibicuí	RS	ANA	Desativada	-29:49:59	-54:47:59	5.679
95	76250000		X	Dom Pedrito	R. Santa Maria	RS	ANA	Desativada	-30:58:59	-54:40:59	2.101
96	76300000	X	X	Ponte Ibicuí da Armada	R. Ibicuí da Armada	RS	ANA	CPRM	-30:16:50	-54:54:12	6.005
97	76310000	X	X	Rosário do Sul	R. Santa Maria	RS	ANA	CPRM	-30:14:34	-54:54:57	12.077
98	76360001	X	X	Azevedo Sodre	R. Cacequí	RS	ANA	Desativada	-30:06:00	-54:37:59	1.220
99	76380000	X	X	Cacequí	R. Cacequí	RS	ANA	Desativada	-29:53:59	-54:49:59	1.826
100	76440000	X	X	Jaguari	R. Jaguarí	RS	ANA	CPRM	-29:29:56	-54:41:17	2.296
101	76460000	X	X	Ernesto Alves	R. Jaguarizinho	RS	ANA	CPRM	-29:21:38	-54:44:05	933
102	76470000		X	Passo do Jaguarizinho	R. Jaguarizinho	RS	ANA	Desativada	-29:28:59	-54:45:00	1.345
103	76490000	X	X	Passo do Loreto	R. Jaguarí	RS	ANA	Desativada	-29:40:59	-54:57:00	4.578
104	76500000	X	X	Jacaquã	R. Ibicuí	RS	ANA	CPRM	-29:41:11	-55:11:39	27.771
105	76550000	X	X	Ponte do Miracatu	A. Miracatu	RS	ANA	Desativada	-29:28:59	-55:16:00	376
106	76560000	X	X	Manoel Viana	R. Ibicuí	RS	ANA	CPRM	-29:35:44	-55:28:50	29.321
107	76600000	X	X	Passo do Itaum	R. Ibicuí	RS	ANA	Desativada	-29:27:00	-55:43:59	31.008
108	76630000		X	Cachoeira Santa Cecília	R. Itú	RS	ANA	Desativada	-29:12:00	-55:28:59	1.558
109	76650000	X	X	Passo da Cachoeira	R. Itú	RS	ANA	CPRM	-29:18:32	-55:42:20	2.562
110	76700000		X	Passo dos Britos	R. Ibirapuitã	RS	ANA	Desativada	-29:58:23	-55:44:52	3.194
111	76742000		X	Passo do Osório	A. Cavera	RS	ANA	CPRM	-29:57:03	-55:36:02	1.163
112	76750000	X	X	Alegrete	R. Ibirapuitã	RS	ANA	CPRM	-29:46:05	-55:47:15	5.942
113	76800000	X	X	Passo Mariano Pinto	R. Ibicuí	RS	ANA	CPRM	-29:18:29	-56:03:16	42.498
114	77150000	X		Uruguaiana	R. Uruguai	RS	ANA	CPRM	-29:44:53	-57:05:21	163.547
115	77500000	X	X	Quaraí	R. Quaraí	RS	ANA	CPRM	-30:23:11	-56:27:34	2.878
116	85400000	X		Dona Francisca	R. Jacuí	RS	ANA	CPRM	-29:37:39	-53:21:11	14.014
117	85438000	X	X	Restinga Seca	R. Vacacaí-Mirim	RS	ANA	CPRM	-29:47:57	-53:22:05	914
118	85460000	X	X	Santa Brígida	R. Vacacaí	RS	ANA	Desativada	-30:22:59	-54:22:00	771
119	85470000	X	X	Ponte São Gabriel	R. Vacacaí	RS	ANA	CPRM	-30:21:35	-54:18:42	973
120	85480000	X	X	Passo do Rocha	R. Vacacaí	RS	ANA	CPRM	-30:13:53	-53:59:07	2.968

Obs. QMD: vazão média anual; QMX: vazão máxima anual.
(continua).

Tabela A.1 Estações fluviométricas selecionadas (continuação).

ID	Código	Utilização		Nome da Estação	Curso d'água	UF	Responsável / Operadora		Latitude	Longitude	Área de Drenagem (km ²)
		QMD	QMX								
121	85580000	X	X	Passo do Verde	R. Vacacaí	RS	ANA	Desativada	-29:55:59	-53:43:00	5.343
122	85600000	X	X	Passo das Tunas	R. Vacacaí	RS	ANA	CPRM	-29:55:32	-53:24:56	6.790
123	85610000	X	X	Passo do Freire	A. São Sepé	RS	ANA	CPRM	-30:26:07	-53:42:47	62
124	85615000		X	Passo do Lajeado	A. Lajeado da Cria	RS	ANA	Desativada	-30:22:40	-53:44:26	69
125	85620000	X	X	Pulqueria	R. São Sepé	RS	ANA	Desativada	-30:13:00	-53:40:59	618
126	85623000	X	X	São Sepé - Montante	R. São Sepé	RS	ANA	CPRM	-30:11:35	-53:33:47	721
127	85630000	X	X	Passo São Sepé	R. São Sepé	RS	ANA	Desativada	-30:08:59	-53:32:59	732
128	85642000	X		Passo São Lourenço	R. Jacuí	RS	ANA	CPRM	-30:00:30	-53:00:57	27.416
129	85650000		X	Cachoeira	R. Jacuí	RS	ANA	Desativada	-30:03:00	-52:53:59	30.753
130	85730000	X	X	Passo Linha do Rio	R. Pardo	RS	ANA	Desativada	-29:36:00	-52:46:59	1.228
131	85740000		X	Candelária	R. Pardo	RS	ANA	Desativada	-29:40:23	-52:46:09	1.376
132	85780000		X	Passo do Meio	R. Pardo	RS	ANA	Desativada	-29:49:00	-52:32:59	2.074
133	85830000	X		Santa Cruz-Montante	R. Pardinho	RS	ANA	CPRM	-29:42:20	-52:28:08	784
134	85850000	X	X	Santa Cruz	R. Pardinho	RS	ANA	Desativada	-29:43:59	-52:28:00	827
135	85900000	X	X	Rio Pardo	R. Jacuí	RS	ANA	CPRM	-29:59:45	-52:22:27	38.753
136	86100000	X	X	Passo do Gabriel	R. das Antas	RS	ANA	CPRM	-28:48:20	-50:29:38	1.725
137	86160000	X	X	Passo Tainhas	R. Tainhas	RS	ANA	CPRM	-28:52:00	-50:27:14	1.107
138	86340000	X	X	Ponte Santa Rita	R. Santa Rita	RS	ANA	Desativada	-28:16:59	-51:16:59	314
139	86410000	X	X	Passo Barra do Guaiaveira	R. Turvo	RS	ANA	CPRM	-28:44:21	-51:25:27	2.839
140	86420000	X	X	Ponte do Prata	R. Prata	RS	ANA	CPRM	-28:40:45	-51:36:38	319
141	86440000	X	X	Passo do Prata	R. Prata	RS	ANA	CPRM	-28:52:02	-51:26:44	3.622
142	86480000	X	X	Passo Migliavaca	R. Carreiro	RS	ANA	CPRM	-28:37:01	-51:51:27	1.250
143	86500000	X	X	Passo Carreiro	R. Carreiro	RS	ANA	CPRM	-28:51:02	-51:49:59	1.829
144	86510000	X		Muçum	R. Taquarí	RS	ANA	CPRM	-29:09:59	-51:52:05	15.826
145	86560000	X	X	Linha Colombo	R. Guaporé	RS	ANA	CPRM	-28:54:42	-51:57:11	1.980
146	86580000	X	X	Santa Lucia	R. Guaporé	RS	ANA	CPRM	-29:07:10	-51:54:42	2.382
147	86700000	X	X	Ponte Jacaré	A. Jacaré	RS	ANA	CPRM	-29:11:20	-51:55:19	432
148	86720000	X		Encantado	R. Taquarí	RS	ANA	CPRM	-29:14:03	-51:51:15	19.200
149	86745000	X	X	Passo do Coimbra	R. Forqueta	RS	ANA	CPRM	-29:12:57	-52:11:22	780
150	87040000		X	Passo do Raso	R. Jacuí	RS	ANA	ANA	-29:58:00	-51:27:00	71.454
151	87160000	X	X	Nova Palmira	R. Caí	RS	ANA	CPRM	-29:20:08	-51:11:26	2.017
152	87170000	X	X	Barca do Caí	R. Caí	RS	ANA	CPRM	-29:35:21	-51:22:58	3.097
153	87250000	X	X	Costa do Rio Cadeia	R. Cadeia	RS	ANA	Desativada	-29:36:25	-51:21:03	865
154	87316000		X	Barra dos Cornelios	R. dos Cornelios	RS	ANA	CPRM	-29:38:58	-50:02:53	911
155	87317030	X	X	Maquiné	R. Maquiné	RS	ANA	CPRM	-29:39:06	-50:12:33	444
156	87317060	X	X	Barra do João Pedro	R. São Pedro	RS	ANA	CPRM	-29:46:14	-50:05:03	1.718
157	87372000	X	X	Igrejinha	R. Santa Maria	RS	ANA	ANA	-29:34:00	-50:47:59	476
158	87380000	X	X	Campo Bom	R. dos Sinos	RS	ANA	CPRM	-29:41:30	-51:02:42	2.864
159	87382000	X	X	São Leopoldo	R. dos Sinos	RS	ANA	CPRM	-29:45:29	-51:09:03	3.131
160	87399000	X	X	Passo das Canoas Aux.	R. Gravataí	RS	ANA	CPRM	-29:57:51	-50:58:40	1.427
161	87400000	X	X	Passo das Canoas	R. Gravataí	RS	ANA	CPRM	-29:57:24	-51:00:33	1.660
162	87590000	X		Passo do Cacao	R. Camaquã	RS	ANA	CPRM	-30:57:39	-53:29:18	4.069
163	87865000	X		Dom Feliciano	Arroio Sutil	RS	ANA	ANA	-30:42:00	-52:04:00	435
164	87905000	X	X	Passo do Mendonca	R. Camaquã	RS	ANA	CPRM	-31:00:36	-52:03:10	15.543
165	88220000	X	X	Picada da Areia	R. Jaguarão	RS	ANA	CPRM	-32:23:08	-53:38:16	4.924
166	88550000	X	X	Ponte do Império	R. Piratini	RS	ANA	Desativada	-31:43:00	-52:53:59	1.873
167	88575000	X		Cerro Chato	A. Basílio	RS	ANA	CPRM	-31:51:51	-53:16:08	1.043
168	88680000	X	X	Passo do Ricardo	R. Piratini	RS	ANA	Desativada	-31:53:59	-52:38:59	5.370
169	88750000	X	X	Passo dos Carros	A. Fragata	RS	ANA	CPRM	-31:42:44	-52:28:31	133
170	88850000	X	X	Ponte Cordeiro de Farias	A. Pelotas	RS	ANA	CPRM	-31:34:23	-52:27:42	362

Obs. QMD: vazão média anual; QMX: vazão máxima anual.

ANEXO B

SÉRIES DE DESCARGAS MÉDIAS ANUAIS

Tabela B.1 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 70.

Código ANEEL	70100000	70200000	70300000	70500000	70700000
1940					
1941					227,0
1942					127,0
1943			17,7		146,0
1944			7,3		59,6
1945			8,2	4,8	59,7
1946			22,8	12,1	174,0
1947			18,7	7,0	148,0
1948			21,4	9,8	226,0
1949				4,8	160,0
1950			13,0	13,0	176,0
1951			16,2	8,7	147,0
1952			20,6	9,9	157,0
1953			19,7	10,8	152,0
1954			40,0	25,9	368,0
1955			25,9	15,5	185,0
1956			27,9	16,4	193,0
1957			44,2	24,1	271,0
1958			37,7	7,3	244,0
1959			24,0	14,8	167,0
1960			23,3	16,4	183,0
1961			32,5	22,5	292,0
1962			14,9	7,1	89,9
1963			52,6	24,4	257,0
1964				10,4	104,0
1965		48,2		24,7	140,0
1966		90,4	43,7	28,4	
1967		48,0	37,6	26,5	
1968		38,7	18,6	8,4	
1969		50,4	27,6	16,2	171,0
1970		52,8	21,0	18,7	161,0
1971		86,9	35,5	21,9	237,0
1972		92,4	25,7	19,5	238,0
1973		72,4	26,6	19,8	209,0
1974		67,3	19,9	10,8	145,0
1975		58,6	24,1	12,7	160,0
1976		80,9	34,2	16,3	204,0
1977	18,8	92,4	28,5	20,1	237,0
1978	9,4	39,0	16,8	10,7	110,0
1979	12,7	63,4	24,6	15,2	167,0
1980	23,1	91,7	33,0	20,6	
1981	12,9	55,4	20,8	8,3	129,0
1982	16,4	78,2	30,1	18,7	218,0
1983	33,2	160,0	62,3	42,6	412,0
1984	18,5	98,0	41,7	28,4	288,0
1985	14,2	53,4	20,4	16,0	153,0
1986	13,0	62,1	22,4	15,8	173,0
1987	21,3	119,0	42,9	32,4	313,0
1988	9,4	57,7	24,0	22,7	
1989	13,0	83,1	30,1	18,9	213,0
1990	18,2	107,0	47,2	38,9	300,0
1991	11,3	48,4	26,4		162,0
1992	14,1	90,0	39,5		312,0
1993	14,7	91,8	39,2	25,6	265,0
1994	15,3	94,1	46,4	49,4	
1995	13,1	68,9	26,1	14,2	155,0
1996	15,4	83,2	29,1	19,0	209,0
1997	19,4	117,0	42,5	29,7	299,0
1998	17,9	110,3		33,0	319,0
1999	12,7	53,6	25,0	12,5	138,0
2000	21,1	86,5	32,9	16,2	184,0
2001	24,3	125,2	45,9	24,0	298,2
2002	17,3	96,4	36,8	19,7	243,3

Tabela B.2 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 71.

Código ANEEL	71200000	71250000	71300000	71350000	71350001	71380000	71383000	71385000	71490000	71945000	71496000	71498000	71550000
1940													
1941						108,0						79,2	
1942						50,7						51,3	
1943			41,4			93,8						66,2	
1944			16,5			32,3						26,9	
1945			18,2			25,8						14,2	
1946			44,7			90,3						71,2	
1947			42,6			81,4						56,3	
1948			50,0									57,4	
1949			38,0									35,8	
1950			35,8			70,0						53,9	
1951			33,2			72,0						57,5	161,0
1952			35,7	47,8		82,3						51,2	159,0
1953			33,1	48,3		77,3						59,2	161,0
1954			76,5	109,0		180,0						104,8	336,0
1955			48,3	70,0		114,0						67,7	210,0
1956			49,7	74,8								72,8	222,0
1957			73,4	112,0			163,0					106,7	313,0
1958			56,7	79,2			127,0					77,1	236,0
1959	21,0		36,9	53,0			74,7					44,1	139,0
1960	27,1	12,4	44,2	59,7			83,6	0,5	7,2	4,6	10,0	54,7	158,0
1961	38,4	16,2	65,6	101,0			156,0	1,3	16,3	5,8	16,7	102,9	312,0
1962	18,1	8,8	37,1	55,7			81,4	0,6	8,7	3,3	8,8	57,3	157,0
1963	38,6	17,2	64,7	93,2			150,0	0,9	10,5	4,9	12,5	88,8	271,0
1964	17,3	7,7	32,5	46,2			71,1	0,6	8,7	2,7	9,3	55,2	143,0
1965	31,2	14,2	55,8	87,9			136,0	1,2	9,5	3,7	11,5	83,2	270,0
1966	36,3	18,5	64,4	97,3			143,0	0,9	15,5	6,9	18,4	117,7	319,0
1967	27,3	13,4	48,4	71,5			106,0	0,6	10,8	5,0	11,8	79,0	211,0
1968	13,1	6,7	22,7	30,4			46,7	0,2	4,2	2,3	6,1	37,5	89,4
1969	20,3	10,2	38,8	63,9			101,0	0,5	11,1		13,9	87,9	236,0
1970	20,6	10,6	41,7	62,4			91,4	0,5	7,6		9,1	59,0	168,0
1971	34,5	16,6	63,6	106,0			159,0		12,4			107,6	317,0
1972	32,3	16,2	56,8	88,1			128,0		13,5			117,8	291,0
1973	31,1	13,3	54,6	82,6			124,0		12,1			112,6	283,0
1974	21,9	11,7	41,2	60,5			80,1		5,6			58,4	149,0
1975	27,9	14,6	54,6	85,6			122,0		10,7			92,9	240,0
1976		13,1	61,4	91,6			123,0		10,4			96,4	243,0
1977	34,4	13,0	62,3	94,4			129,0		10,3		12,0	94,1	260,0
1978	16,2	6,8	27,6	39,8			51,5		4,9		5,9	47,7	102,0
1979	22,3	10,2	42,5				88,0		9,3			97,5	224,0
1980	39,2		69,7	103,0			140,0		11,9		14,2	106,4	266,0
1981	20,9		38,9	56,9			70,8		7,0		9,5	48,9	131,0
1982	27,3	10,6	48,2	75,4			106,0				18,0	108,7	265,0
1983	66,1		118,0	214,0								196,5	678,0
1984	39,8	14,7	75,7	123,0									372,0
1985	23,2	9,5	37,6	51,4	58,4		66,8		4,4			167,7	139,0
1986	22,0	11,0	35,7		56,3		65,4		5,6			211,2	155,0
1987	44,5	18,1	72,9		110,0		140,0		9,4			87,1	266,0
1988	23,1	9,4	49,9		63,9		78,1		7,3			69,3	169,0
1989	31,5	13,7	58,2		87,5		106,0		10,0			83,2	242,0
1990	55,4	21,7	91,6		167,0		203,0		16,4			149,5	462,0
1991	24,5	10,5			59,8		72,6		5,8			54,4	151,0
1992	38,5				108,0		145,0		11,0			118,6	376,0
1993	40,4	16,4			105,0		129,0		11,4			108,1	301,0
1994	46,8	14,7			103,0		119,0		11,3			106,6	271,0
1995	31,9	12,8	48,4		73,9		96,2		6,9			77,6	213,0
1996	34,3	12,4	56,9		98,1		123,0		7,7			103,6	277,0
1997		15,5	74,9				162,0		12,7			137,9	403,0
1998		18,3	86,0		138,3		199,0		16,0			169,4	463,0
1999	27,4	10,4	46,8		76,9		94,6		9,0			77,0	222,0
2000			57,2		88,9							106,6	289,2
2001			81,5				175,2					115,3	375,3
2002													

(continua)

Tabela B.2 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 71 (continuação).

Código ANEEL	71800000
1940	
1941	
1942	
1943	
1944	
1945	
1946	
1947	
1948	
1949	
1950	
1951	
1952	
1953	
1954	
1955	
1956	
1957	
1958	
1959	
1960	
1961	
1962	
1963	
1964	180,0
1965	338,0
1966	394,0
1967	276,0
1968	118,0
1969	311,0
1970	230,0
1971	418,0
1972	398,0
1973	369,0
1974	196,0
1975	302,0
1976	312,0
1977	322,0
1978	136,0
1979	277,0
1980	334,0
1981	177,0
1982	322,0
1983	
1984	
1985	
1986	
1987	
1988	
1989	
1990	
1991	
1992	
1993	
1994	
1995	
1996	
1997	
1998	
1999	
2000	
2001	
2002	

Tabela B.3 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 72.

Código ANEEL	72300000	72400000	72430000	72530000	72580000	72630000	72680000	72715000	72750000	72810000	72849000	72870000	72980000
1940							77,8						
1941							138,0		46,0				165,0
1942							78,9		32,9				111,0
1943							62,4		36,9				119,0
1944							26,9						26,6
1945							16,8		10,9				28,3
1946							70,2		68,0				132,0
1947							47,1		26,3				98,1
1948							76,3		7,4				102,0
1949							63,2		2,0				42,8
1950							82,1		12,1				89,2
1951							62,1		18,2				98,3
1952							74,3		22,7				79,7
1953							107,0		28,5				99,3
1954							169,0		58,2				199,0
1955							101,0		40,8				109,0
1956							65,9		28,7				92,1
1957							92,0		43,4				136,0
1958			38,2	10,7	28,2	67,8	85,8		27,9				90,6
1959			42,9	13,4	32,7	76,8	91,5		17,8				48,4
1960		25,7	29,1	9,8	24,6	54,5	68,0		19,8				60,0
1961		43,6	48,2	15,4	34,5	84,7	120,0		39,2				133,0
1962		11,8	12,8	4,6	11,2	27,0	35,8		26,7				73,5
1963		37,3	43,4	13,7	34,9	82,2	113,0		37,3				123,0
1964		15,4	18,7	7,0	17,1	40,1	56,1						66,0
1965		41,2	50,4	14,2	34,7	87,6	117,0						158,0
1966		50,2	57,6	19,2	46,4	101,0	130,0						154,0
1967		34,7	41,0	11,8	31,5	66,2	82,2						116,0
1968		10,0	12,1	4,4	12,8	31,3	40,6						46,0
1969		23,2	27,1	7,5	18,6	46,3	65,0						140,0
1970		32,2	38,7	10,9	29,7	69,5	95,3						93,8
1971	809,0	31,0	37,4	11,8	29,8	66,6	91,0						157,0
1972	790,0	50,3	57,7	19,6	50,1	110,2	154,0						168,0
1973	755,0	50,8	60,3	17,4	42,4	94,1	130,0						159,0
1974	450,0	20,9	25,2	9,6	24,8	47,7	64,8						68,8
1975	559,0	29,9	34,5	13,2	28,1	59,8	81,0						115,0
1976	635,0	34,3	39,2	11,5	30,8	62,3	86,0						119,0
1977		36,3	42,2	12,8	33,4	70,3	93,2	18,9		45,3		7,7	110,0
1978		15,3	18,9	6,2	14,1	29,8	38,7	10,7		19,4			49,5
1979	596,0	38,1	43,7		34,3	74,2	117,9	24,4		56,0		7,7	127,0
1980	676,0		39,2	13,9	30,7	66,0	99,1	20,0		45,9		6,7	113,0
1981	412,0		22,2	8,8	20,5	43,2	71,2	10,0		17,2		5,1	59,7
1982	683,0		44,8	14,1	38,2	77,1	121,4	26,4		61,7		13,4	137,0
1983	1337,0		82,3	25,6	62,5	130,0	232,7	39,2				28,5	238,0
1984	890,0		58,5	16,8	49,6	96,4	167,4			53,5		13,8	133,0
1985			32,8	12,2	25,4	55,7	85,8			23,5		5,4	64,9
1986			30,5	11,4	22,2	50,3	79,8			39,2	70,2	8,6	107,0
1987			54,3	19,2	40,3	82,7	131,0	20,2		48,6	94,4	13,6	138,0
1988			31,6	11,0	23,9	47,2	71,4	17,2		41,8	70,7	8,1	88,6
1989			49,5	17,8	38,3	76,6	133,8	15,6		45,0	91,6	13,8	140,0
1990			62,0	21,8			207,4	30,1		81,6	159,0	21,0	212,0
1991			23,7	7,7		35,3	62,4			29,7	56,9	9,5	84,7
1992			53,5	16,7		90,5		25,5		59,6	121,0	17,1	181,0
1993			48,8	16,8		78,4	114,6	20,9		51,3	96,3	8,7	125,0
1994			59,5	21,5			144,9			60,7	115,0	20,1	149,0
1995			29,7	9,3		51,7	72,9			42,8	86,3	8,2	107,0
1996	749,0		38,9	12,5		72,3	104,2	24,6		61,9	115,0	12,5	144,0
1997	964,0		64,1	24,6		105,4	167,4	38,6		86,1	158,0	21,9	200,0
1998	1130,0		81,9	29,4		132,5	204,7	41,3		98,8	191,0	20,3	234,0
1999	527,0		25,6	19,6		51,8	72,7	14,8		34,2	68,5	5,1	88,6
2000	738,5		38,8			68,7	97,5	21,7		63,6	113,7	10,7	
2001			49,9			88,7	128,6	24,3		64,8	123,5	11,1	
2002			50,6			92,0	111,4	17,5		48,0	97,7	11,3	

Tabela B.4 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 73.

Código ANEEL	73010000	73180000	73200000	73300000	73330000	73350000	73480000	73550000	73600000	73610000	73690001	73700000	73730000
1940	760,0												
1941	1171,0							1570,0					
1942	656,0							947,0				31,8	
1943	690,0							944,0				29,7	
1944	276,0							372,0				9,2	
1945	196,0							275,0				9,7	
1946	812,0											50,1	
1947	578,0							811,0				28,8	
1948	774,0							1117,0				31,4	
1949	525,0							669,0				19,2	
1950	619,0		786,0					953,0				42,9	
1951	605,0							878,0					
1952	664,0	14,4	765,0	12,0				876,0					
1953	797,0	21,2	942,0	14,0				1069,0				30,5	
1954	1499,0	40,0	1698,0	28,1				2005,0	89,0			58,8	
1955	876,0	21,7	1021,0	17,6				1173,0				37,8	
1956	775,0	18,1	898,0	15,1				1012,0				36,4	
1957	1088,0	27,1		22,9				1412,0	64,8			44,1	
1958	930,0	20,7	1020,0	16,9				1190,0	45,5			32,8	
1959	634,0	12,6	701,0	11,6	16,2			899,0	31,8			25,1	
1960	646,0	16,4	719,0	12,1	16,8			875,0	37,8			24,3	
1961	1133,0	29,1	1230,0	25,2	32,3			1568,0	62,3			49,5	
1962		14,1	480,0	13,9	17,6			615,0	41,6				
1963	996,0	22,4	1120,0	17,9	24,0			1419,0	47,1				
1964	499,0	12,5	552,0	12,6	15,6			692,0	36,0				
1965	1065,0	28,5	1205,0	26,6	34,9			1563,0	70,1				
1966	1214,0	31,4	1369,0	29,3	36,7			1748,0				57,2	
1967	796,0	17,4	897,0	18,1	22,1			1164,0				30,2	
1968	347,0	8,3	389,0	8,2	10,5			507,0	22,4				
1969	825,0	25,1	914,0	20,9	28,1			1198,0	65,1			33,7	
1970	738,0	20,7	813,0	17,4	24,5	37,8	90,6	1046,0	57,1			28,8	130,0
1971	1166,0	31,8	1271,0	23,6	35,4	55,4	72,9	1591,0	75,1				204,0
1972	1249,0	31,7	1379,0	23,9	37,4	55,5	169,0	1811,0	71,7				193,0
1973	1190,0	30,9	1278,0	27,5	39,4	59,6	148,0	1688,0	87,7				220,0
1974	633,0	20,0	696,0	15,7	23,2	32,1	80,2	888,0	45,9				114,0
1975	842,0	27,9	922,0	21,3	32,9	54,1	74,7	1195,0	61,5				153,0
1976	937,0	32,5	1010,0	20,2	29,5	47,1	76,2	1311,0	51,3				148,0
1977		25,5	1093,0	17,0	24,7	38,5	89,9		43,5		15,5	30,2	109,0
1978		11,3	485,0	9,0	14,0	23,2	41,5	640,0	25,1	6,5	8,9	19,8	61,1
1979	977,0	26,4	1063,0	19,2	30,8	49,4	95,4	1363,0	68,1	22,0	26,0		
1980	985,0	25,5	1085,0	18,0	27,0		80,2	1348,0	51,6	11,5	20,8		
1981	585,0	12,9	632,0	11,9	17,7		50,9	839,0	42,5	10,7	12,3		
1982	1101,0	34,8	1175,0		36,7	50,4	91,1	1527,0	82,4	20,6	31,0		
1983	2080,0	57,4		42,5	68,6	102,0	210,0		138,0	45,1	55,0		
1984	1383,0	27,1		17,7	26,9		131,0		56,0	18,5	24,7		
1985	606,0	12,8	649,0	9,9	17,2	29,7	99,6	882,0	32,1		12,6		
1986	691,0	21,4	740,0	12,8	21,4	38,2	89,4	1014,0	41,7		13,7		
1987	1195,0	24,6	1302,0	16,4	27,6	46,0	91,7	1523,0	59,9		23,9		
1988	700,0	16,7	748,0	13,3	20,6	31,4	62,1	913,0	46,3		18,2		
1989	1011,0	27,4	1140,0	19,6	31,8	50,6	82,4	1357,0	75,0		25,4		
1990	1601,0	46,5		34,3	54,7	94,0	151,0	2146,0	113,0		40,7		
1991	560,0	14,9		15,1	20,9	39,3	58,7	766,0	64,3		13,4		
1992	1163,0	41,5		25,1	45,1	79,8	129,0	1766,0	110,0		33,4		
1993	1084,0	25,2		14,2	30,5	53,9	50,8	1420,0	68,0		22,7		
1994	1061,0	33,3		21,1	36,3	65,3	86,1	1540,0	74,0		24,6		
1995	766,0	21,6		13,4	25,0	43,5	51,4	1002,0	56,8		16,5		
1996	1036,0	34,2	1222,0	28,9	39,9		106,0	1383,0	81,0		26,2		
1997	1489,0			33,3	49,6	77,7	160,0		110,0		35,0		
1998	1781,0				59,3	99,4			121,0		46,2		
1999	678,0			18,0	25,3	42,8	63,4	917,0	49,6		17,7		
2000						55,4	86,6	1174,3	67,4		25,9		
2001					35,9	63,0	116,9	1615,5	75,5		31,1		
2002					27,2	48,8	140,7	1444,2	63,2		22,7		

(continua)

Tabela B.4 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 73 (continuação).

Código ANEEL	73750000	73765000	73770000	73780000	73820000	73850000	73900000	73960000	73970000
1940									
1941									
1942									
1943									
1944									
1945									
1946									
1947									
1948									
1949									
1950									
1951									
1952									
1953									192,0
1954							17,7		387,0
1955							8,8		200,0
1956							9,3		160,0
1957							11,3		247,0
1958							12,2		
1959							7,6		126,0
1960	93,6					119,0	11,5		144,0
1961	171,0				26,0	218,0			
1962	103,0				14,8	132,0			
1963	146,0				25,9	187,0			
1964	94,9				12,3	117,0			
1965	199,0				35,7	271,0			
1966	196,0				30,0	264,0			321,0
1967	116,0				18,3	150,0			
1968	53,7				8,2	74,0			97,7
1969	165,0				25,1	217,0	14,7		253,0
1970	141,0				22,5	201,0	9,5		230,0
1971	216,0				31,7	280,0	15,3		328,0
1972	202,0				34,1	266,0	17,7		315,0
1973	233,0				34,9	299,0	16,2	322,0	352,0
1974	124,0				21,8	157,0	8,2	172,0	182,0
1975	168,0				24,1	211,0	15,3	242,0	266,0
1976	165,0				25,3	199,0	11,5	219,0	237,0
1977	121,0	4,5		9,3	15,5	144,0	8,7		166,0
1978		2,2		5,8	8,3	78,9	4,4		88,9
1979		11,5		24,9	36,5	237,0	16,3		259,0
1980		5,2	140,0	11,0	15,9	161,0	7,1		172,0
1981		3,9		10,4	16,2	126,0	8,3		142,0
1982		9,5			31,8		12,0		267,0
1983		23,6			60,3	464,0	26,4		
1984		7,3	158,0	13,8	22,3	189,0			
1985		4,1	91,3	8,4	13,6	119,0	8,9		139,0
1986		8,0	134,0	18,2	25,2	173,0	11,2		187,0
1987		8,7	172,0	19,2	29,9		13,7		219,0
1988		7,0	126,0	13,3	18,4		9,1		153,0
1989		9,9	189,0	21,3	32,4		15,9		247,0
1990		15,1	296,0	36,5	48,6		24,5		421,0
1991		5,4	108,0	12,1	19,1		6,4		147,0
1992		14,4	288,0	31,6	51,3		26,8		361,0
1993		7,7	180,0	19,8	30,2		14,6		233,0
1994		9,9	205,0	22,0	43,5		17,4		285,0
1995		5,3	145,0	16,9	27,7		12,0		211,0
1996		10,1		26,7			18,5		
1997		11,9	297,0	36,4	38,6		21,9		399,0
1998		13,1	323,0		41,5		26,8		451,0
1999			136,0	14,1					169,0
2000		5,7	169,2	16,6	23,9		9,0		
2001		8,4	205,6	21,6			15,1		
2002		9,3	162,1	22,5			16,7		

Tabela B.5 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 74.

Código ANEEL	74100000	74205000	74210000	74270000	74295000	74320000	74345000	74370000	74420000	74450000	74460000	74470000	74600000
1940													
1941				223,0									
1942	1257,0			115,0			18,6			16,1			55,8
1943	1285,0						14,1			11,5			29,6
1944							7,4			8,3			18,9
1945	325,0			23,0			3,7			5,9			11,6
1946				119,0			13,9			10,5			37,7
1947	1111,0			65,3			10,3			10,3			29,6
1948	1349,0			109,0			17,2			17,4			47,5
1949	815,0			67,1			11,3			11,5			31,0
1950	1174,0			118,0			15,5			18,0			50,6
1951				94,1			16,1			13,5			34,2
1952	1117,0			81,3			13,8			13,8			31,6
1953	1382,0			152,0			23,9			24,2			51,4
1954	2707,0			281,0			37,7			36,4			90,1
1955				151,0			10,3			23,6			55,8
1956				85,0						13,9			45,6
1957				117,0						17,3			43,0
1958	1463,0			101,0						23,6			33,3
1959	1157,0			141,0						20,8			58,6
1960		6,2		107,0						13,0			35,4
1961		9,5		165,0									78,7
1962	725,0	4,3		49,1									22,4
1963		12,3		151,0									58,6
1964	849,0	6,3		93,8									38,0
1965		11,8		175,0				60,2				40,2	57,8
1966		12,7		210,0		17,5		80,7	7,3			55,6	75,7
1967	1358,0	9,0		126,0		10,3		47,3	7,5			34,5	43,8
1968		6,1		52,3		6,3		24,4	4,5			15,2	19,5
1969	1535,0	9,0		111,0		23,4		49,0	8,7			31,5	38,2
1970	1340,0	9,8		117,0		13,1		48,8	10,0			30,2	47,2
1971	2002,0	10,9	85,1	143,0		17,5		51,8	9,1			32,2	50,6
1972	2173,0	18,9	179,0	310,0		22,8		108,0	11,3			70,8	106,0
1973	2125,0	15,3	122,0	228,0		22,9		83,5	10,1			56,0	79,5
1974	1148,0	6,5	57,8	90,2		13,7		45,7				27,8	35,8
1975	1539,0	9,7	84,1	155,0		19,5		55,4				44,9	62,3
1976	1603,0	9,7	63,1	112,0		15,3		41,8				26,6	34,8
1977	1634,0	11,1	85,5	173,0	8,2	11,5		49,5			14,7	30,2	46,6
1978		3,7	35,9	65,4		5,9		24,7			6,1	14,9	20,9
1979	1747,0	13,2		189,0		23,8		73,0			16,6	49,7	74,0
1980	1588,0	10,5	67,7	120,0	4,4	10,2		45,0			14,6	30,3	51,3
1981	1021,0	4,8	34,8	62,8		11,9		23,7			7,6	15,1	25,2
1982		14,4	99,9	174,0	8,4	19,9		64,3			14,7	39,7	61,6
1983		22,2	172,0	377,0		41,5		127,0			25,5	95,3	125,0
1984		12,9	136,0	234,0		7,3	15,2	88,3			22,2	71,3	92,3
1985	1063,0	9,5		146,0	5,8	11,2		71,4			16,0	38,4	78,4
1986	1237,0	10,5		135,0	7,6	18,9		61,7			15,1	33,7	65,6
1987	1891,0	12,7		192,0	8,0	19,4		63,0			18,4	50,4	73,5
1988	1152,0	5,4		88,7	5,3	6,4		31,8			9,5	28,3	28,5
1989	1768,0	9,4		168,0	9,1	19,6		56,2			14,9	43,3	62,3
1990	2755,0	15,9		265,0	15,7	35,4		103,0			23,5	71,1	109,0
1991		4,4		67,0	11,7	23,2		28,9			9,2	26,1	36,3
1992	2267,0	13,3		267,0	13,6	29,4		85,9			18,1	54,4	88,8
1993	1778,0	10,4		185,0	12,8	19,2		67,5			17,7	48,7	67,6
1994	2105,0	14,6		214,0	12,9	21,0		101,0			23,1	67,1	109,0
1995	1336,0	6,1		111,0	8,1	15,4		55,3			7,9	31,7	42,5
1996	1941,0	13,3		148,0		24,3		66,6			13,9	45,2	65,1
1997	2705,0	18,7		312,0	16,5	29,2		107,0			19,7		
1998	3336,0	19,6		317,0	20,2	35,5		128,0			23,7	78,6	
1999	1185,0	12,1		114,0	6,3			58,8			11,1	36,1	
2000		13,6		164,3	9,6	15,0		71,4			14,3	43,4	
2001	2125,3	13,6		154,9	11,1	21,2		69,5			13,2	39,6	
2002	1919,1	19,0		211,9	11,7			94,4			19,9	59,2	

(continua)

Tabela B.5 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 74 (continuação).

Código ANEEL	74700000	74750000	74800000	74880000	74900000
1940					
1941					
1942	28,0			22,6	
1943	13,0			8,8	
1944	9,6			6,9	
1945	6,5			7,6	
1946	19,2			15,4	
1947	23,1			21,3	
1948	36,3			27,5	
1949	19,4			15,4	
1950	28,0		1745,0	21,5	
1951	18,9		1592,0	18,0	
1952	27,6			15,2	
1953	31,9			24,8	
1954	37,7			29,6	
1955	25,3			20,2	
1956	20,1			22,5	
1957	20,1		2329,0	18,8	
1958	13,3		1982,0	15,2	
1959	21,0		1751,0	32,0	
1960	10,7		1537,0	11,1	
1961	23,9		2852,0	27,9	
1962			1125,0	7,8	
1963				23,1	
1964	18,2	6,0	1252,0	15,3	
1965	32,1	8,6		23,6	
1966	30,7	9,7		27,9	
1967	16,7	4,8	2071,0	15,7	
1968	11,2	3,8	891,0	12,0	
1969	17,8	4,9	2310,0	15,5	
1970	24,4	7,2	2008,0	21,4	31,7
1971	23,4	5,7	2853,0	18,6	25,9
1972	47,7	12,7		36,8	66,7
1973	42,0	11,0		32,0	59,6
1974	20,8	5,5	1717,0	12,9	21,6
1975	37,8	10,1	2485,0	28,3	49,7
1976	18,7	4,8		12,0	17,6
1977	22,2	6,2		15,0	21,4
1978	12,1	3,7		10,7	14,2
1979	34,9	10,1		25,5	36,9
1980	27,3	8,2		21,2	28,4
1981	14,6	4,2		7,4	10,9
1982	33,5	8,2		25,5	38,6
1983	57,9	16,2		43,4	64,6
1984	42,2	11,2			44,5
1985	48,6	11,7		31,9	48,1
1986	38,5	10,7		31,9	51,1
1987	47,0	15,8		34,6	51,2
1988	16,3	3,6		10,7	13,1
1989	34,4	9,7		22,2	34,1
1990	55,1	16,1		36,2	59,0
1991	18,9	5,9		14,2	20,2
1992	50,3	11,7		28,8	43,6
1993	39,3	9,4		25,4	35,3
1994	53,8	15,2		31,6	48,9
1995	19,6	4,5		10,2	15,1
1996	31,5	8,4		21,2	32,3
1997	46,8	11,8			
1998	67,0				75,3
1999	25,5	7,4		17,1	
2000	32,4	11,3		20,7	32,6
2001	33,8	8,8		16,9	29,3
2002	58,3				65,3

Tabela B.6 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 75.

Código ANEEL	75155000	75185000	75200000	75205000	75230000	75270000	75295000	75300000	75320000	75400000	75430000	75450000	75500000
1940													
1941													
1942	49,8				139,0			206,0		26,6			153,0
1943	36,7		13,3		89,4			114,0			9,4		53,1
1944	20,2		6,5		50,3			66,8			8,4		53,7
1945	16,4		7,4		41,2			65,6			10,4		45,9
1946	41,3		16,1		94,0			145,0		22,7	17,9		104,0
1947	43,3		23,1		117,0			196,0		28,1	16,9		112,0
1948	45,4		25,4		134,0			215,0		31,3	24,7		137,0
1949	32,6		13,5		80,4			121,0		15,4	9,4		67,4
1950	49,2		19,0		125,0			186,0		24,4	18,5		95,2
1951	29,5		12,2		79,0			128,0		18,0	13,0		71,8
1952	31,2		11,5		83,9			119,0		10,8	9,7		63,0
1953	56,2		22,3		152,0			239,0		22,7	18,6		102,0
1954	85,0		29,5		200,0			316,0		45,8	30,4		171,0
1955	56,6		25,5		144,0			196,0		36,4	20,5		141,0
1956	39,4		15,3		105,0			163,0		18,0	20,3		81,2
1957	41,1		16,7		98,7			156,0		10,2	12,3	42,7	64,9
1958	36,2		18,5		92,2			151,0		24,1	21,1	67,0	99,7
1959	64,8		31,4		171,0			289,0	310,0	29,5	31,6	119,0	212,0
1960	33,7		15,2		74,3			125,0	135,0	12,8	18,3	44,6	73,3
1961	76,1		40,4		203,0			344,0	378,0	41,4	33,5	148,0	202,0
1962	17,9		6,4		44,3				59,1	6,1	8,6	19,8	38,7
1963	56,2		16,6		129,0				232,0	28,2	24,8	96,0	128,0
1964	41,6	11,5	13,6		87,3				148,0	13,7	14,7	47,4	74,0
1965	53,0	15,3	24,1		127,0				221,0	21,0	22,8	81,2	120,0
1966	76,4	23,7	29,7		168,0				330,0	31,6	27,5	112,0	160,0
1967	45,0	16,0	22,0		113,0				199,0	22,1	22,2	73,5	111,0
1968	15,4	6,1	8,8		49,0	11,3			85,3	9,4	11,0	36,1	55,1
1969	24,7	10,3	14,0		76,2	14,8			142,0	16,1	18,9	57,4	86,3
1970	36,8	8,7	17,5		98,1	20,9			184,0	20,5	26,1	77,5	116,0
1971	49,8	14,0	20,1		129,0	25,2		211,0	223,0	21,2	21,4	78,9	126,0
1972	89,8	22,9	30,7		225,0	52,5		397,0	436,0	44,7	42,1	157,0	243,0
1973	84,8	22,9	30,3		214,0			345,0	370,0	34,9	33,0	123,0	190,0
1974	35,9	11,2	14,3		91,6			153,0	166,0	18,9	16,0	59,5	91,4
1975	55,7	15,1	22,0	26,3	147,0	28,1	61,2	233,0	264,0	26,3	20,8	82,8	134,0
1976	41,4	11,3	15,6	19,7	98,6	27,6	46,5	165,0	175,0	17,0	17,6	69,6	90,0
1977	56,3	15,6	23,1	25,2	139,0	25,1	55,5	219,0	234,0	21,6	19,0	102,0	102,0
1978	32,4	9,0	10,9	13,8	79,0	13,0	28,4	123,0	131,0	10,1	10,9	40,7	55,6
1979	61,1	18,6	22,2	25,7	152,0		71,5		279,0	32,3		120,0	164,0
1980	52,5	13,5		20,8	133,0		51,0		234,0	23,0		80,0	111,0
1981	27,0	8,4		13,5			25,8			12,0		38,6	53,4
1982	57,8	18,8		31,6	162,0		95,0		313,0	41,9			186,0
1983	101,0	32,9	44,9	51,9	283,0		136,0		526,0	52,4		160,0	221,0
1984	83,4	21,5		36,9			94,5		387,0	39,5		126,0	177,0
1985	71,6	19,2	32,0	35,8	209,0		85,2		359,0	38,4		118,0	191,0
1986	53,3	18,6	31,1	34,7	174,0		103,0		352,0	45,9		130,0	213,0
1987	74,3	21,4	36,2	39,3	227,0		105,0		405,0	53,8		141,0	220,0
1988	36,6	10,7	16,6	18,4	101,0		43,1		167,0	19,8		59,7	83,7
1989	64,7	18,2	21,2	24,6	176,0		56,3		267,0	26,2		69,2	106,0
1990	81,5	23,8	30,1	36,3	257,0		83,2		411,0	35,3		122,0	208,0
1991	28,2	9,0	12,9	13,7	85,9		30,6		130,0	14,3		39,6	59,0
1992	78,4	23,4	27,4	29,4	235,0		69,0		388,0	26,9		80,8	126,0
1993	69,1	17,6	22,8	22,7	182,0		63,6		288,0	32,4		106,0	157,0
1994	80,2	21,7	31,1	32,0	225,0		88,2		371,0	43,0		124,0	192,0
1995	34,7	9,7	12,1	11,8	92,3		35,2		149,0	15,3		57,0	77,5
1996	55,6												
1997	76,1												
1998	89,9												
1999	44,5												
2000	50,9		17,3	18,3	142,6		54,2		240,5			85,9	133,9
2001	54,7		21,2	21,6	149,3		66,6		260,4			98,5	144,7
2002	89,1		39,8	42,5	274,2								

(continua)

Tabela B.6 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 75 (continuação).

Código ANEEL	75550000	75700000
1940		
1941		
1942		
1943		
1944		
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953		
1954		
1955		
1956		
1957		
1958		
1959		
1960		
1961		
1962		
1963		
1964	993,0	
1965	2872,0	
1966	2983,0	
1967	1722,0	
1968		
1969	1879,0	
1970	1759,0	
1971	2616,0	
1972	4175,0	
1973	3512,0	
1974	1529,0	
1975	2386,0	
1976		
1977		58,1
1978		25,2
1979		75,1
1980		61,2
1981		27,2
1982		
1983		141,0
1984		136,0
1985	2584,0	142,0
1986	2741,0	182,0
1987	3390,0	134,0
1988	1787,0	51,5
1989	2969,0	63,6
1990	4738,0	121,0
1991	1677,0	31,7
1992	3872,0	68,1
1993	3048,0	115,0
1994	3847,0	106,0
1995	2054,0	49,5
1996		
1997		
1998		
1999		
2000	2701,7	
2001	3206,3	
2002	3992,9	

Tabela B.7 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 76.

Código ANEEL	76085000	76100000	76120000	76300000	76310000	76360001	76380000	76440000	76460000	76490000	76500000	76550000	76560000
1940													
1941							79,5						
1942		69,4					32,1	66,0					
1943		23,2					3,6						
1944		27,7					18,1	24,9					
1945		30,1					11,2	27,8					
1946		46,0						45,0					
1947		55,9					22,9	51,7					
1948		81,5					31,1	62,3					
1949		31,6					15,6						
1950		39,3											
1951		29,7					13,6	33,3					
1952		36,6					30,3	35,4					
1953		43,7					15,8						
1954		98,4					35,9	101,0					
1955		59,7					16,2	65,9					
1956		40,9	47,0					40,7			390,0		
1957		30,0	35,0					28,7					
1958		67,2	75,4				41,8	54,2					
1959		83,7	104,0				86,5		31,5				
1960		46,7	54,5				46,5	38,9	19,3	80,9			
1961		95,1					35,4	80,5	39,1				
1962		16,7						18,4	9,5	49,0			
1963		57,9	77,8					50,3	19,8				
1964		27,6	35,9				8,1	27,4	13,8	52,0			
1965		63,2						56,1	25,3				
1966		99,4					65,0		32,9				
1967			70,8				29,0	52,7	23,0	104,0			
1968		17,8			100,0		11,2	18,6	8,8	36,7			220,0
1969		52,3	62,7		113,0		24,3	43,8	18,2	83,0	367,0		394,0
1970		51,0	60,5		158,0		25,6	51,0	23,6	92,5		7,9	
1971		57,3			143,0		23,2	52,4	23,5		416,0	8,5	436,0
1972		104,0	122,0		345,0		61,0	99,8	44,4	192,0	899,0	11,9	950,0
1973		89,0	106,0		341,0		60,9	87,4	41,2	170,0	877,0	11,9	949,0
1974		44,5	50,6		145,0		21,2	42,4	18,1	74,1	367,0	7,3	396,0
1975		52,5	61,0		189,0		33,1	48,7	21,5	93,5	482,0	8,9	502,0
1976		58,0	65,3		147,0		27,6	50,3	22,6	95,4	441,0	9,2	456,0
1977	35,8	56,7			324,0	32,1	56,0	54,5	25,2	108,0		11,0	695,0
1978	16,0	27,5	33,5		119,0	14,8		32,6		64,3			342,0
1979	43,6	66,3	77,4		130,0	25,5		68,4		132,0			544,0
1980	25,7	41,4	42,9		247,0	16,2		49,3	24,0		487,0	9,9	498,0
1981	18,2	27,2	29,0		116,0	10,4		27,1	14,5			8,7	272,0
1982	67,5	110,0			298,0	44,6		99,1	44,0				912,0
1983	57,6	93,5			290,0	30,9		90,8	41,7			14,6	771,0
1984		105,0			330,0				46,4				
1985	63,8	125,0		121,0	247,0			70,8	26,6		714,0		773,0
1986	79,9	118,0		140,0	289,0			87,2	34,3		883,0		999,0
1987	72,2	49,1			395,0			87,4	35,6				1017,0
1988	29,9	46,5		62,8	132,0			46,7	18,1		359,0		367,0
1989	29,0	112,0		13,6	28,9			56,1	20,0		192,0		196,0
1990	70,2	23,7		137,0	288,0			105,0	39,3		717,0		819,0
1991	26,0	75,3			203,0			70,3	27,3				427,0
1992	47,8	83,9		174,0	364,0			87,3					
1993	49,6	97,0		132,0	274,0			86,4	34,8				
1994	58,4	37,0			208,0			66,0	23,5				
1995	37,1	55,9		59,8	124,0			50,0	19,9				
1996	35,1				85,7			50,2					381,0
1997								77,7					
1998								102,7					
1999								62,2					
2000								56,8					
2001		96,8			395,5			82,9	34,3		825,3		869,4
2002													

(continua)

Tabela B.7 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 76 (continuação).

Código ANEEL	76085000	76600000	76650000	76750000	76800000
1940					
1941				193,0	
1942				162,0	
1943				34,5	
1944				94,0	
1945				67,9	
1946				92,1	
1947				82,1	
1948				146,0	
1949				86,1	
1950				83,0	
1951				61,9	
1952				109,0	
1953				70,1	
1954				149,0	
1955				65,4	732,0
1956				92,1	524,0
1957				71,9	463,0
1958				139,0	817,0
1959				217,0	1499,0
1960				144,0	822,0
1961				126,0	1086,0
1962			38,3	58,8	289,0
1963			47,6	144,0	851,0
1964			38,5	39,6	288,0
1965			51,7	110,0	721,0
1966			76,7	223,0	1439,0
1967			59,0	119,0	846,0
1968		233,0	33,5	60,8	346,0
1969		423,0	50,0	84,7	599,0
1970		460,0	55,4	83,1	644,0
1971		461,0	46,0	82,6	635,0
1972		998,0	85,8	191,0	1364,0
1973		1011,0	88,1	237,0	1411,0
1974		427,0	38,4	82,8	571,0
1975		541,0	60,7	100,0	743,0
1976		490,0	61,4	85,8	638,0
1977	35,8	737,0	63,5	173,0	1011,0
1978	16,0	396,0	56,1	113,0	588,0
1979	43,6		72,0		
1980	25,7		52,6		
1981	18,2	290,0	32,6	70,3	
1982	67,5		84,9	209,0	
1983	57,6		83,3	151,0	1136,0
1984				191,0	
1985	63,8			130,0	1077,0
1986	79,9		95,0		1516,0
1987	72,2				1497,0
1988	29,9		44,6		583,0
1989	29,0		42,7	26,4	413,0
1990	70,2		65,8	164,0	1503,0
1991	26,0		33,7	104,0	
1992	47,8		49,9	188,0	
1993	49,6		57,1	131,0	1297,0
1994	58,4				
1995	37,1				759,0
1996	35,1				654,0
1997					
1998					
1999					
2000					
2001			79,1	171,4	1414,3
2002					

Tabela B.8 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 77.

Código ANEEL	77150000	77500000
1940		
1941		
1942		
1943		
1944		
1945		
1946		
1947		
1948		
1949		
1950		
1951		
1952		
1953	3680,0	
1954		
1955		
1956		
1957	3438,0	
1958		
1959		
1960		
1961		
1962		
1963		
1964	2319,0	
1965	4786,0	
1966	6311,0	
1967	3868,0	
1968		
1969	3923,0	
1970	3699,0	
1971		
1972		
1973	6784,0	
1974	3201,0	
1975	4762,0	
1976	3856,0	
1977	4560,0	
1978		
1979		
1980	3983,0	
1981		
1982		
1983	8387,0	
1984		
1985	4779,0	62,5
1986	5730,0	113,0
1987	6042,0	
1988	2656,0	48,1
1989	3829,0	
1990	7207,0	
1991		
1992	6091,0	99,9
1993	4949,0	94,9
1994		64,7
1995	3110,0	36,3
1996		
1997		94,1
1998		156,0
1999	3349,0	36,3
2000		96,6
2001	5504,3	149,1
2002		

Tabela B.9 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 85.

Código	85400000	85438000	85460000	85470000	85480000	85580000	85600000	85610000	85620000	85623000	85630000	85642000	85730000
1940	593,0		19,5										
1941	743,0		22,7										
1942	292,0		10,4				135,0						
1943	150,0						14,5				2,5		
1944	103,0		4,0				81,8				8,0		
1945	101,0						38,8				4,6		
1946	211,0		7,8				59,7				6,7		
1947	265,0		5,9				84,7				8,2		
1948	282,0		8,9				100,0		7,3		9,1		
1949	180,0		5,8				51,1		4,4		6,2		
1950	232,0						73,2		6,2		8,5		
1951	122,0		3,5				30,8		4,6		5,6		
1952	152,0		9,3				82,7		9,8		11,5		
1953	335,0		3,6				64,8		6,3		8,2		
1954	461,0						140,0		9,8		14,9		
1955	306,0						74,4		6,2		9,4		
1956	214,0						68,1		9,4		17,5		
1957	192,0						59,4		8,4				
1958	293,0		10,5				164,0		17,0		22,3		
1959	451,0		16,2				199,0		19,3				
1960	219,0		11,6				120,0		12,9		16,3		
1961	573,0		11,8				120,0		8,6		11,6		
1962	152,0		5,7				33,2		3,8		2,6		
1963	303,0		9,6				117,0		15,1		26,6		
1964	178,0		3,2				38,1		3,8		3,0		
1965	292,0						103,0		12,6		9,7		
1966	488,0		15,9				206,0				22,5		
1967	314,0		10,4				110,0				19,2		
1968	115,0		3,8	7,1		26,1	32,6				8,5		
1969	194,0		5,7	10,1		61,1	86,4				11,2		
1970	220,0		10,1	16,2		62,9	75,8				11,2		25,0
1971	253,0			9,2	27,3	54,9	81,3				9,3		25,2
1972	504,0			24,7	75,9	132,0	194,0				20,6		44,4
1973	444,0			23,9	68,8	118,0	161,0				21,6		36,6
1974	272,0			8,9	30,6	53,4	75,5				9,6		
1975	347,0			17,0	50,2	91,6	115,0				12,4		26,5
1976	315,0			12,8	34,7	78,0	109,0						
1977	346,0				59,5	131,0	174,0						25,1
1978				9,2	20,8	44,9	55,8						17,9
1979	398,0			12,8	45,9		113,0						
1980	290,0	9,1		17,6	31,4		62,4						20,8
1981	230,0	9,4		7,5		36,1	54,2						18,0
1982	469,0			27,7			205,0						45,7
1983	702,0				57,2		140,0						
1984	603,0	36,6		28,6	83,7		190,0	2,0				903,0	50,7
1985	467,0	26,8		18,7	65,5		171,0	1,6		15,9		744,0	36,5
1986	423,0	25,7		26,1	88,9		205,0	1,9		21,5		776,0	
1987	546,0	26,9		27,6	93,0		208,0	2,0		22,6		912,0	
1988	301,0	18,9		10,3	30,4		72,4	0,6		8,6		463,0	
1989	373,0	14,4		5,3	12,9			0,4		5,0		463,0	
1990	530,0	38,6		21,2	60,9			1,5		15,9		796,0	
1991	193,0	13,2		18,3	38,2			0,6		7,1		350,0	
1992	393,0	32,6		30,2	87,9			2,3		20,9		750,0	
1993	380,0	28,0		16,7	50,8			1,2		15,2		682,0	
1994	459,0	45,1		17,7	55,7			1,9		17,1		807,0	
1995	281,0			12,6	32,7					11,7		527,0	
1996	271,0						75,4	0,6				433,0	
1997		30,5		31,1			161,3	2,0		18,2		692,0	
1998	632,0	51,3		33,6	119,0		325,3	2,7		27,8		1154,0	
1999	263,0			10,0	35,8		126,2	1,2		12,6		500,0	
2000	310,6			19,0	58,5		181,6	1,7		16,3		590,0	
2001	451,4	36,1		27,7	77,7			2,5		19,6		786,0	
2002													

(continua)

Tabela B.9 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 85 (continuação).

Código ANEEL	85830000	85850000	85900000
1940			1446,0
1941			1997,0
1942		15,5	850,0
1943		14,5	267,0
1944			440,0
1945			253,0
1946			456,0
1947			534,0
1948			592,0
1949			393,0
1950			494,0
1951		16,1	278,0
1952		12,1	482,0
1953		13,1	633,0
1954		16,2	1128,0
1955			
1956			
1957			
1958			
1959			
1960			
1961			
1962			
1963			
1964			
1965			807,0
1966		25,4	1426,0
1967		12,1	763,0
1968		6,4	251,0
1969		11,8	498,0
1970		15,2	531,0
1971		12,6	578,0
1972		23,4	1416,0
1973		17,3	1075,0
1974		11,8	569,0
1975		13,1	
1976		15,9	687,0
1977		16,6	967,0
1978		11,7	
1979		22,7	849,0
1980	14,6		559,0
1981	14,0		457,0
1982	22,8		1233,0
1983	30,5		1190,0
1984	27,7		1352,0
1985	21,9		1053,0
1986	26,4		1170,0
1987	28,8		1338,0
1988	15,0		626,0
1989	17,0		623,0
1990	24,5		1114,0
1991			433,0
1992			1065,0
1993	21,8		883,0
1994	25,7		1116,0
1995			664,0
1996			532,0
1997			894,0
1998	25,7		1546,0
1999	16,5		640,0
2000	17,5		797,6
2001	22,6		1051,9
2002			

Tabela B.10 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 86.

Código ANEEL	86100000	86160000	86340000	86410000	86420000	86440000	86480000	86500000	86510000	86560000	86580000	86700000	86720000
1940						93,7		51,3	411,0	68,5	94,9		
1941		41,4				157,0		70,5	595,0	99,6	139,0		
1942		16,6				58,1		35,1	245,0	34,3	66,2		323,0
1943	20,4	8,1				44,3		22,0	153,0	20,4	38,7		195,0
1944	28,7					24,1		20,2	149,0	23,1		6,9	192,0
1945	16,1	8,0				23,8		15,6	109,0	16,8	32,4	6,3	143,0
1946	36,5	14,4				64,2		37,2	274,0	45,9		13,2	344,0
1947	36,8	15,5				45,0		24,7	212,0	28,2	38,5	6,8	275,0
1948	43,5	21,4				68,9		36,2	278,0	40,9	47,8	4,8	351,0
1949	29,5	16,8				52,5		30,0	223,0	28,9	38,0	7,8	309,0
1950	22,8	9,5				56,3		29,4	185,0	32,2	39,0	6,6	251,0
1951	29,0	12,7				48,3		24,9	210,0	26,6	32,8	4,8	271,0
1952	22,9	11,2				50,7		21,5	173,0	24,1	30,0	2,8	229,0
1953	35,9	19,2				73,4		41,3	341,0	55,0	67,1	15,7	423,0
1954	70,6	36,2				132,0		67,3	557,0	77,5	98,2	19,3	731,0
1955		19,2				71,3		40,4	351,0	42,6	53,0	4,6	423,0
1956	49,0	25,4				77,0		34,1	368,0				450,0
1957	53,4	23,3		65,5			25,2	34,4	325,0	31,8	42,5		413,0
1958	53,8	22,8		74,9		91,6	28,6	44,3	361,0	41,4	54,0		486,0
1959	38,9	25,4	9,0	78,8		100,0	36,3	48,6	416,0	53,6	67,4	33,5	
1960	30,5	21,1	5,5	48,6		60,1	20,6	28,0	278,0		46,6	9,5	
1961	58,4	34,0	9,5	88,2	12,6	114,0	37,6	55,2	492,0	54,5	70,5	15,3	624,0
1962	14,8	7,5	3,0	18,6	2,3	22,1	8,0	11,5	92,9	12,4	33,1	3,5	
1963		32,3	13,2	78,6	8,7	102,0	34,4	47,9	425,0	53,1	78,2	9,6	
1964	23,8	12,3	4,5	31,1	4,4	43,6	15,3	23,5	200,0	23,7	31,7	9,0	
1965	44,9	25,7	9,2	81,3	8,2	106,0	35,7	47,8	435,0	55,1	70,4	10,7	527,0
1966		33,2		107,0	14,5	140,0	53,6	70,3	585,0	74,9	101,0	14,9	736,0
1967	50,0	30,1		75,6	9,3	99,9	31,4	46,3	417,0	46,1	63,9		
1968	22,2	9,8		20,9	4,0	30,9	13,4	20,6	151,0	21,0	28,8	5,8	202,0
1969	37,2	17,4		39,0	5,3	51,8	19,9	26,8	221,0	29,2	39,3	7,7	296,0
1970	34,3			58,1	8,3	74,7	25,9	37,7	298,0	36,8	52,7	10,7	400,0
1971	44,5	23,2		72,5	9,7	93,5	32,7	47,1	395,0	49,6	60,7	11,6	
1972	64,7	38,0	13,9	99,7	13,6	135,0	55,0	78,1	616,0	91,1	114,0	16,8	
1973	53,8	32,3		93,3	11,1	120,0	44,2	60,2	476,0	69,5	85,8	12,4	
1974	35,4	17,3		47,7	6,4	60,6	24,4	34,1	253,0	36,2	40,1	7,8	
1975	38,3	25,9		59,9	8,7	79,8	34,5	46,1	351,0	55,0	62,8	8,7	
1976	45,8	30,0	7,3	64,2	8,5	81,8	29,2	41,8	388,0		49,0	9,4	
1977	47,3	31,7	10,5	78,4	9,5	104,0	32,6	47,3	444,0	52,1	66,1	10,7	
1978	25,3	14,0	3,4	35,0	5,5	51,2	19,7	29,5	217,0	30,8	37,0	4,6	
1979	31,2	17,9	8,0	60,1	8,9	120,1	36,9	50,7	337,0	47,8	64,9	10,9	
1980	40,6	28,3	8,2	68,7	9,1	91,3	34,1		404,0	48,2	63,8	9,2	
1981	51,6		5,5	42,8	6,7	55,7	25,0		268,0	36,2	48,8	5,9	
1982						91,6			389,0	56,9	77,5		
1983	57,3	45,9	15,9	136,0	15,1	170,0	61,3	83,2	726,0	98,6	135,0	22,9	876,0
1984	45,7	34,0		92,6	12,0	119,0	46,1	62,5	616,0	72,0	103,0	18,7	670,0
1985	32,0	22,8		54,4	7,7	73,6	29,3	41,6		46,2	66,8	9,1	417,0
1986	31,4	20,4		46,6	7,0	66,6	27,1	38,7	373,0	43,8	63,2	14,1	400,0
1987	50,3	37,9			12,9	140,0	46,1		574,0	67,5	93,2	14,6	678,0
1988	32,3	24,9			8,3	85,2				46,8	64,6	10,6	
1989	39,7	22,9		90,4	11,4	121,0	41,5	52,4		52,8		10,1	555,0
1990	51,8	35,2		105,0	13,3	146,0			615,0			18,4	724,0
1991	27,0	13,9		39,4	5,3	70,5	19,3		212,0			4,7	257,0
1992	44,8	32,2		87,9	10,3	115,0			506,0				598,0
1993	45,9	28,7		76,4	11,3	109,0	30,5		420,0	49,5	61,6	9,0	482,0
1994	44,5	31,3		81,4	14,9	113,0	49,7	63,8	517,0	64,6	84,8	9,3	578,0
1995	37,7	20,0		49,1	8,8	67,2	23,3	32,6		39,8	53,2	7,5	371,0
1996	44,1	28,7		64,0		88,0	32,1	44,7			67,8	11,5	521,0
1997	50,6	38,2		99,0	13,2	134,0	44,7	61,6				13,5	
1998	52,7	36,6		113,5	14,0	148,1							
1999	32,5	15,7		40,5	5,7	57,9	22,4	30,3		35,7	46,7	5,2	
2000	62,4	34,2		75,8		81,7	34,8	48,0	444,0	52,8		13,3	
2001		43,9		87,4	11,1	120,1	42,1	59,9		66,0		13,2	
2002													

(continua)

Tabela B.10 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 86 (continuação).

Código ANEEL	86745000
1940	
1941	
1942	
1943	
1944	
1945	
1946	
1947	
1948	
1949	
1950	
1951	
1952	
1953	
1954	
1955	
1956	
1957	
1958	21,0
1959	30,7
1960	13,4
1961	
1962	5,1
1963	27,8
1964	
1965	
1966	
1967	
1968	
1969	
1970	20,0
1971	24,6
1972	37,2
1973	28,6
1974	16,7
1975	20,2
1976	18,7
1977	19,4
1978	10,8
1979	21,4
1980	20,6
1981	16,7
1982	31,5
1983	48,5
1984	37,0
1985	22,4
1986	28,6
1987	31,1
1988	22,6
1989	24,0
1990	36,8
1991	13,9
1992	
1993	19,5
1994	35,5
1995	20,2
1996	
1997	32,8
1998	
1999	14,9
2000	29,6
2001	27,6
2002	

Tabela B.11 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 87.

Código ANEEL	87160000	87170000	87250000	87317030	87317060	87372000	87380000	87382000	87399000	87400000	87590000	87865000	87905000
1940							73,5						
1941							86,9						
1942						7,3	45,6			16,1			
1943	16,7					4,1	31,5			8,8			
1944	24,2					7,2	47,3			20,3			
1945	14,1					4,8	22,2			7,5			
1946	23,3					6,4	34,4			10,7			
1947	25,1					8,3	45,6			16,0			
1948	28,0	48,9				11,7	49,6			17,2		6,2	
1949	30,5	50,8				8,9	48,6			17,1		8,1	
1950	15,8	34,1				4,3	29,0			13,6		6,6	
1951	19,5	43,9				6,8	40,1			12,4		4,6	
1952	13,5	34,9				4,8	31,1			13,2			
1953	30,2	64,0				9,5	62,4			24,1		7,4	
1954	63,3	103,0					119,0			34,6			
1955	24,1	51,0					47,2			19,3		8,7	
1956	31,1	64,8								19,7		12,8	
1957	26,1	59,5								24,2		12,6	
1958	34,9	60,3								20,4		16,9	
1959	40,8	69,8					74,1			28,7		20,1	
1960	22,2	40,9								17,0		14,0	
1961	59,2	85,0								21,7		13,4	
1962	10,7	22,7								10,1		9,8	
1963	46,9	65,7								16,3		14,9	
1964	18,9	36,2								10,6			
1965	42,3	70,1					75,2			25,5			345,0
1966	71,7	96,6					84,2			27,7			701,0
1967	32,3	55,6					45,3			16,4			391,0
1968	14,2	28,6					35,3			12,4			128,0
1969	24,8	40,3					49,0			15,5			183,0
1970	36,2	55,6					66,2			20,6			184,0
1971	39,1	59,1	18,6				71,1			18,6			187,0
1972	65,5	95,7					98,5			46,2			531,0
1973	44,1	70,5					75,6		24,4	26,5			367,0
1974	15,5	31,8	10,0				45,3	49,2	9,9	12,3	57,1		252,0
1975	42,2	58,8	18,9				69,9	75,9	15,2	20,5	84,2		357,0
1976	43,5	62,2	19,8				89,3	99,8	22,8	31,6	63,9		
1977	42,4	66,3	20,0				79,0	87,2	18,8	26,5	137,0		
1978	21,5	29,5					38,9	44,3	10,7	14,7	41,8		156,0
1979	28,7	43,2	13,5				48,4	56,8	12,3	16,7	63,3		241,0
1980	48,9	67,7	19,5				73,4	80,7	15,5	20,2	92,1		319,0
1981	28,4	44,0	15,1				61,7	68,3	14,6	19,3	44,2		195,0
1982	44,2	64,9	20,2	13,7			71,5	85,4	25,3	37,2			362,0
1983	77,0	118,0	35,6		87,5		123,0	149,0	34,1	50,8	117,0		417,0
1984	68,7	99,3	30,5		69,3		104,0	133,0	33,3	48,1	126,0		489,0
1985	38,4		17,7	10,9	41,9		65,3	82,3	20,1	31,9	93,4		338,0
1986	49,1	77,3	24,8	12,8	32,3		79,6	90,8	23,6	43,0			399,0
1987		105,0	32,4	16,6	68,5		112,0	127,0	31,2	45,1			466,0
1988	53,2	64,2	16,7	10,8	38,3		71,0	83,5	15,9	23,6	38,0		144,0
1989	36,2	56,1	19,0	8,5	30,6		68,5		16,2	22,6	10,0		59,9
1990	57,9	86,0	25,1		43,7		86,8		26,5	37,8	77,4		327,0
1991		28,7	9,4		18,7		38,3		11,5	17,6			239,0
1992		71,7	23,2				86,7		23,2	34,5			561,0
1993	44,1	59,0			47,3		80,2		16,9	29,6			299,0
1994	54,1			15,7			93,3		34,2	51,4			331,0
1995					34,6		73,0		26,8	39,5			356,0
1996	43,1	64,8			62,3		83,0	97,9	21,0	34,4			195,0
1997				15,9	51,0		85,9	105,0	26,0		117,0		
1998				15,4	57,8		89,8	113,0					695,0
1999				10,7	29,6		60,5	68,0					
2000				17,0	52,3		82,2	96,0					355,1
2001				19,1	64,0		103,3	126,9					571,1
2002													

Tabela B.12 Séries de descargas médias anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 88.

Código ANEEL	88550000	88575000	88680000	88750000	88850000
1940					
1941					
1942					
1943					
1944					
1945					
1946					
1947					
1948					
1949					
1950					
1951					
1952					
1953					
1954					
1955					
1956					
1957					
1958					
1959					
1960					
1961					
1962					
1963			164,0		
1964			38,9		
1965				3,1	9,6
1966			152,0	4,1	14,0
1967			113,0	2,8	8,1
1968			42,7	1,1	4,0
1969			57,7	1,4	5,1
1970			58,8	1,4	4,5
1971			48,7	1,6	5,3
1972			127,0	3,3	11,8
1973			149,0	2,6	11,3
1974			104,0	3,6	9,8
1975			76,4	2,8	8,1
1976			113,0	5,3	9,7
1977	61,8	42,2	179,0	4,7	14,2
1978	21,4	13,5	60,3	2,3	5,6
1979	25,1	17,3	69,0	2,2	7,0
1980	44,5		130,0	3,2	10,7
1981	22,1			2,5	7,8
1982	37,4	25,9		3,6	11,8
1983	49,5	36,7		5,0	15,0
1984	54,0	36,4		4,7	15,3
1985	35,7	20,3		2,5	10,9
1986	46,4	27,6		3,1	15,6
1987		33,4		4,0	18,0
1988	12,0	5,8		1,1	6,4
1989				0,2	3,2
1990		24,8		3,0	14,7
1991					
1992				3,9	21,1
1993		20,2		3,1	15,2
1994				2,1	9,2
1995					13,7
1996		12,8		1,5	8,2
1997				3,8	14,3
1998					
1999		9,6		1,8	7,1
2000		20,2		2,7	11,3
2001		32,7		4,5	16,1
2002					

ANEXO C

SÉRIES DE DESCARGAS MÁXIMAS ANUAIS

Tabela C.1 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 70.

Código ANEEL	70100000	70200000	70300000	70500000	70700000
1940					2239,0
1941					2430,0
1942			192,0		1086,0
1943			473,0		2140,0
1944			103,0		582,0
1945			115,0	154,0	746,0
1946			542,0	302,0	1665,0
1947			166,0	142,0	750,0
1948			459,0	238,0	2155,0
1949				70,3	1070,0
1950			574,0	397,0	3685,0
1951			350,0	303,0	2208,0
1952			240,0	150,0	1460,0
1953			443,0	168,0	2642,0
1954			599,0	421,0	4030,0
1955			495,0	367,0	2343,0
1956			331,0	418,0	1468,0
1957			560,0	429,0	1983,0
1958			350,0	107,0	2412,0
1959			399,0	394,0	1768,0
1960			323,0	339,0	2665,0
1961			392,0	324,0	2343,0
1962			194,0	149,0	1168,0
1963			656,0	331,0	2527,0
1964		805,0		149,0	1207,0
1965		628,0	1353,0	435,0	
1966		890,0	336,0	240,0	
1967		1180,0	590,0	305,0	
1968		754,0	330,0	145,0	1173,0
1969		485,0	278,0	220,0	1170,0
1970		520,0	258,0	230,0	1086,0
1971		1000,0	342,0	285,0	1700,0
1972		1025,0	258,0	252,0	1475,0
1973		1125,0	327,0	238,0	1334,0
1974		1910,0	177,0	212,0	1117,0
1975		571,0	319,0	191,0	1325,0
1976	189,0	1040,0	452,0	322,0	1557,0
1977	450,0	2424,0	665,0	488,0	3692,0
1978	127,0	599,0	344,0	510,0	1172,0
1979	166,0	640,0	357,0	175,0	926,0
1980	358,0	1833,0	503,0	338,0	
1981	132,0	607,0	274,0	65,0	1054,0
1982	203,0	1444,0	740,0	395,0	2918,0
1983	310,0	3300,0	945,0	438,0	4214,0
1984	340,0	1540,0	1085,0	565,0	3824,0
1985	137,0	595,0	208,0	384,0	1179,0
1986	254,0	1651,0	720,0	372,0	2700,0
1987	410,0	1300,0	1244,0	722,0	3152,0
1988	137,0	1080,0	412,0	573,0	2270,0
1989	239,0	1707,0	744,0	301,0	3380,0
1990	191,0	1861,0	900,0	900,0	3494,0
1991	188,0	754,0	335,0		2250,0
1992	237,0	3300,0	824,0		5166,0
1993	415,0	2392,0	880,0	806,0	4935,0
1994	263,0	1252,0	976,0	976,0	2035,0
1995	177,0	1396,0	338,0	167,0	1155,0
1996	135,0	865,0	301,0	212,0	1773,0
1997	159,0	2071,0	500,0	354,0	3728,0
1998	153,0	1408,0	716,0	439,0	2966,0
1999	316,0	703,2	547,0	261,0	1441,0
2000	229,4	1408,0	596,0	363,6	2936,0
2001	352,0	3529,5	962,5	561,6	5118,6
2002	168,9	1303,0	307,0	229,1	2275,0

Tabela C.2 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 71.

Código ANEEL	71200000	71250000	71300000	71350000	71350001	71380000	71383000	71385000	71490000	71495000	71496000	71498000	71800000
1940						378,0							471,4
1941						439,0							601,2
1942			140,8			307,0							285,7
1943						628,0							543,1
1944			87,2			221,0							353,8
1945			81,6			130,0							120,4
1946			177,9			333,0							430,5
1947			149,1			376,0							391,3
1948			200,7										487,7
1949			147,8			261,0							203,1
1950			194,9			515,0							711,2
1951			134,0	191,0		380,0							702,9
1952			151,2	205,0		372,0							406,4
1953			137,1	214,7		393,0							702,9
1954				480,6		720,0							565,5
1955				344,9		566,0							506,7
1956			189,2	273,8									450,7
1957				560,0			738,0						1178,9
1958			201,6	261,0			413,0	6,5					675,4
1959	153,0		151,2	178,6			253,0	3,0			30,5		249,8
1960	154,0	91,2	153,4	179,2			275,0	3,0	37,2	51,4	57,3		368,2
1961	184,0	118,0		416,2			690,0	9,5	136,0	60,6	116,0		847,3
1962	148,0	85,9	171,7	234,9			401,0	8,6	90,2	31,2	51,9		504,3
1963	194,0	109,0		409,4			645,0	10,5	110,0	48,6	86,0		611,6
1964	104,0	59,9	115,5	174,2			275,0	5,3	47,8	22,7	36,6	271,1	655,0
1965	237,0	130,0		527,3			765,0	17,2	99,0	29,0	81,0	645,8	3520,0
1966	203,0	113,0		465,4			584,0	5,7	145,0	42,2	93,0	627,3	1611,0
1967	172,0	99,3	193,5	270,9			408,0	6,3	58,2	34,7	61,3	432,7	1812,0
1968	176,0	101,0	180,1	248,7			379,0	2,5	42,8	26,8	41,2	283,9	935,0
1969	106,0	72,2	132,9	248,1			480,0	6,9	139,0		88,0	585,8	1491,0
1970	140,0	89,5	155,3	202,7			312,0	6,6	91,0		31,2	357,9	1139,0
1971	171,0	91,6	168,4	278,1			396,0	6,3	102,0		90,0	680,9	1632,0
1972	168,0	91,4		451,7			621,0		167,0				1340,5
1973	177,0	89,7	207,8	303,6			513,0		98,6			619,4	1920,0
1974	150,0	80,6		220,9			247,0		52,6			478,3	1095,0
1975	164,0	83,5	194,1	265,2			452,0		109,0			1036,5	2257,0
1976	229,0	79,5		338,2			458,0		83,0			659,2	1617,0
1977	283,0	87,8		372,9			608,0		111,0		69,3	762,1	2615,0
1978	141,0	69,0	135,6				199,0		38,0		33,6	267,5	551,0
1979	161,0	65,0	169,2	241,4			384,0		74,2		104,0	624,6	1836,0
1980	226,0			349,2			559,0		96,6		71,6	661,9	1956,0
1981	132,0			353,5			176,0		33,3		32,3	234,3	620,0
1982	189,0	77,0	197,5	316,9			481,0				82,4	759,2	2257,0
1983	333,0	113,0		983,3			904,0				187,0	2331,8	3554,0
1984	269,0	111,0		596,9	448,7		913,0		264,0			1975,8	5247,0
1985	131,0	89,6	143,5		233,1		337,0		39,3			525,8	
1986	184,0	165,0	182,9		267,7		365,0		81,7			583,0	
1987	241,0				365,5		593,0		103,0			802,7	
1988	178,0		179,6		231,9		314,0		57,8			616,8	
1989	233,0	122,0			335,5		498,0		78,5			756,3	
1990	217,0	110,0					638,0		128,0			1224,6	
1991		111,0					277,0					480,7	
1992	256,0	162,0			378,4		608,0		133,0			1267,5	
1993	263,0				382,2		455,0					651,1	
1994	174,0						410,0					437,2	
1995	206,0	100,0	201,3		275,1		372,0		48,0			478,3	
1996	135,0	105,0	169,2		261,4		304,0		120,0			416,0	
1997	208,0	122,0	146,1		383,2		598,0		113,5			1170,0	
1998	209,0	114,0					648,0		139,6			761,4	
1999	147,0	79,8					446,0					1045,2	
2000							533,5					773,6	
2001							706,0					906,9	
2002													

Tabela C.3 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 72.

Código ANEEL	72300000	72400000	72430000	72530000	72580000	72630000	72680000	72750000	72810000	72849000	72980000
1940							896,0	178,0			838,0
1941							1270,0	543,0			1996,0
1942							894,0	246,0			1218,0
1943							1004,0	556,0			1574,0
1944							258,0				258,0
1945							258,0	149,0			197,0
1946							769,0	565,0			961,0
1947							425,0	139,0			1221,0
1948							884,0	176,0			1592,0
1949							509,0	111,0			306,0
1950							1400,0	448,0			2184,0
1951							1001,0	681,0			2645,0
1952							724,0	358,0			1599,0
1953							817,0	339,0			1588,0
1954							1138,0	480,0			1885,0
1955							829,0	589,0			1288,0
1956							625,0	315,0			872,0
1957			375,0	248,0	494,0		1080,0	739,0			2260,0
1958			362,0	184,0	475,0	1084,0	1391,0	363,0			990,0
1959			391,0	187,0	351,0	942,0	1077,0	182,0			607,0
1960		290,0	297,0	117,0	237,0	711,0	956,0	176,0			689,0
1961		372,0	401,0	187,0	490,0	1026,0	1166,0	589,0			1833,0
1962		158,0	146,0	87,0	217,0	499,0	531,0	448,0			1323,0
1963		307,0	363,0	129,0	409,0	910,0	1229,0	395,0			1596,0
1964		203,0	215,0	83,8	248,0	316,0	562,0				514,0
1965		454,0	556,0	229,0	612,0	1590,0	1944,0				2431,0
1966		327,0	376,0	169,0	623,0	936,0	1001,0				1235,0
1967		315,0	371,0	151,0	418,0	980,0	1243,0				1833,0
1968		156,0	239,0	40,8	134,0	432,0	541,0				853,0
1969		296,0	329,0	99,0	258,0	699,0	939,0				882,0
1970		298,0	304,0	119,0	351,0	665,2	986,0				909,0
1971	4200,0	307,0	298,0	178,0	466,0	582,5	941,0				1744,0
1972	5467,0	331,0	365,0	184,0	447,0	798,5	1270,0				2976,0
1973	4329,0	266,0	302,0	123,0	332,0	744,5	1207,0				1477,0
1974	2088,0	165,0	210,0	76,6	187,0	360,1	587,0				1323,0
1975	4065,0	235,0	256,0	130,0	277,0	520,7	699,0				2150,0
1976	3290,0	226,0	260,0	118,0	290,0	500,4	806,0		790,0		1624,0
1977	8010,0	340,0	396,0	197,0	406,0	702,9	1128,0		674,0		1216,0
1978	1590,0	126,0	194,0	64,9	147,0	329,0	639,8		269,0		559,0
1979	3249,0	299,0	347,0	200,0	469,0	704,1	1408,6		832,0		1719,0
1980	4880,0		273,0	167,0	298,0	550,4	988,9		532,0		1064,0
1981	1736,0		157,0	58,8	152,0	511,7	1178,1		126,0		378,0
1982	5232,0	230,0	395,0	207,0	528,0	928,8	2071,3		638,0		1904,0
1983	10030,0		485,0	257,0	654,0	975,7	2346,0		2093,0		4080,0
1984	11500,0		505,0	229,0	599,0	1195,8	3573,1		1359,0		3160,0
1985	1972,0		369,0	172,0	423,0	806,9	1584,5		374,0		680,0
1986			267,0	121,0	148,0	400,3	736,2		439,0	634,0	1022,0
1987			427,0	288,0	559,0	1686,2	848,1		716,0	1591,0	2142,0
1988			373,0	249,0	529,0	651,1	982,4		839,0	1177,0	1342,0
1989			491,0	259,0	649,0	985,6	1837,7		740,0	1208,0	1774,0
1990			586,0	542,0		953,5	3504,0		986,0	1715,0	2517,0
1991			283,0	165,0		619,6	2712,2		500,0	843,0	1040,0
1992			664,0	275,0		626,6	1920,0		1481,0	2472,0	2660,0
1993			700,0	454,0		1066,8	2370,0		612,0	1132,0	1221,0
1994			343,0	183,0		710,0	1355,8		557,0	917,0	1052,0
1995			297,0	112,0		551,5	979,2		616,0		1433,0
1996	2947,0		290,0	108,0		541,2	920,2		609,0	1022,0	1149,0
1997	4988,0		476,0	236,0		949,8	2218,4		1113,0	2256,0	3110,0
1998	6028,0		487,0	306,0		883,5	1878,4		701,0	1225,0	1849,0
1999	4063,0		335,0	137,0		719,8	1790,9		1090,0	2375,0	2517,0
2000	7059,2		368,5	167,0		1154,0	650,0		619,8	1158,0	
2001			609,0			2293,5	959,4		593,7	1075,2	
2002			314,6			1213,5	592,0				

Tabela C.4 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 73.

Código ANEEL	73010000	73150000	73180000	73200000	73300000	73330000	73350000	73480000	73550000	73600000	73610000	73690001	73700000
1940	3800								5004				
1941	9250								13135				
1942	5467								6564				195,0
1943	8180								11504				362,0
1944	1594								2177				81,0
1945	1390								1657				47,0
1946	484								5374				344,0
1947	3520								5706				405,0
1948	9700								11809				293,0
1949	2540								3312				214,0
1950	13000			13471					15204				403,0
1951	8400			9450					10822				
1952	5076	175,7	225,0	5500	164,0				6117				
1953	5739	136,7	161,0	6860	96,0				7794	222,6			189,0
1954	11980		410,0	12300	198,0				13661	628,4			416,0
1955	7745	230,1	385,0	8635	239,0				9917	486,8			418,0
1956	5756	171,3	259,0	6400	186,0				6640	284,7			202,0
1957	8680	288,2	430,0	10758	298,0				12175	722,5			474,0
1958	5705	190,2	237,0	6016	163,0				7674	208,6			176,0
1959	6385	179,0	144,0	6356	239,0	323,0			7345	149,8			84,3
1960	7150	192,5	308,0	5817	134,0	165,0			8454	254,1			189,0
1961	11160		490,0	10829	282,0	465,0			12395	411,4			360,0
1962	4770	275,2	417,0	5144	173,0	236,0			6069	333,0			
1963	7735	117,1	661,0	8326	191,0	438,0			10003	358,4			
1964	3150	154,2	190,0	3490	95,4	97,3			4161	241,8			
1965	22000		407,0	20620	186,0	346,0			26336				
1966	6610	254,8	328,0	6530	179,0	328,0			3202				383,0
1967	8440		469,0	9592	198,0	361,0			12442	264,2			304,0
1968	3380	190,2	139,0	3339	150,0	208,0			3968	160,1			
1969	5892	239,9	466,0	6082	165,0	293,0	461,0	620,0	8291	282,1			170,0
1970	4552	197,1	222,0	5573	135,0	185,0	350,0	558,0	6792	378,6	349,0		179,0
1971	7422		434,0	8317	221,0	409,0	602,0	518,0	10822	547,0	184,0		250,0
1972	10630		699,0	11802	290,0	660,0	851,0	1211,0	18630	877,0	131,0		
1973	7371		334,0	7728	159,0	304,0	568,0	879,0	9945	381,5	651,0		
1974	3895		236,0	4053	186,0	331,0	363,0	497,0	5234	381,5	145,0		
1975	7847		569,0	8496	279,0	676,0	895,0	548,0	10970	599,5	356,0		
1976	5688		317,0	5249	132,0	256,0	550,0	474,0	6817	358,4	410,0	283,0	404,0
1977	13640		242,0	13327	131,0	169,0	415,0	515,0	11549	305,8	1147,0	172,0	268,0
1978	2512		130,0	2828	102,0	102,0	182,0	387,0	5130	282,1	837,0	61,7	148,0
1979	8960		500,0	8495	153,0	435,0	700,0	565,0	9672	628,4		337,0	
1980	9560		332,0	9472	177,0	325,0		329,0	9530	264,2		126,0	
1981	3100		125,0	3198	73,8	146,0	295,0	237,0	3821	282,1		51,5	
1982	10700		416,0	10124	182,0	310,0	385,0	1445,0	11442	486,8		381,0	
1983	18560		780,0	17044	447,0	1208,0	1099,0	1654,0	23000			713,0	
1984	22683		460,0	17657	216,0	390,0	729,0	2015,0	24420	661,6		664,0	
1985	4121		171,0	5255	84,2	158,0	224,0	631,0	6069	123,9		63,0	
1986	5132		570,0	5532	157,0	315,0	503,0	261,0	6325	222,6		120,0	
1987	14611		393,0	17027	169,0	393,0	523,0	649,0	16644	610,2		420,0	
1988	5520		237,0	6210	143,0	219,0	344,0	298,0	7086	445,3		376,0	
1989	10275		500,0	12149	176,0	381,0	653,0	489,0	14145	802,1		345,0	
1990	14452		802,0			723,0	1183,0	2261,0	22200	810,3		702,0	
1991			361,0		207,0	231,0	416,0	305,0	5826	338,6			
1992	19127		716,0			690,0	787,0	2326,0	26906	894,1			
1993	17356		349,0			210,0	397,0	649,0	22880	493,3		208,0	
1994	5368		498,0		142,0	274,0	502,0	506,0	8495	429,7		217,0	
1995	3790		374,0	4206	219,0	296,0	422,0	431,0	5647	341,4		120,0	
1996	5976		345,0	7124	278,0	410,0	542,0	392,0	7137	483,6		363,0	
1997	12065		493,0	11285	190,0	323,0	533,0	1585,0	12586	442,1		268,0	
1998	13518		367,0		271,0	424,0	760,0	1156,0	16075			441,0	
1999	8823					607,0	955,0	893,0	12852			273,0	
2000						348,4	550,6	421,2	12821			348,8	
2001						318,5	502,0	488,0	12931			233,8	
2002						151,6	281,4	713,3	5911			118,5	

(continua)

Tabela C.4 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 73 (continuação).

Código ANEEL	73750000	73765000	73770000	73780000	73820000	73850000	73900000	73960000	73970000
1940									
1941									
1942									
1943									
1944									
1945									
1946									
1947									
1948									
1949									
1950									
1951									
1952									1561,0
1953							192,0		1456,0
1954							231,0		2970,0
1955							151,0		1994,0
1956							168,0		1311,0
1957							117,0		3095,0
1958							134,0		1291,0
1959							66,4		1018,0
1960	678,0				334,0	990,0	95,6		1200,0
1961	1971,0				651,0	3340,0			
1962	1280,0				312,0	1780,0			
1963	1559,0				665,0	1900,0			
1964	575,0				232,0	735,0			
1965	1900,0				596,0	3000,0			
1966	2030,0				354,0	2731,0			2295,0
1967	1054,0				384,0	1640,0			
1968	564,0				195,0	661,0			669,0
1969	917,0				440,0	1235,0	155,0		2103,0
1970	1246,0				295,0	1494,0	168,0		1680,0
1971	1497,0				423,0	2010,0	154,0		2455,0
1972	3400,0				584,0	4480,0	246,0	4412,0	4108,0
1973	1468,0				631,0	2528,0	180,0	2300,0	2600,0
1974	1237,0				434,0	864,0	127,0	1700,0	1800,0
1975	1880,0				601,0	3168,0	255,0	2847,0	2995,0
1976	1584,0	154,0		430,0	591,0	2306,0	111,0	2527,0	2178,0
1977	1043,0	109,0		188,0	257,0	1345,0	71,5	1415,0	
1978		27,7		120,0	138,0	649,0	56,1	754,0	
1979		498,0	2319,0	613,0	786,0	2858,0	179,0	3106,0	
1980		133,0	631,0	137,0	223,0	880,0	70,1	1030,0	
1981		81,9	998,0	342,0	405,0	1002,0	107,0	1093,0	
1982		242,0	2052,0	454,0	475,0	2472,0	116,0	2732,0	
1983		590,0		1126,0	1101,0	4380,0	262,0	5186,0	
1984		297,0	2248,0	383,0	522,0	2355,0	112,0	2411,0	
1985		69,3	571,0	249,0	274,0	841,0	71,5	1063,0	
1986		258,0	1141,0	573,0	303,0	1539,0	167,0	1820,0	
1987		179,0	1863,0	462,0	540,0		203,0	2382,0	
1988		192,0	1483,0	484,0	356,0		171,0		
1989		570,0	2361,0	691,0	633,0		214,0	3255,0	
1990		350,0	1357,0	889,0	940,0		357,0	4037,0	
1991		93,9		396,0	524,0		143,0		
1992		350,0		586,0	725,0		253,0	3795,0	
1993		99,6	1059,0	349,0	526,0		132,0	1849,0	
1994		299,0	1204,0	394,0	551,0		134,0	1757,0	
1995		139,0	1428,0	363,0	323,0		144,0	1928,0	
1996		136,0	1559,0	369,0	320,0		157,0	2133,0	
1997		177,0	1723,0	610,0	332,0		233,0	2375,0	
1998		212,0	2370,0	691,0	344,0		182,0	3303,0	
1999		233,0	1782,0	329,0	315,0		221,0	2631,0	
2000		60,8	1323,4	216,0	275,0		81,9	1520,6	
2001		233,9	1689,9	561,1	425,5		236,0	1999,0	
2002		120,6	1059,3	329,0	278,3		176,0	1670,8	

Tabela C.5 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 74.

Código ANEEL	74100000	74205000	74210000	74270000	74295000	74310000	74320000	74345000	74370000	74420000	74450000	74460000	74470000
1940				836,0									
1941	16178			2196,0									
1942	7264			1445,0				70,9			61,9		
1943	14170							58,3			44,0		
1944	1980							42,4			89,5		
1945	1857			226,0				22,5			70,0		
1946	7574			2188,0				105,0			45,3		
1947	7367			590,0				46,5			40,3		
1948	13500			1379,0				60,0			86,7		
1949	3852			500,0				72,3			45,0		
1950	17020			2703,0				37,3			133,0		
1951	12730			2008,0				154,0			113,0		
1952	8361			1022,0				118,0			82,0		
1953	8920			2388,0				85,0			170,0		
1954	16738			2720,0				190,0			200,0		
1955	10960			1513,0				259,0			106,0		
1956	7341			872,0				37,9			72,9		
1957	15805			2388,0							113,0		
1958	7500			1056,0							78,0		
1959	8816			1114,0							103,0		
1960	10000	115,0		2335,0							40,3		
1961		146,0		2510,0									
1962	6755	48,1		926,0									
1963	12026	153,0		3308,0									
1964	4024	88,1		1693,0					306,0				199,0
1965	29760	203,0		3175,0					468,0	156,0			326,0
1966		143,0		1850,0			246,0		524,0	89,0			282,0
1967	13678	192,0		2538,0			184,0		538,0	112,0			315,0
1968	4563	73,6		485,0			169,0		238,0	136,0			123,0
1969	11124	173,0		2510,0			470,0		972,0	215,0			462,0
1970	8936	207,0		1859,0			174,0		398,0	107,0			308,0
1971	12488	207,0	832,0	1526,0			240,0		405,0	116,0			221,0
1972	21880	208,0	1320,0	3179,0			443,0		978,0	155,0			473,0
1973	12140	202,0	1130,0	2867,0			348,0		748,0	128,0			318,0
1974	6244	143,0	482,0	850,0			196,0		446,0	149,0			398,0
1975	13676	169,0	774,0	2129,0			464,0		538,0				439,0
1976	9738	114,0	754,0	1135,0	121,0	285,0	184,0		309,0			69,1	294,0
1977	15288	176,0	920,0	2246,0	86,5	210,0	122,0		304,0			71,4	218,0
1978		76,8	500,0	1441,0	53,3	112,0	805,0		277,0			50,1	165,0
1979	12576	143,0	1104,0	2586,0	198,0	597,0	447,0		766,0			67,6	668,0
1980	9804	134,0	522,0	1077,0	65,1	238,0	129,0		290,0			64,0	391,0
1981	4476	47,2	190,0	426,0	64,4	491,0	341,0		170,0			26,3	149,0
1982	13082	183,0	1273,0	2848,0	109,0	525,0	261,0		588,0			65,8	359,0
1983	43280	212,0	1614,0	4984,0	423,0	989,0	674,0		1032,0			66,3	857,0
1984		243,0	1587,0	4790,0	113,0	464,0	188,0		811,0			62,2	684,0
1985	8302	250,0	432,0	2604,0	55,8		119,0		1028,0			48,7	500,0
1986	8216	193,0		1180,0	134,0		324,0		478,0			50,0	280,0
1987	20038	282,0		2622,0	196,0		303,0		521,0			81,6	419,0
1988	9704	167,0		1240,0	91,2		247,0		290,0			33,5	129,0
1989	20306	263,0		3712,0	154,0		489,0		599,0			73,9	276,0
1990	28668	279,0		4257,0	392,0		642,0		1560,0			97,7	850,0
1991		201,0		1080,0	183,0		191,0		518,0			38,7	211,0
1992	32980	355,0		6042,0	396,0		654,0		1311,0			119,0	399,0
1993		405,0		3233,0	171,0		240,0		637,0			59,5	211,0
1994	11623	223,0		2360,0	138,0		223,0		826,0			60,9	552,0
1995	8909	179,0		2688,0	136,0		276,0		645,0			40,2	330,0
1996	8751	149,0		1845,0	242,0		281,0		490,0			38,4	295,0
1997	20139	309,0		4119,0	192,0		382,0		993,0			92,5	652,0
1998	18529	245,5		3341,0	196,0		496,0		1189,0			52,5	742,0
1999	16160	171,5		3131,0	258,0		217,0		808,0			30,9	310,0
2000	14695	230,0		2951,0	180,0		1531,0		794,0			63,9	424,2
2001	13239	215,9		1510,4	232,0		445,4		738,1			37,5	370,6
2002	7403	199,7		1925,6	247,0		398,0		450,8			49,2	400,8

(continua)

Tabela C.5 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 74 (continuação).

Código ANEEL	74600000	74700000	74750000	74800000	74880000	74900000
1940						
1941						
1942	458,0	168,0			194,0	
1943	313,0	85,5			101,0	
1944	665,0	183,0			119,0	
1945	236,0	58,0			71,5	
1946	492,0	227,0			140,0	
1947	282,0	273,0			238,0	
1948	367,0	99,0			156,0	
1949	298,0	97,5		5334	103,0	
1950	648,0	435,0		25902	210,0	
1951	541,0	182,0		18756	251,0	
1952	505,0	81,0		12010	189,0	
1953	370,0	118,0		21603	187,0	
1954	755,0	273,0		31774	179,0	
1955	613,0	257,0		17860	199,0	
1956	719,0	300,0			429,0	
1957	515,0	244,0		22584	217,0	
1958	359,0	67,3		9600	123,0	
1959	637,0	70,7		10412	199,0	
1960	514,0	54,6		12112	142,0	
1961	602,0	385,0		26112	181,0	
1962	578,0	43,2		11084	175,0	
1963	832,0			34496	303,0	
1964	518,0	204,0	106,0	6136	216,0	
1965	856,0	329,0	129,0		390,0	
1966	522,0	181,0	92,0	15122	154,0	
1967	640,0	237,0	54,4	21408	163,0	
1968	350,0	219,0	119,0	6838	151,0	
1969	697,0	242,0	97,8	20628	110,0	
1970	440,0	166,0	138,0	11116	290,0	439,0
1971	514,0	323,0	86,0	18415	188,0	475,0
1972	889,0	510,0	166,0	35154	297,0	629,0
1973	670,0	315,0	140,0	17934	174,0	405,0
1974	367,0	218,0	138,0	9240	173,0	439,0
1975	518,0	364,0	140,0	19926	238,0	532,0
1976	487,0	228,0	84,8		183,0	290,0
1977	578,0	280,0	79,5		221,0	307,0
1978	391,0	207,0	46,3		185,0	237,0
1979	783,0	422,0	157,0		265,0	388,0
1980	584,0	323,0	186,0		229,0	321,0
1981	253,0	147,0	63,2		94,8	200,0
1982	710,0	280,0	170,0		195,0	338,0
1983	1209,0	441,0	237,0		245,0	363,0
1984	838,0	466,0	300,0		216,0	358,0
1985	933,0	387,0	157,0		219,0	415,0
1986	684,0	301,0	198,0		233,0	446,0
1987	1089,0	549,0	169,0		290,0	485,0
1988	382,0	229,0	46,4		126,0	234,0
1989	935,0	454,0	206,0		247,0	442,0
1990	978,0	479,0	192,0		239,0	427,0
1991	1241,0	279,0	119,0		190,0	371,0
1992	591,0	585,0	294,0		445,0	509,0
1993	1068,0	307,0	83,1		181,0	358,0
1994	799,0	405,0	171,0		230,0	426,0
1995	479,0	231,0	94,4		131,0	256,0
1996		365,0	186,0		187,0	426,0
1997		442,0	189,0		236,0	441,0
1998		319,0	160,0		203,0	450,0
1999		198,0	54,7		149,0	370,0
2000		307,4	112,0		206,0	400,8
2001		259,4	118,8		181,2	433,8
2002		365,5	217,2		217,0	435,4

Tabela C.6 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 75.

Código ANEEL	75155000	75185000	75200000	75205000	75230000	75270000	75295000	75300000	75320000	75350000	75400000	75430000	75450000
1940													
1941													
1942	310,0		106,0		745,0			1561,0			860,0	435,0	
1943	224,0		138,0		559,0			783,0				352,0	
1944	357,0		106,0		669,0			1051,0				167,0	
1945	130,0		131,0		462,0			680,0				312,0	
1946	215,0		141,0		548,0			748,0			425,0	320,0	
1947	326,0		207,0		867,0			1635,0			410,0	238,0	
1948	245,0		154,0		736,0			1174,0			590,0	281,0	
1949	240,0		77,2		513,0			660,0			211,0	152,0	
1950	485,0		242,0		1101,0			1790,0			639,0	252,0	
1951	335,0		182,0		842,0			1755,0			511,0	308,0	
1952	280,0		87,6		604,0			751,0			183,0	147,0	
1953	461,0		213,0		1020,0			1865,0			759,0	620,0	
1954	437,0		200,0		987,0			1815,0			614,0	406,0	
1955	350,0		192,0		772,0			1093,0			691,0	511,0	
1956	627,0		222,0		1275,0			1630,0			287,0	332,0	
1957	305,0		195,0		706,0			1243,0			335,0	308,0	893,0
1958	317,0		172,0		709,0			994,0	1031,0		537,0	296,0	996,0
1959	405,0		170,0		830,0			1446,0	1394,0		920,0	534,0	1812,0
1960	313,0		181,0		549,0			831,0	871,0		179,0	226,0	355,0
1961	558,0		206,0		1090,0			2010,0	2200,0		765,0	292,0	1788,0
1962	168,0		20,9		225,0				255,0		96,2	184,0	312,0
1963	488,0	115,0	169,0		950,0				1677,0		479,0	360,0	1572,0
1964	384,0	81,6	127,0		775,0				1253,0		238,0	146,0	509,0
1965	385,0	121,0	227,0		1095,0				1788,0		500,0	310,0	1425,0
1966	331,0	97,5	108,0		667,0				1151,0		362,0	211,0	584,0
1967	369,0	120,0	191,0		856,0				1389,0		449,0	272,0	779,0
1968	133,0	36,8	79,2		277,0	163,0		405,0	510,0		316,0	237,0	725,0
1969	173,0	149,0	120,0		464,0	112,0			915,0		293,0	179,0	496,0
1970	335,0	49,0	106,0		725,0	135,0			983,0		290,0	219,0	547,0
1971	331,0	108,0	213,0		785,0	456,0			1423,0	1374,7	552,0	500,0	1226,0
1972	920,0	217,0	237,0		1962,0	874,0		3180,0	3409,0		668,0	690,0	1608,0
1973	397,0	176,0	194,0		947,0			1800,0	1879,0	1885,6	1090,0	800,0	1698,0
1974	361,0	130,0	176,0		846,0			1354,0	1299,0	1247,5	564,0	520,0	1188,0
1975	424,0	74,9	148,0	169,0	794,0	239,0	366,0	1140,0	1180,0	1136,0	297,0	270,0	533,0
1976	280,0	54,5	121,0	145,0	560,0	406,0	423,0	930,0	896,0	1072,4	163,0	322,0	540,0
1977	599,0	147,0	122,0	135,0	800,0	121,0	357,0	1061,0	1083,0	918,8	269,0	163,0	
1978	310,0	83,2	194,0	245,0	648,0	315,0	880,0	1655,0	1609,0	1576,7	492,0	370,0	2032,0
1979	659,0	158,0	218,0	271,0	1191,0		758,0		2300,0		461,0		1668,0
1980	416,0	86,6		169,0	705,0		556,0		1208,0		325,0		923,0
1981	158,0	63,0		124,0	339,0		225,0		618,0		201,0		538,0
1982	850,0	179,0	221,0	249,0	1373,0		816,0		2030,0		1194,0		1860,0
1983	595,0	237,0	235,0	313,0	1500,0		880,0		2590,0		743,0		1500,0
1984	561,0	150,0	198,0	226,0	1093,0		720,0		1840,0		659,0		1930,0
1985	286,0	117,0	198,0	205,0			548,0		1580,0		543,0		805,0
1986		172,0	265,0	278,0	990,0		880,0		2103,0		580,0		760,0
1987	706,0	147,0	277,0	294,0	1830,0		880,0		2746,0		1761,0		1451,0
1988	246,0	72,0	195,0	197,0	733,0		670,0		1480,0		511,0		700,0
1989	788,0	201,0	299,0	372,0	1736,0		880,0		2288,0		805,0		867,0
1990	659,0	144,0	236,0	253,0	1368,0		573,0		2124,0		480,0		568,0
1991	219,0	64,5	146,0	166,0	730,0		319,0		1054,0		335,0		463,0
1992	1577,0	551,0	379,0	510,0	5535,0		880,0				449,0		569,0
1993	338,0	104,0	211,0	196,0	1017,0		495,0		1679,0		503,0		727,0
1994	381,0	98,7	226,0	237,0	1086,0		849,0		1771,0		890,0		850,0
1995	257,0	84,8	116,0	109,0	714,0		272,0		1131,0		317,0		483,0
1996	314,6												
1997	554,0												
1998	415,4												
1999	238,6												
2000	810,0		105,0	124,4	971,5		440,0		1427,2				901,6
2001			157,0	153,0	767,2		520,0		1245,6				599,0
2002			216,0	193,7	1061,2								

(continua)

Tabela C.6 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 75 (continuação).

Código ANEEL	75500000	75550000	75700000
1940			
1941			
1942	2100,0		
1943	633,0		
1944	680,0		
1945	630,0		
1946	608,0		
1947	1112,0		
1948	980,0		
1949	417,0		
1950	677,0		
1951	1044,0		
1952	486,0		
1953	1168,0		
1954	1380,0		
1955	1840,0		
1956	920,0		
1957	712,0		
1958	668,0		
1959	1800,0		
1960	475,0		
1961	1268,0		
1962	396,0		
1963	1650,0	30608	
1964	674,0	6598	
1965	1800,0	34910	
1966	780,0	13250	
1967	850,0	19810	
1968	880,0	5547	
1969	740,0	17513	
1970	820,0	10108	
1971	1250,0	15690	
1972	2617,0	39718	
1973	1760,0	15960	
1974	1150,0	9452	
1975	770,0	16163	
1976	526,0		
1977	471,0		297,0
1978	2163,0		326,0
1979	1517,0		406,0
1980	614,0		379,0
1981	826,0		598,0
1982	1694,0		2815,0
1983	1253,0		1488,0
1984	1071,0		1311,0
1985	1395,0	13279	2786,0
1986	1336,0	12733	2446,0
1987	1688,0	16351	2816,0
1988	800,0	10147	905,0
1989	937,0	19955	1240,0
1990	741,0	24928	1542,0
1991	573,0	11218	410,0
1992	1043,0	25001	520,0
1993	898,0	16798	2391,0
1994	1212,0	16040	1260,0
1995	563,0	12668	750,0
1996			
1997			
1998			
1999			
2000	1197,5	17575	2756,0
2001	907,0	15339	1127,5
2002		15040	

Tabela C.7 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 76.

Código ANEEL	76085000	76100000	76120000	76200000	76250000	76300000	76310000	76360001	76380000	76440000	76460000	76470000	76490000
1940									256,0				
1941									1335,0				
1942		1427,0							375,0	2879,0			
1943		1182,0		699,6	143,9				65,2	1035,0			
1944		1044,0			137,2				259,0	912,0			
1945		943,0		668,6	150,2				170,0	679,0			
1946		575,0		423,8		112,8			238,0	1021,0			
1947		1393,0							311,0	1586,0			
1948		826,0		1003,7	176,9				342,0	809,0			
1949		267,0		1040,4	148,1				353,0	216,0			
1950		478,0		599,2	160,5				265,0				
1951		650,0		744,0	49,1				295,0	590,0			
1952		325,0		588,8	185,1				377,0	326,0			
1953		820,0			158,2				423,0	2057,0			
1954		1172,0			175,2				669,0	1152,0			
1955		1410,0			47,6				100,0	1673,0			
1956		1057,0	703,0	834,6	139,9				238,0	885,0		330,1	885,0
1957		820,0	612,0	890,0					205,0	760,0		341,1	1302,0
1958		1044,0	895,0						252,0	823,0		302,5	
1959		1027,0	1037,0						1082,0	1122,0	605,0		1297,0
1960		693,0	582,0	1024,6					402,0	677,0	421,0	333,9	1051,0
1961		955,0	713,0	1008,9					540,0	968,0	752,0		1105,0
1962		206,0	284,0						163,0	373,0	392,0		585,0
1963		864,0	780,0		200,7				822,0	903,0	473,0	330,7	1043,0
1964		425,0	390,0	483,2					108,0	414,0	495,0	266,4	534,0
1965		1061,0	780,0		179,3				358,0	1288,0	763,0		1250,0
1966		867,0	752,0		181,8				688,0	771,0	507,0		1270,0
1967			608,0		198,9	1034,6	1985,5		270,0	877,0	494,0	338,5	948,0
1968		256,0	314,0	529,1	118,5	524,3	937,1		110,0	325,0	134,0	182,9	436,0
1969		645,0	571,0	963,0	81,4	328,2	594,3		205,0	687,0	502,0		987,0
1970		542,0	497,0	839,1	172,0	822,5	1513,4		250,0	553,0	479,0	318,9	808,0
1971		814,0	594,0	963,0	146,7	443,8	854,3		187,0	916,0	485,0	298,7	848,0
1972		978,0	792,0		211,8	1312,6	2493,6		720,0	1299,0	880,0		2013,0
1973		1040,0	769,0			1312,6	2590,9		940,0	1379,0	936,0		1782,0
1974		693,0	463,0	542,0	170,5	513,9	916,0		148,0	687,0	406,0		665,0
1975		615,0	530,0	894,7	184,3	791,5	1476,0		152,0	461,0	281,0		710,0
1976		704,0	571,0	862,0	175,2	786,4	1491,9	186,0	269,0	1013,0	382,0		926,0
1977	431,0	540,0	458,0	923,5	198,1	1011,5	1924,5	426,0	402,0	764,0	310,0		773,0
1978	530,0	917,0	693,0	1029,8		856,6	1589,5	260,0	161,0	1565,0	659,0		1519,0
1979	646,0	955,0	868,0			809,5	1567,5	416,0	244,0	1117,0	523,0		1444,0
1980	473,0	836,0	560,0	719,5		1160,3	2212,9	260,0		1317,0	648,0		1340,0
1981	387,0	337,0	302,0			473,3	822,2	182,0		357,0	202,0		412,0
1982	1077,0	1263,0	1084,0			1043,4	2010,2	387,0		1324,0	697,0		1598,0
1983	631,0	772,0	619,0			1154,2	2161,3	331,0		1214,0	792,0		1302,0
1984						1241,7	2357,9	349,0			1747,0		2476,0
1985	1057,0	957,0				704,6	1341,3	239,0		728,0	452,0		534,0
1986	1018,0	1160,0				971,6	1876,4	234,0		896,0	493,0		
1987	1039,0	1115,0					2805,7			1442,0	597,0		
1988	1000,0	1034,0				611,3	1170,1			1150,0	748,0		
1989	685,0	878,0				116,3	163,1			774,0	456,0		
1990	937,0	1092,0				1014,4	1942,7			1000,0	614,0		
1991	637,0	749,0				526,4	3044,1			531,0	295,0		
1992	640,0	921,0					3963,7			600,0	383,0		
1993	1132,0	1618,0					2598,0			864,0	450,0		
1994	889,0	1018,0				761,2	1524,1			930,0	287,0		
1995	970,0	970,0				758,7	1481,4			800,0	311,0		
1996	550,0	866,0				316,6	564,2			636,0	326,0		
1997						618,1	3716,2			1214,0			
1998						1132,8	2479,9			1236,0			
1999										593,5			
2000										800,0			
2001	640,0	676,0				1261,0	5725,0			796,0	379,0		
2002													

(continua)

Tabela C.7 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 76 (continuação).

Código ANEEL	76500000	76550000	76560000	76600000	76630000	76650000	76700000	76742000	76750000	76800000
1940										
1941									1355,8	
1942	3106,0								1181,5	
1943	1048,0								561,1	
1944									1215,9	
1945									682,5	
1946									1124,7	
1947									1291,4	
1948									1141,4	
1949									1246,6	
1950									757,0	
1951									812,7	
1952	2345,0								1046,0	
1953									1226,8	
1954					320,0				1143,4	
1955									658,8	2874,0
1956	1727,0				190,0				682,5	2308,0
1957	1507,0				186,0				812,7	1825,0
1958					350,0				1259,9	3241,0
1959					398,0				1607,8	8470,0
1960					268,0				1026,4	3894,0
1961					313,0				1284,6	4509,0
1962						522,0			1102,1	2157,0
1963						355,0			1295,9	6675,0
1964	1069,0					371,0			486,3	1310,0
1965	2780,0					458,0			957,8	5153,0
1966	2359,0					760,0			1229,0	6710,0
1967	2200,0		2717,0	2566,0		484,0			644,2	3359,0
1968			1384,0	1423,0		180,0			470,7	1956,0
1969	1877,0		1848,0	2009,0		532,0			685,5	2742,0
1970	2163,0	60,4	2241,0	2257,0		361,0			784,5	3012,0
1971	1803,0	99,4	1742,0	1858,0		383,0			720,7	2314,0
1972	3316,0	133,0	3410,0	3375,0		749,0			1139,3	4666,0
1973	4132,0	109,0	4441,0	4428,0		662,0			1369,8	5629,0
1974	1296,0	27,3	1211,0	1277,0		160,0			449,6	1662,0
1975	1786,0	70,9	1760,0	1868,0		537,0			533,7	2593,0
1976	2650,0	66,5	2601,0	2597,0		548,0			789,4	3557,0
1977	2754,0	66,7	2858,0	2786,0		437,0		257,0	1120,6	3717,0
1978	2157,0	132,0	2111,0	2413,0		1561,0	391,0	383,0	1042,0	3913,0
1979	4273,0	90,5	4524,0	5024,0		832,0	517,0	525,0	1071,8	6200,0
1980	2250,0	69,4	2314,0	2566,0		574,0	588,0	284,0	930,1	4069,0
1981	1390,0	31,1	1159,0	1147,0		187,0	470,0	128,0	742,6	1628,0
1982	3954,0	124,0	3930,0	4074,0		815,0	596,0	456,0	1020,5	5254,0
1983	3335,0	95,6	3433,0			1388,0	763,0	676,0	1081,9	5090,0
1984						1197,0	492,0	328,0	1118,6	
1985	3250,0		3368,0			359,0	413,0	283,0	987,9	4400,0
1986	3800,0		4180,0			528,0	580,0	388,0	1030,3	6060,0
1987	3560,0		3965,0			497,0	578,0	360,0		6440,0
1988	3485,0		3810,0			298,0	382,0	177,0	629,9	4980,0
1989	1275,0		1361,0			279,0	150,0	84,9	209,7	1885,0
1990	3140,0		4525,0			380,0	537,0	425,0	1298,2	6120,0
1991	1180,0		3820,0			180,0	350,0	323,0	1446,4	6140,0
1992			5440,0			361,0	574,0	516,0	1525,6	
1993	2790,0		3225,0			418,0	578,0	367,0	1218,1	5600,0
1994	2270,0		2345,0			271,0	356,0	291,0	944,8	4165,0
1995	1985,0		2345,0			207,0	283,0	157,0	505,9	3250,0
1996	1755,0		2018,0			371,0	564,0	244,0	1047,9	3550,0
1997									1194,3	
1998									1431,8	
1999										
2000										
2001	3360,0		4005,0			321,0		575,0	1285,6	5820,0
2002										

Tabela C.8 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 77.

Código ANEEL	77500000
1940	
1941	
1942	
1943	
1944	
1945	
1946	
1947	
1948	
1949	
1950	
1951	
1952	
1953	
1954	
1955	
1956	
1957	
1958	
1959	
1960	
1961	
1962	
1963	
1964	
1965	
1966	
1967	
1968	
1969	
1970	
1971	
1972	
1973	
1974	
1975	
1976	
1977	
1978	
1979	
1980	
1981	
1982	
1983	
1984	
1985	850,0
1986	1246,0
1987	1264,0
1988	1276,0
1989	186,0
1990	1306,0
1991	1660,0
1992	1461,0
1993	1440,0
1994	602,0
1995	834,0
1996	908,0
1997	2040,0
1998	1421,0
1999	606,0
2000	1005,8
2001	2213,0
2002	

Tabela C.9 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 85.

Código ANEEL	85438000	85460000	85470000	85480000	85580000	85600000	85610000	85615000	85620000	85623000	85630000	85650000	85730000
1940		130,0				760,0						3264,0	
1941		162,0				625,0							
1942		101,0				1083,0						5395,0	
1943		36,7				182,0						1778,0	
1944		59,7				879,0						2593,0	
1945		63,4				544,0						2474,0	
1946		113,0				860,0						2661,0	
1947		94,3				857,0			180,0			1840,0	
1948		112,0	97,0			527,0			144,0			1740,0	
1949		103,0	258,0			521,0			93,2				
1950		68,0	160,0			540,0			122,0			1626,0	
1951		95,7	101,0			342,0			195,0				
1952		139,0	427,0			831,0			269,0			2605,0	
1953		95,7	440,0			919,0			206,0			5204,0	
1954		157,0	216,0			1083,0			337,0				
1955			205,0			311,0			108,0			2568,0	
1956		93,3	330,0			367,0			219,0				
1957		90,5	275,0			826,0			290,0				
1958		157,0	172,0			1059,0			310,0				
1959		173,0	332,0			1042,0			427,0				
1960		136,0	387,0			780,0			273,0				
1961		163,0	239,0			949,0			252,0				
1962		124,0	528,0			342,0			174,0				
1963		125,0	283,0			1039,0			320,0				
1964		43,1	450,0			397,0			134,0				
1965		107,0	341,0			828,0			317,0				
1966		132,0	466,0			1024,0							
1967		98,1	542,0		448,0	716,0							
1968		50,2	199,0		242,0	243,0							
1969		97,5	128,0		406,0	523,0							
1970		88,2	668,0		408,0	523,0							473,0
1971		58,8	536,0	273,0	352,0	460,0							511,0
1972			705,0	648,0	582,0	1233,0							524,0
1973			164,0	925,0	614,0	1030,0							543,0
1974			229,2	339,0	351,0	423,0							302,0
1975			225,0	291,0	495,0	594,0							521,0
1976			132,6	268,0	487,0	561,0							324,0
1977			590,7	486,0	737,0	1247,0							369,0
1978			442,0	268,0	412,0	363,0							195,0
1979	209,0		106,7	676,0	707,0	1145,0							807,0
1980	55,6		208,3	512,0	517,0	462,0							424,0
1981	108,0		751,5	221,0	337,0	376,0							293,0
1982	386,0			708,0	680,0	1139,0							975,0
1983	161,0			449,0	555,0	768,0		53,9					540,0
1984	439,0			729,0		1039,0	90,3	90,1					876,0
1985	180,0			504,0		872,0	44,0	59,6		232,0	232,0		363,0
1986	192,0			678,0		1020,0	59,5	105,0		243,0	243,0		
1987	207,0			776,0		918,0	67,1	52,5		260,0	260,0		
1988	314,0			408,0		784,0	15,3	23,1		120,0	120,0		
1989	212,0			265,0			15,6	21,1		87,8	87,8		
1990	243,0			800,0		1038,0	51,4	27,0		278,0	278,0		
1991	141,0			645,0			20,9			140,0	140,0		
1992	243,0			1238,0			119,0	65,3		416,0	416,0		
1993	283,0			380,0		796,0	57,3			280,0	280,0		
1994	267,0			645,0		1026,0	56,8	67,6		255,0	255,0		
1995	317,0			363,0		724,0	34,7	92,5		199,0	199,0		
1996	226,0			306,0		493,0	19,8	75,7		110,0			
1997	445,0			372,0		885,8	46,4			308,0	308,0		
1998	439,0			768,0		1127,4	61,2			328,0	328,0		
1999	255,0			270,0		674,6	41,7			162,0	162,0		
2000	271,3			450,5		833,0	65,3			219,0	219,0		
2001	336,5			774,5		890,6	61,5			283,7	283,7		
2002													

(continua)

Tabela C.9 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 85 (continuação).

Código ANEEL	85740000	85780000	85850000	85900000
1940		198,0	108,0	5946
1941		388,0	140,0	10494
1942		254,0	105,0	6386
1943		193,0	90,0	2380
1944		234,0		3379
1945		195,0		3155
1946		211,0		3197
1947		164,0		2409
1948		164,0		2189
1949		172,0		2178
1950		160,0	109,0	2147
1951		190,0	134,0	1883
1952		147,0	101,0	2777
1953		245,0	136,0	6487
1954			87,7	5205
1955				
1956				
1957				
1958				
1959				
1960				
1961				
1962				
1963				
1964			88,8	2015
1965			190,0	5956
1966			190,0	5423
1967			203,0	5423
1968			80,5	1555
1969			156,0	2341
1970			158,0	3240
1971			188,0	3283
1972			178,0	5486
1973			170,0	5371
1974			190,0	2380
1975			162,0	3622
1976			148,0	2745
1977			164,0	4105
1978			166,0	1761
1979			137,0	4427
1980				1756
1981				2336
1982				5549
1983				5423
1984				5020
1985	617,0			3730
1986	606,0			3818
1987	710,0			3879
1988	857,0			4182
1989	469,0			3247
1990	608,0			3879
1991	371,0			2227
1992	410,0			4336
1993	783,0			3435
1994	659,0			3771
1995	621,0			3209
1996	469,0			2279
1997	563,2			4384
1998	513,7			3338
1999	559,4			2637
2000	404,7			2990
2001				3464
2002				

Tabela C.10 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 86.

Código ANEEL	86100000	86160000	86340000	86410000	86420000	86440000	86480000	86500000	86560000	86580000	86700000	86745000
1940						1963,0		700,0	945,0	859,0		
1941	1140,0	725,0				2502,0		1506,0	1106,0	2247,0		
1942	922,0	517,0				552,0		655,0	636,0	1630,0		
1943	243,0	136,0				448,0		366,0	256,0	308,0	63,5	
1944	389,0					441,0		470,0	622,0	1144,0	398,9	
1945	376,0	229,0				759,0		439,0	354,0	567,0	207,4	
1946	397,0	206,0				1641,0		1056,0	1224,0	520,0	713,9	
1947	515,0	260,0				354,0		309,0	377,0	421,0	167,4	
1948	496,0	260,0				1006,0		514,0	452,0	608,0	125,1	
1949	368,0	285,0				585,0		517,0	365,0	585,0	224,7	
1950	890,0	507,0				3449,0		1190,0	1062,0	1169,0	434,8	
1951	380,0	306,0				715,0		470,0	347,0	493,0	87,8	
1952	277,0	128,0				361,0		295,0	246,0	275,0	40,2	
1953	1210,0	571,0				996,0		529,0	1041,0	1242,0	459,6	
1954	1440,0	462,0				1963,0		882,0	658,0	1742,0	524,6	
1955	745,0	602,0				1170,0		709,0	503,0	454,0	56,3	
1956	683,0	583,0				1990,0		1104,0	785,0	1626,0		
1957	697,0	342,0		1106,0		1364,0	449,0	703,0	550,0	839,0	151,2	589,0
1958	714,0	445,0	109,7	1174,0		1235,0	394,0	1049,0	622,0	778,0	205,8	695,0
1959	642,0	770,0	99,7	1005,0		1305,0	529,0	794,0	845,0	912,0	631,7	920,0
1960	344,0	313,0	77,7	831,0		1036,0	425,0	505,0		778,0	121,2	441,0
1961	606,0	387,0	99,0	1257,0	123,0	1768,0	631,0	926,0	682,0	986,0	261,2	534,0
1962	165,0	89,8	19,4	204,0	24,6	206,0	115,0	123,0	35,6	132,0	20,2	43,0
1963	512,0	497,0	110,4	865,0	64,4	1126,0	410,0	543,0	557,0	864,0	92,3	534,0
1964	273,0	199,0	36,3	444,0	57,9	570,0	237,0	410,0	393,0	405,0	173,5	
1965	1140,0	700,0		2494,0	172,0	3379,0	905,0	1344,0	815,0	1166,0	308,6	
1966	570,0	326,0	62,9	983,0	82,8	1213,0	743,0	652,0	718,0	1217,0	228,2	
1967	896,0	822,0	83,3	1198,0	157,0	2045,0	476,0	831,0	778,0	1782,0	233,5	
1968	269,0	117,0	13,8	227,0	41,7	274,0	201,0	283,0	302,0	453,0	121,2	
1969	408,0	151,0	48,3	490,0	55,2	552,0	299,0	276,0	320,0	448,0	125,1	
1970	534,0	310,0	34,9	615,0	65,4	729,0	336,0	435,0	331,0	422,0	233,5	466,0
1971	546,0	293,0	78,3	797,0	70,4	1067,0	419,0	529,0	492,0	1047,0	745,6	1172,0
1972	625,0	495,0	91,6	1029,0	126,0	1787,0	554,0	744,0	1160,0	1246,0	338,1	482,0
1973	697,0	515,0	127,3	768,0	67,3	1191,0	407,0	501,0	726,0	967,0	207,4	578,0
1974	950,0	398,0	64,8	444,0	45,3	482,0	282,0	318,0	324,0	640,0	482,5	1086,0
1975	635,0	509,0	60,5	679,0	83,8	911,0	387,0	601,0	469,0	793,0	214,3	428,0
1976	499,0	470,0	64,5	607,0	69,4	750,0	251,0	410,0	504,0	772,0	154,1	309,0
1977	742,0	571,0	91,6	1508,0	127,0	2313,0	617,0	800,0	671,0	1019,0	200,8	370,0
1978	189,0	182,0	48,7	391,0	65,4	849,0	314,0	431,0	643,0	865,0	102,6	234,0
1979	177,0	372,0	58,9	576,0	76,5	685,0	458,0	616,0	750,0	910,0	195,8	464,0
1980	327,0	709,0	70,4	939,0	98,0	1412,0	485,0		583,0	977,0	353,4	504,0
1981	478,0		59,7	472,0	92,5	1175,0	551,0		412,0	495,0	108,6	287,0
1982	471,0	301,0	94,6	1111,0	126,0	1400,0	732,0	929,0	740,0	1517,0		987,0
1983	721,0	588,0		1910,0	137,0	2486,0	854,0	1348,0	1380,0	1487,0	355,6	620,0
1984	247,0	479,0		1139,0	84,6	1305,0	483,0	700,0	790,0	1086,0	522,0	936,0
1985	305,0	249,0		595,0	84,6	819,0	522,0	652,0	606,0	705,0	154,1	428,0
1986	376,0	258,0		397,0	51,5	545,0	338,0	487,0	674,0	866,0	495,5	724,0
1987	343,0	415,0		1320,0	107,0	1687,0	861,0		793,0	1094,0	302,5	567,0
1988	668,0	723,0		970,0	189,0	1287,0	479,0		778,0	1212,0	444,6	700,0
1989	287,0	451,0		1982,0	193,0	2836,0	630,0	1336,0	1229,0	2380,0	474,8	675,0
1990	584,0	426,0		2405,0	196,0	3995,0	829,0	1871,0	1520,0		444,6	1235,0
1991	515,0	211,0		739,0	46,0	976,0	298,0	239,0			212,5	308,0
1992	391,0	430,0		2338,0	77,9	2833,0	941,0	1380,0	1423,0	2650,0	192,5	927,0
1993	520,0	430,0		1492,0	152,0	1902,0	443,0		1062,0	850,0	452,1	328,0
1994	335,0	315,0		727,0	140,0	1035,0	514,0	581,0	665,0	1003,0	142,7	731,0
1995	789,0	184,0		486,0	91,0	617,0	521,0	501,0	639,0	622,0	126,4	267,0
1996	314,0	361,0		497,0	129,0	588,0	323,0	444,0	557,0	608,0	210,8	486,0
1997	524,0	623,0		1125,0	115,0	1740,0	506,0	805,0	1271,0	1815,0	290,4	660,0
1998	288,0	501,9		1149,0	108,0	1908,6						
1999	323,0			370,0	45,0	411,0	449,0	368,0	425,0	393,0	152,0	404,0
2000	685,0	429,8		1631,0	122,0	1674,2	748,0	1052,0	1088,0	1664,0	371,0	605,0
2001		676,6		1901,0	250,0	2978,2	796,0	1344,0	1356,0	2917,0	456,0	1497,0
2002												

Tabela C.11 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 87.

Código ANEEL	87040000	87160000	87170000	87250000	87316000	87317030	87317060	87372000	87380000	87382000	87399000	87400000	87905000
1940									221,0				
1941								114,0	492,0				
1942								96,0	328,0			85,3	
1943		179,0						54,5	190,0			66,2	
1944		546,0						91,3	503,0			220,7	
1945		375,0						91,3	224,0			68,8	
1946		474,0						78,8	213,0			44,7	
1947		419,0	626,0					87,8	228,0			67,5	
1948		278,0	329,0					104,0	188,0			92,0	
1949		350,0	609,0					72,8	405,0			66,2	
1950		152,0	441,0					54,5	155,0			62,3	
1951			563,0					96,3	260,0			73,8	
1952			276,0					49,3	177,0			61,1	
1953		690,0	674,0					90,2	385,0			100,0	
1954		704,0	1460,0					95,4	542,0			166,1	
1955		447,0	645,0						273,0			92,0	
1956		581,0	1348,0									74,5	
1957		400,0	735,0						405,0			171,2	
1958		230,0	348,0									108,5	
1959		692,0	1144,0						351,0			140,4	
1960		233,0	463,0									86,1	
1961		661,0	1099,0									95,5	
1962		29,4	94,0									35,4	
1963		751,0	871,0									202,9	
1964		384,0	582,0									68,8	979,0
1965		629,0	1396,0						172,0			260,6	3800,0
1966		698,0	1006,0						405,0			139,3	4935,0
1967		862,0	925,0						548,0			254,0	2972,0
1968		188,0	227,0						228,0			94,6	1158,0
1969		542,0	740,0						435,0			85,3	1941,0
1970		574,0	686,0						351,0			140,4	1866,0
1971		686,0	829,0	223,1					440,0			124,9	1467,0
1972	9914,0	674,0	804,0	197,7					314,0			172,6	4023,0
1973	8469,9	696,0	708,0	188,0					317,0	277,0	78,8	108,5	3396,0
1974	4166,5	277,0	719,0	169,2					228,0	239,0	49,2	67,5	3847,0
1975	6262,2	872,0	783,0	268,1					383,0	371,0	96,2	128,1	2553,0
1976	3415,8	486,0	640,0	170,5					339,0	347,0	127,8	187,4	
1977	8702,7	556,0	733,0	178,7						347,0	125,8	188,8	
1978	2983,0	733,0	609,0	148,9					262,0	236,0	43,6	59,3	2383,0
1979	6901,6	518,0	424,0	100,0					206,0	218,0	35,8	51,4	2946,0
1980	5442,9	863,0	1396,0	212,5					419,0	470,0	85,6	117,5	2672,0
1981	4560,8	373,0	542,0	189,5	61,2	297,0	106,1		393,0	384,0	73,1	92,9	1922,0
1982	8180,6	1129,0	790,0	389,1	46,1	283,0	87,7		519,0	914,0	143,6	188,8	2058,0
1983	9944,0	790,0	843,0	204,6		167,0	174,6		536,0	1146,0	162,8	236,2	3051,0
1984		685,0	1060,0	268,1	72,1	171,0	131,7		548,0	1310,0	252,6	340,1	4255,0
1985	6901,6	934,0	1291,0	279,9	45,3	229,0	85,3		635,0	1378,0	151,4	245,8	2372,0
1986		770,0	1006,0	220,6	44,5	256,0	83,6		386,0	577,0	88,0	120,6	3863,0
1987		683,0	1207,0	231,6	62,7	121,0	116,5		519,0		182,3	252,4	3879,0
1988		790,0	1249,0	296,3	39,8	226,0	72,9		492,0	795,0	154,8	210,2	2079,0
1989		738,0	836,0	173,9	32,7	146,0	60,3		369,0	389,0	86,4	110,5	713,0
1990		955,0	1297,0	248,5	48,2	131,0	88,6		602,0	795,0	137,2	198,6	3186,0
1991			528,0	162,6			40,7		244,0	240,0	88,8	118,6	2785,0
1992			722,0	177,3	34,0	115,0	65,0		339,0	389,0	114,1	135,9	5087,0
1993		478,0	737,0	217,4		157,0	90,2		596,0		99,6	181,9	1815,0
1994		550,0	654,0		66,8	151,0	120,5		344,0	440,0	124,8	166,1	2765,0
1995		423,0	647,0		37,2	94,6	65,0		530,0	787,0	192,4	265,7	4323,0
1996		280,0	504,0		68,9	161,0	126,5		300,0	371,0	84,1	118,6	1542,0
1997		722,0	1270,0		56,3	210,0	99,7		536,0	711,0	111,3		2659,2
1998		842,5	918,0			165,0	105,8		334,0	411,0			4878,5
1999		333,7	477,5			128,0	63,6		238,0	283,9			1332,2
2000		798,0	413,0			257,8	110,0		391,3	562,0			2687,7
2001		651,4	979,0			185,8	107,9		589,0	905,5			4204,9
2002													

Tabela C.12 Séries de descargas máximas anuais pertencentes a estações fluviométricas localizadas na Sub-bacia 88.

Código ANEEL	88220000	88550000	88680000	88750000	88850000
1940					
1941					
1942					
1943					
1944					
1945					
1946					
1947					
1948					
1949					
1950					
1951					
1952					
1953					
1954					
1955					
1956					
1957					
1958					
1959					
1960					
1961					
1962			591,0		
1963			1626,0		
1964			603,0		
1965			1376,0	52,5	196,0
1966			2188,0	52,5	296,0
1967			1954,0	56,5	156,0
1968	466,0		703,0	21,8	43,8
1969	463,6		1307,0	36,0	122,0
1970	785,9		2409,0	44,2	127,0
1971	132,0		680,0	59,6	118,0
1972			1769,0	54,3	201,0
1973			2835,0	68,1	296,0
1974	867,5		2425,0	83,8	283,0
1975	779,8		1532,0	36,7	300,0
1976	614,9		1638,0	87,3	240,0
1977	1413,0	842,0	2951,0	100,0	305,0
1978	617,6	767,0	2378,0	70,9	228,0
1979	1021,3	1038,0	2879,0	88,2	259,0
1980	883,7	897,0	2489,0	81,4	354,0
1981		276,0		49,0	182,0
1982	495,2	368,0	1134,0	57,6	146,0
1983	893,4	821,0		120,0	449,0
1984		736,0		116,0	408,0
1985	690,7	392,0		58,6	213,0
1986	883,7	667,0		56,5	307,0
1987	722,8	631,0		73,2	336,0
1988	387,5	357,0		22,6	127,0
1989				21,2	114,0
1990	1179,6			85,1	270,0
1991	752,5			59,4	279,0
1992				57,6	307,0
1993				53,7	228,0
1994				32,5	166,0
1995				99,0	312,0
1996	705,2			21,3	115,0
1997	1175,8			56,5	345,0
1998					
1999				39,5	166,0
2000				68,9	252,6
2001				58,0	446,3
2002					

ANEXO D

**DISPONIBILIDADE TEMPORAL DE REGISTROS DE
DESCARGAS**

ANEXO E

ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS

Tabela E.1 Estações pluviométricas selecionadas.

ID	Código ANEEL	Nome da Estação	Município	UF	SB	Responsável / Operadora	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	PreMéd (mm)
1	02650019	Lebon Regis	Lebon Regis	SC	71	ANA CPRM	26 55 48	50 41 17	1000	1633
2	02651001	Campina da Alegria	Vargem Bonita	SC	73	ANA CPRM	26 52 24	51 47 47	1000	1953
3	02651002	Caçador	Caçador	SC	72	ANA Desativada	26 46 00	51 00 00	920	1619
4	02651022	Santo Agostinho	Passos Maia	SC	73	ANA CPRM	26 36 31	51 52 54	1250	1953
5	02651036	Quilômetro 30	Macieira	SC	72	ANA CPRM	26 46 33	51 15 46	1133	1722
6	02651052	Salto Veloso	Salto Veloso	SC	73	ANA CPRM	26 54 24	51 24 35	1000	1828
7	02652000	Abelardo Luz	Abelardo Luz	SC	73	ANA CPRM	26 33 22	52 19 51	760	2024
8	02652001	Bonito	Ipumirim	SC	73	ANA CPRM	26 57 09	52 10 57	600	1922
9	02652002	Maratá	São Domingos	SC	73	ANA CPRM	26 35 02	52 38 25	550	1869
10	02652021	Jardinópolis	Coronel Freitas	SC	73	ANA CPRM	26 44 10	52 54 01	360	1905
11	02652031	São Lourenço do Oeste	São Lourenço do Oeste	SC	73	ANA CPRM	26 21 01	52 50 17	720	1990
12	02653001	Campo Ere DNAEE-EMPASC	Campo Ere	SC	74	ANA CPRM	26 26 48	53 04 49	920	1913
13	02653002	Dionísio Cerqueira	Dionísio Cerqueira	SC	74	ANA CPRM	26 15 55	53 37 15	800	2033
14	02653004	Ponte do Sargento	Romelândia	SC	74	ANA CPRM	26 40 53	53 17 17	320	1985
15	02749009	Rio Bonito	Lages	SC	71	ANA CPRM	27 42 00	49 50 00	900	1537
16	02750001	Campo Belo do Sul	Campo Belo do Sul	SC	70	ANA CPRM	27 54 00	50 45 01	980	1663
17	02750003	Encruzilhada II	Lages	SC	71	ANA Desativada	27 48 30	50 19 43	820	1539
18	02750007	Painel	Lages	SC	71	ANA CPRM	27 55 17	50 05 55	1196	1614
19	02750009	Passo Marombas	Curitibanos	SC	71	ANA CPRM	27 19 51	50 45 03	829	1566
20	02750010	Ponte Alta do Norte	Curitibanos	SC	71	ANA CPRM	27 09 45	50 28 00	980	1573
21	02750011	Ponte Alta do Sul	Ponte Alta	SC	71	ANA CPRM	27 28 51	50 23 04	840	1533
22	02750020	São José do Cerrito	São José do Cerrito	SC	71	ANA CPRM	27 39 38	50 34 59	920	1607
23	02751001	Anita Garibaldi	Anita Garibaldi	SC	71	ANA CPRM	27 41 32	51 07 46	800	1785
24	02751004	Joaçaba	Joaçaba	SC	72	ANA CPRM	27 10 18	51 30 01	560	1760
25	02751006	Paim Filho	Paim Filho	RS	72	ANA CPRM	27 42 14	51 46 03	600	1832
26	02751007	Sananduva	Sananduva	RS	72	ANA CPRM	27 57 01	51 48 52	687	1877
27	02751012	Capinzal	Capinzal	SC	72	ANA CPRM	27 20 32	51 36 30	498	1784
28	02751015	Barracão	Barracão	RS	70	ANA CPRM	27 40 40	51 27 25	754	1896
29	02751017	Clemente Argolo	Lagoa Vermelha	RS	72	ANA CPRM	28 00 17	51 27 09	950	1804
30	02752005	Concordia	Concordia	SC	73	ANA CPRM	27 18 52	51 59 36	600	1890
31	02752017	Itatiba do Sul	Itatiba do Sul	RS	73	ANA CPRM	27 23 20	52 27 16	350	1904
32	02752021	Gaurama	Gaurama	RS	72	ANA CPRM	27 35 14	52 05 34	800	1922
33	02753004	Linha Cescon	Sarandá	RS	74	ANA CPRM	27 48 42	53 01 40	350	1801
34	02753006	Palmitos	Palmitos	SC	74	ANA CPRM	27 04 16	53 09 32	400	1928
35	02753013	Iporã	Mondaí	SC	74	ANA CPRM	26 59 51	53 31 55	557	1975
36	02753014	Liberato Salzano	Liberato Salzano	RS	74	ANA CPRM	27 35 54	53 04 15	378	1985
37	02753015	Palmeira das Missões	Palmeira das Missões	RS	74	ANA CPRM	27 54 48	53 18 39	610	1779
38	02753016	Miraguaí	Miraguaí	RS	74	ANA CPRM	27 30 06	53 40 55	502	1804
39	02754009	Tucunduva	Tucunduva	RS	74	ANA CPRM	27 39 14	54 26 32	120	1704
40	02754010	Esquina Araújo	Independência	RS	74	ANA CPRM	27 58 05	54 06 59	400	1756
41	02849003	São Joaquim	São Joaquim	SC	70	ANA Desativada	28 17 00	49 56 00	1400	1649
42	02849009	Bom Jardim da Serra	Bom Jardim da Serra	SC	70	ANA CPRM	28 20 00	49 37 00	1200	1502
43	02849021	Urubici	Urubici	SC	71	ANA CPRM	27 59 19	49 34 39	997	1568
44	02850006	Invernada Velha	Bom Jesus	RS	70	ANA CPRM	28 26 58	50 17 47	850	1598
45	02850008	Passo Socorro (PCD)	Vacaria	RS	70	ANA CPRM	28 12 39	50 45 31	640	1748
46	02850009	Passo Tainhas	São Francisco de Paula	RS	86	ANA CPRM	28 52 00	50 27 14	640	1583
47	02851003	Antônio Prado	Antônio Prado	RS	86	ANA CPRM	28 51 12	51 17 01	630	1737
48	02851022	Passo Migliaiaca	Casca	RS	86	ANA CPRM	28 37 12	51 51 58	380	1763
49	02851024	Prata	Nova Prata	RS	86	ANA CPRM	28 46 07	51 37 12	680	1700
50	02851043	Esmeralda	Esmeralda	RS	70	ANA CPRM	28 03 33	51 11 20	974	1788
51	02852007	Colônia Xadrez	Carazinho	RS	74	ANA CPRM	28 11 18	52 44 43	593	1858
52	02852046	Tapejara	Tapejara	RS	72	ANA CPRM	28 03 24	51 59 46	672	1947
53	02852050	Não me Toque	Não me Toque (Campo	RS	85	ANA CPRM	28 27 19	52 48 57	491	1793
54	02853003	Conceição	Ijuí	RS	75	ANA CPRM	28 27 18	53 58 15	160	1693
55	02853010	Passo Faxinal	Ijuí	RS	75	ANA CPRM	28 17 21	53 46 48	200	1726
56	02853026	Chapada	Chapada	RS	74	ANA CPRM	28 03 31	53 03 58	450	1849
57	02853028	Anderson Clayton	Cruz Alta	RS	75	ANA CPRM	28 39 31	53 36 17	440	1741
58	02854005	Passo Major Zeferino	Santo Ângelo	RS	75	ANA CPRM	28 44 01	54 38 52	160	1691
59	02854006	Passo Viola	Caibaté	RS	75	ANA CPRM	28 12 38	54 36 08	160	1798
60	02854013	São Bernardo	Tupanciretá	RS	76	ANA CPRM	28 54 19	54 03 54	530	1759

(continua).

Tabela E.1 Estações pluviométricas selecionadas (continuação).

ID	Código ANEEL	Nome da Estação	Município	UF	SB	Responsável / Operadora	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	PreMéd (mm)
61	02855005	Fazenda Santa Cecília do Butuí	São Borja	RS	75	ANA CPRM	28 59 42	55 40 49	140	1679
62	02855007	Santo Antônio das Missões	Santo Antônio das	RS	75	ANA CPRM	28 30 38	55 14 05	200	1789
63	02950016	Glorinha	Gravataí	RS	87	ANA CPRM	29 52 57	50 47 18	77	1348
64	02950031	Santo Antônio	Santo Antônio da	RS	87	ANA Desativada	29 49 00	50 31 00	80	1376
65	02950038	Terra de Areia	Osório	RS	87	ANA CPRM	29 34 20	50 03 23	40	1625
66	02951010	Encantado	Encantado	RS	86	ANA CPRM	29 14 03	51 51 15	60	1455
67	02951018	Lajeado	Lajeado	RS	86	ANA Desativada	29 28 00	51 58 00	40	1448
68	02951021	Montenegro	Montenegro	RS	87	ANA Desativada	29 40 07	51 25 41	15	1401
69	02951022	Nova Palmira	Caxias do Sul	RS	87	ANA CPRM	29 20 05	51 11 19	80	1640
70	02951028	Sapucaia do Sul	Sapucaia do Sul	RS	87	ANA CPRM	29 49 16	51 29 53	20	1411
71	02952001	Barros Cassal	Barros Cassal	RS	86	ANA CPRM	28 58 51	52 22 06	620	1669
72	02952003	Botucaraí	Candelária	RS	85	ANA CPRM	29 43 20	52 53 38	80	1696
73	02952010	Rio Pardo	Rio Pardo	RS	85	ANA Desativada	29 59 00	52 21 00	15	1443
74	02953008	Dona Francisca	Dona Francisca	RS	85	ANA CPRM	29 37 39	53 21 12	25	1717
75	02954001	Cacequí	Cacequí	RS	76	ANA CPRM	29 52 40	54 49 25	100	1545
76	02954007	Jaguarí	Jaguarí	RS	76	ANA CPRM	29 29 25	54 41 20	100	1735
77	02954019	Quevedos	Julio de Castilhos	RS	76	ANA CPRM	29 51 07	54 04 03	408	1707
78	02954020	Santiago	Santiago	RS	76	ANA CPRM	29 11 12	54 51 21	420	1811
79	02954031	Esquina dos Lima (A.Beltrão)	Santiago	RS	75	ANA CPRM	29 04 40	54 30 31	420	1758
80	02954032	Ponte Toropi II	São Pedro do Sul	RS	76	ANA CPRM	29 39 12	54 25 53	40	1700
81	02955002	Cachoeira Santa Cecília	Itaquí	RS	76	ANA CPRM	29 11 46	55 28 28	100	1584
82	02955006	Ponte do Miracatú	São Francisco de Assis	RS	76	ANA CPRM	29 27 32	55 17 25	100	1646
83	02955007	Unistalda	Santiago	RS	76	ANA CPRM	29 02 51	55 09 04	380	1778
84	02955013	Alegrete - Eletrosul	Alegrete	RS	76	ANA CPRM	29 47 04	55 46 36	80	1613
85	02956005	Itaquí	Itaquí	RS	75	ANA CPRM	29 07 05	56 33 28	35	1605
86	02956006	Passo Mariano Pinto	Alegrete	RS	76	ANA CPRM	29 18 30	56 03 17	60	1665
87	02956007	Plano Alto	Uruguaiana	RS	76	ANA CPRM	29 46 12	56 30 57	120	1621
88	02956008	João Arregui	Uruguaiana	RS	76	ANA CPRM	29 28 28	56 41 01	90	1578
89	03050002	Palmares do Sul	Palmares do Sul	RS	87	ANA CPRM	30 15 11	50 30 23	3	1282
90	03050007	Solidão	Mato Castelhano	RS	87	ANA CPRM	30 40 06	50 32 27	2	1234
91	03050008	Lombas	Viamão	RS	87	ANA CPRM	30 02 48	50 55 07	-	1333
92	03051004	Cerro Grande	Tapes	RS	87	ANA CPRM	30 35 53	51 45 16	120	1457
93	03051005	Guaíba Country Club	Guaíba	RS	87	ANA CPRM	30 06 24	51 38 56	40	1220
94	03051016	Camaquã	Camaquã	RS	87	ANA CPRM	30 52 14	51 47 41	65	1396
95	03051023	Barra do Ribeiro	Barra do Ribeiro	RS	87	ANA CPRM	30 17 51	51 18 51	5	1291
96	03051031	Butiã	Butiã	RS	87	ANA CPRM	30 09 28	51 56 13	60	1362
97	03052011	Quitéria	São Jerônimo	RS	87	ANA CPRM	30 25 09	52 04 24	300	1438
98	03052012	Serra dos Pedrosas	Encruzilhada do Sul	RS	87	ANA CPRM	30 37 19	52 48 35	400	1514
99	03052016	Pantano Grande	Rio Pardo	RS	85	ANA CPRM	30 11 54	52 22 19	40	1418
100	03053010	Passo do Caçõ	Bagé	RS	87	ANA CPRM	30 57 40	53 29 19	120	1435
101	03053012	São Sepé	São Sepé	RS	85	ANA Desativada	30 11 00	53 33 00	60	1514
102	03053017	Passo dos Freires	São Sepé	RS	85	ANA CPRM	30 26 07	53 42 45	200	1523
103	03053018	Itapuãzinho	Cachoeira do Sul	RS	85	ANA CPRM	30 29 19	53 07 09	120	1489
104	03053021	Barro Vermelho	Cachoeira do Sul	RS	85	ANA CPRM	30 08 27	53 09 43	100	1507
105	03054018	São Gabriel	São Gabriel	RS	85	ANA CPRM	30 21 22	54 19 05	120	1512
106	03055003	Faz. Encerra	Santana do Livramento	RS	76	ANA CPRM	30 41 44	55 50 28	300	1475
107	03055004	Saica	Cacequí	RS	76	ANA CPRM	30 01 46	55 05 32	90	1537
108	03055005	Santa Rita	Santana do Livramento	RS	76	ANA CPRM	30 31 59	55 07 36	200	1539
109	03055007	São Carlos	Rosário do Sul	RS	76	ANA CPRM	30 12 17	55 29 31	160	1549
110	03055008	Passo da Guarda	Quarai	RS	77	ANA CPRM	30 17 35	55 58 41	160	1505
111	03056004	Faz. Junco	Uruguaiana	RS	77	ANA CPRM	30 01 05	56 49 14	80	1454
112	03056006	Harmonía	Alegrete	RS	77	ANA CPRM	30 04 10	56 09 32	140	1588
113	03056007	Caty	Santana do Livramento	RS	77	ANA CPRM	30 31 24	56 12 13	160	1502
114	03057002	Barra do Quarai	Uruguaiana	RS	77	ANA CPRM	30 12 50	57 33 07	40	1329
115	03151002	Pacheca	Camaquã	RS	87	ANA CPRM	31 07 49	51 47 19	5	1399
116	03151003	São Lourenço do Sul	São Lourenço do Sul	RS	87	ANA CPRM	31 22 10	51 59 12	2	1402
117	03151004	Tavares	São José do Norte	RS	87	ANA CPRM	31 17 24	51 05 40		1343
118	03152003	Canguçu	Canguçu	RS	88	ANA CPRM	31 23 28	52 41 50	400	1694
119	03152005	Vila Freire	Pedro Osório	RS	88	ANA CPRM	31 39 15	52 47 48	250	1483
120	03152008	Granja São Pedro	Pelotas	RS	88	ANA CPRM	31 40 07	52 10 49	3	1272

(continua).

Tabela E.1 Estações pluviométricas selecionadas (continuação).

ID	Código ANEEL	Nome da Estação	Município	UF	SB	Responsável / Operadora		Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	PreMéd (mm)
121	03152011	Passo do Mendonça	Cristal	RS	87	ANA	CPRM	31 00 01	52 02 59	40	1364
122	03152016	Ponte Cordeiro de Farias	Pelotas	RS	88	ANA	CPRM	31 34 23	52 27 43	40	1429
123	03153004	Ferraria	Piratini	RS	88	ANA	CPRM	31 44 11	53 03 06	200	1455
124	03153006	Passo da Capela	Piratini	RS	87	ANA	CPRM	31 08 01	53 03 16	120	1424
125	03153008	Pinheiro Machado	Pinheiro Machado	RS	88	ANA	CPRM	31 34 39	53 22 37	440	1489
126	03153017	Torrinhas	Pinheiro Machado	RS	87	ANA	CPRM	31 18 51	53 29 52	420	1445
127	03153021	Estação Experimental	Piratini	RS	88	ANA	CPRM	31 25 48	53 06 22	340	1454
128	03154003	Torquato Severo	Dom Pedrito	RS	76	ANA	CPRM	31 01 43	54 11 04	390	1611
129	03155001	Três Vendas	Dom Pedrito	RS	76	ANA	CPRM	31 16 30	55 02 16	240	1440
130	03252005	Granja Cel.Pedro Osório	Arroio Grande	RS	88	ANA	CPRM	32 00 20	52 39 10	20	1347
131	03252008	Granja Santa Maria	Rio Grande	RS	88	ANA	CPRM	32 24 16	52 33 21	12	1301
132	03252024	Rio Grande - Regatas	Rio Grande	RS	87	ANA	CPRM	32 01 50	52 04 43	5	1192
133	03253001	Arroio Grande	Arroio Grande	RS	88	ANA	CPRM	32 14 11	53 05 16	3	1276
134	03253003	Granja Osório	Santa Vitória do Palmar	RS	88	ANA	CPRM	32 57 09	53 07 08	3	1229
135	03253004	Herval	Herval Grande	RS	88	ANA	CPRM	32 01 40	53 23 55	260	1415

ANEXO F

**PARÂMETROS FÍSIOGRÁFICOS E
HIDROCLIMATOLÓGICOS DAS ESTAÇÕES
FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS**

Tabela F.1 Parâmetros fisiográficos e hidroclimatológicos das estações fluviométricas selecionadas.

ID	Código	Nome da Estação	Curso d'água	Drenagem (km ²)	L (km)	S (m/km)	N	P Anual (mm)
1	70100000	Despraiado	R. Pelotas	528	56	6,5	35	1538
2	70200000	Invernada Velha	R. Pelotas	2841	196	3,3	84	1578
3	70300000	Fazenda Mineira	R. Lava Tudo	1119	73	5,2	38	1605
4	70500000	Coxilha Rica	R. Pelotinhas	548	50	3,5	19	1620
5	70700000	Passo Socorro	R. Pelotas	8400	271	2,8	140	1644
6	71200000	Vila Canoas	R. Canoas	989	105	5,7	23	1560
7	71250000	Ponte Rio João Paulo	R. João Paulo	512	30	4,9	9	1549
8	71300000	Rio Bonito	R. Canoas	1984	135	1,4	29	1551
9	71350000	Encruzilhada	R. Canoas	2980	240	0,8	30	1548
10	71350001	Encruzilhada II	R. Canoas	3360	240	0,8	30	1536
11	71380000	Canoas	R. Canoas	4490	295	0,6	46	1538
12	71383000	Ponte Alta do Sul	R. Canoas	4631	300	0,5	60	1548
13	71385000	Ponte do Rio Antinhas	R. Antinhas	41	10	11,8	1	1538
14	71490000	Ponte Marombas	R. das Marombas	360	55	4,1	12	1551
15	71495000	Ponte do Rio Timbó	Rio Timbó	281	35	6,7	10	1620
16	71496000	Ponte do Rio Correntes	R. Correntes	548	62	3,8	13	1603
17	71498000	Passo Marombas	R. das Marombas	3654	75	3,9	30	1602
18	71550000	Passo Caru	R. Canoas	9868	420	0,7	141	1579
19	71800000	Colonia Santana	R. Canoas	13114	475	0,7	155	1628
20	72300000	Passo do Virgílio	R. Pelotas	29114	453	1,6	252	1769
21	72400000	Passo São Geraldo	R. Forquilha	1499	70	2,9	24	1829
22	72430000	Passo do Granzotto	R. Forquilha	1604	93	2,3	45	1850
23	72530000	Passo do Ligeiro	R. Apuê ou Ligeiro	456	45	5,2	19	1880
24	72580000	Ponte do Rio Tapejara	R. Tapejara	1076	91	3,2	29	1913
25	72630000	Passo Santa Tereza	R. Apuê ou Ligeiro	2775	128	2,5	108	1908
26	72680000	Passo Colombelli	R. Apuê ou Ligeiro	3626	225	1,6	52	1901
27	72715000	Rio Das Antas	R. do Peixe	791	80	4,4	15	1641
28	72750000	Videira	R. do Peixe	1103	101	4,7	24	1709
29	72810000	Tangara	R. do Peixe	1995	141	3,3	37	1681
30	72849000	Joaçaba I	R. do Peixe	3682	*	*	*	1762
31	72870000	Barra do Rio Pardo	Rio Leão	414	70	4,5	31	1752
32	72980000	Rio Uruguai	R. do Peixe	5114	271	2,2	117	1798
33	73010000	Marcelino Ramos	R. Uruguai	41267	513	1,3	276	1850
34	73150000	Jacutinga	R. Jacutinga	780	*	*	*	1889
35	73180000	Engenho Velho	R. Jacutinga	938	130	5,0	55	1907
36	73200000	Itá	R. Uruguai	44350	598	1,3	302	1895
37	73300000	Bonito	R. Irani	630	86	4,8	26	1931
38	73330000	Passo Alto Irani	R. Irani	900	131	3,6	19	1929
39	73350000	Barca Irani	R. Irani	1498	180	3,3	34	1918
40	73480000	Ponte do Rio Passo Fundo	R. Passo Fundo	3709	188	1,9	47	1906
41	73550000	Passo Caxambú	R. Uruguai	52671	708	1,2	331	1916
42	73600000	Abelardo Luz	R. Chapecó	1850	180	3,3	60	1944
43	73610000	Ponte Saudades	R. Saudades	702	45	3,9	12	1920
44	73690001	Coronel Passos Maia	R. Chapecozinho	786	65	5,8	14	1931
45	73700000	Chapecozinho	R. Chapecozinho	1351	130	5,4	44	1959
46	73730000	Porto Elvino	R. Chapecó	5239	290	3,0	74	1940
47	73750000	Porto Fae	R. Chapecó	5528	316	2,8	77	1902
48	73765000	Passo Quilombo	R. do Ouro	282	33	9,0	2	1906
49	73770000	Porto Fae Novo	R. Chapecó	5880	*	*	*	1901
50	73780000	Jardinópolis	R. Três Voltas	626	70	5,4	4	1929
51	73820000	Passo Pio X	R. Burro Branco	992	95	4,7	5	1917
52	73850000	Passo Nova Erechim	R. Chapecó	7535	375	2,8	83	1906
53	73900000	Saudades	R. Saudades	418	38	8,4	10	1932
54	73960000	Barra do Chapecó (Aux.)	R. Chapecó	8267	405	2,5	87	1920
55	73970000	Barra do Chapecó	R. Chapecó	8280	425	2,4	87	1920
56	74100000	Irará	R. Uruguai	62199	798	0,9	347	1937
57	74205000	Linha Cescon	R. Caturete	454	38	5,6	5	1853
58	74210000	Potreiro Bonito	R. da Várzea	3012	196	1,1	41	1865
59	74270000	Passo Rio da Várzea	R. da Várzea	5356	346	0,9	63	1915
60	74295000	Linha Jatai	R. Iracema	339	40	8,8	2	1960

Obs.: (*) sem dados. (continua)

Tabela F.1 Parâmetros fisiográficos e hidroclimatológicos das estações fluviométricas selecionadas (continuação).

ID	Código	Nome da Estação	Curso d'água	Drenagem (km ²)	L (km)	S (m/km)	N	P Anual (mm)
61	74310000	Linha Polaca	R. das Antas	907	75	5,5	10	1991
62	74320000	Ponte do Sargento	R. Sargento	608	69	8,4	10	1948
63	74345000	Ponte Guarita	R. Guarita	749	*	*	*	1788
64	74370000	Palmitinho	R. Guarita	2057	170	2,1	53	1839
65	74420000	São Miguel do Oeste I	R. das Flores	527	108	3,5	7	1999
66	74450000	Engenho	R. Turvo	892	95	1,2	17	1775
67	74460000	Ponte do Rio Turvo	R. Turvo	505	55	1,5	12	1763
68	74470000	Três Passos	R. Turvo	1538	175	1,7	31	1798
69	74600000	Cascata Burica	R. Burica	2265	138	1,3	60	1754
70	74700000	Tucunduva	R. Santa Rosa	1139	125	1,6	32	1739
71	74750000	Linha Cascata	R. Santo Cristo	337	33	4,3	8	1748
72	74800000	Porto Lucena	R. Uruguai	85809	1174	0,7	456	1863
73	74880000	Passo São João	R. Comandai	816	100	1,9	40	1765
74	74900000	Linha União	R. Comandai	1248	165	1,1	58	1779
75	75155000	Passo Faxinal	R. Ijuí	2003	100	2,0	20	1758
76	75185000	Ponte Nova do Potiribu	R. Potiribu	629	60	1,8	28	1731
77	75200000	Conceição	R. Conceição	805	68	2,1	30	1721
78	75205000	Ponte Nova do Conceição	R. Conceição	966	93	1,5	48	1703
79	75230000	Santo Ângelo	R. Ijuí	5414	236	1,1	53	1729
80	75270000	Ponte Queimada	R. Ijuizinho	939	53	1,3	39	1743
81	75295000	Colônia Mousquer	R. Ijuizinho	2131	180	1,0	90	1725
82	75300000	Passo Viola	R. Ijuí	8883	327	0,8	72	1754
83	75320000	Ponte Mística	R. Ijuí	9426	364	0,8	88	1776
84	75350000	Passo Florida	R. Ijuí	10033	*	*	*	1784
85	75400000	Passo do Dias	R. Piratinim	936	70	2,0	24	1730
86	75430000	Passo Major Zeferino	Arroio Inhacapetum	890	73	1,6	28	1733
87	75450000	Passo Santa Maria	R. Piratinim	3277	175	1,3	56	1730
88	75500000	Passo do Sarmento	R. Piratinim	5281	303	0,7	92	1780
89	75550000	Garruchos	R. Uruguai	104162	1274	0,7	490	*
90	75700000	Passo do Novo	R. Icamaquã	3700	165	1,4	65	1759
91	76085000	Cachoeira 5 Veados	R. Toropi	1635	73	3,2	22	1751
92	76100000	Vila Clara	R. Toropi	2783	116	2,9	43	1748
93	76120000	Ponte Toropi	R. Toropi	3310	153	2,2	61	1717
94	76200000	Passo Santa Vitória	R. Ibicuí	5679	*	*	*	1672
95	76250000	Dom Pedrito	R. Santa Maria	2101	*	*	*	1517
96	76300000	Ponte Ibicuí da Armada	R. Ibicuí da Armada	6005	166	0,4	60	1501
97	76310000	Rosário do Sul	R. Santa Maria	12077	225	0,3	77	1542
98	76360001	Azevedo Sodre	R. Cacequí	1220	33	2,2	13	1558
99	76380000	Cacequí	R. Cacequí	1826	75	1,3	29	1556
100	76440000	Jaguari	R. Jaguarari	2296	165	1,9	57	1756
101	76460000	Ernesto Alves	R. Jaguarizinho	933	65	2,7	33	1779
102	76470000	Passo do Jaguarizinho	R. Jaguarizinho	1345	*	*	*	1763
103	76490000	Passo do Loreto	R. Jaguarari	4578	210	1,7	75	1689
104	76500000	Jacaquã	R. Ibicuí	27771	420	0,4	221	1571
105	76550000	Ponte do Miracatu	A. Miracatu	376	38	2,8	22	1678
106	76560000	Manoel Viana	R. Ibicuí	29321	*	*	*	1628
107	76600000	Passo do Itaum	R. Ibicuí	31008	495	0,2	238	1607
108	76630000	Cachoeira Santa Cecília	R. Itú	1558	88	1,3	44	1714
109	76650000	Passo da Cachoeira	R. Itú	2562	125	0,9	52	1636
110	76700000	Passo dos Britos	R. Ibirapuitã	3194	*	*	*	1518
111	76742000	Passo do Osório	A. Cavera	1163	78	1,5	33	1550
112	76750000	Alegrete	R. Ibirapuitã	5942	200	0,7	53	1563
113	76800000	Passo Mariano Pinto	R. Ibicuí	42498	540	0,2	264	1627
114	77150000	Uruguaiana	R. Uruguai	163547	1561	0,5	541	1528
115	77500000	Quaraí	R. Quaraí	2878	*	*	*	*
116	85400000	Dona Francisca	R. Jacuí	14014	*	*	*	1761
117	85438000	Restinga Seca	R. Vacacaf-Mirim	914	63	2,3	64	1693
118	85460000	Santa Brígida	R. Vacacaf	771	*	*	*	1534
119	85470000	Ponte São Gabriel	R. Vacacaf	973	78	2,0	60	1525
120	85480000	Passo do Rocha	R. Vacacaf	2968	128	0,8	154	1543

Obs.: (*) sem dados. (continua)

Tabela F.1 Parâmetros fisiográficos e hidroclimatológicos das estações fluviométricas selecionadas (continuação).

ID	Código	Nome da Estação	Curso d'água	Drenagem (km ²)	L (km)	S (m/km)	N	P Anual (mm)
121	85580000	Passo do Verde	R. Vacacaí	5343	*	*	*	1624
122	85600000	Passo das Tunas	R. Vacacaí	6790	285	0,5	413	1662
123	85610000	Passo do Freire	A. São Sepé	62	*	*	*	1524
124	85615000	Passo do Lajeado	Lajeado da Cria	69	*	*	*	1533
125	85620000	Pulqueria	R. São Sepé	618	75	2,5	27	1534
126	85623000	São Sepé - Montante	R. São Sepé	721	*	*	*	1528
127	85630000	Passo São Sepé	R. São Sepé	732	*	*	*	1515
128	85642000	Passo São Lourenço	R. Jacuí	27416	*	*	*	1609
129	85650000	Cachoeira	R. Jacuí	30753	*	*	*	1493
130	85730000	Passo Linha do Rio	R. Pardo	1228	*	*	*	1682
131	85740000	Candelária	R. Pardo	1376	*	*	*	1679
132	85780000	Passo do Meio	R. Pardo	2074	135	1,4	123	1605
133	85830000	Santa Cruz-Montante	R. Pardinho	784	68	5,9	53	1608
134	85850000	Santa Cruz	R. Pardinho	827	75	5,7	56	1533
135	85900000	Rio Pardo	R. Jacuí	38753	394	0,8	2553	1645
136	86100000	Passo do Gabriel	R. das Antas	1725	98	3,5	154	1586
137	86160000	Passo Tainhas	R. Tainhas	1107	84	3,6	124	1583
138	86340000	Ponte Santa Rita	R. Santa Rita	314	*	*	*	1779
139	86410000	Passo Barra do Guaiaveira	R. Turvo	2839	123	4,5	345	1769
140	86420000	Ponte do Prata	R. Prata	319	40	3,2	32	1773
141	86440000	Passo do Prata	R. Prata	3622	*	*	*	1727
142	86480000	Passo Migliavaca	R. Carreiro	1250	73	4,1	142	1814
143	86500000	Passo Carreiro	R. Carreiro	1829	179	2,1	184	1728
144	86510000	Muçum	R. Taquarí	15826	366	2,4	1493	1607
145	86560000	Linha Colombo	R. Guaporé	1980	*	*	*	1766
146	86580000	Santa Lucia	R. Guaporé	2382	181	3,1	287	1604
147	86700000	Ponte Jacaré	A. Jacaré	432	43	12,4	25	1556
148	86720000	Encantado	R. Taquarí	19200	*	*	*	1505
149	86745000	Passo do Coimbra	R. Forqueta	780	95	6,7	73	1665
150	87040000	Passo do Raso	R. Jacuí	71454	*	*	*	1445
151	87160000	Nova Palmira	R. Caí	2017	*	*	*	1602
152	87170000	Barca do Caí	R. Caí	3097	*	*	*	1557
153	87250000	Costa do Rio Cadeia	R. Cadeia	865	*	*	*	1525
154	87316000	Barra dos Cornelios	R. dos Cornelios	911	*	*	*	1602
155	87317030	Maquiné	R. Maquiné	444	*	*	*	1557
156	87317060	Barra do João Pedro - Mont.	R. São Pedro	1718	*	*	*	1565
157	87372000	Igrejinha	R. Santa Maria	476	*	*	*	1537
158	87380000	Campo Bom	R. dos Sinos	2864	109	0,7	305	1466
159	87382000	São Leopoldo	R. dos Sinos	3131	*	*	*	1430
160	87399000	Passo das Canoas Aux.	R. Gravataí	1427	*	*	*	1344
161	87400000	Passo das Canoas	R. Gravataí	1660	*	*	*	1376
162	87590000	Passo do Cacao	R. Camaquã	4069	*	*	*	1518
163	87865000	Dom Feliciano	Arroio Sutil	435	*	*	*	1436
164	87905000	Passo do Mendonca	R. Camaquã	15543	360	0,5	404	1475
165	88220000	Picada da Areia	R. Jaguarão	4924	*	*	*	*
166	88550000	Ponte do Império	R. Piratini	1873	*	*	*	1487
167	88575000	Cerro Chato	A. Basílio	1043	*	*	*	1452
168	88680000	Passo do Ricardo	R. Piratini	5370	*	*	*	1458
169	88750000	Passo dos Carros	A. Fragata	133	*	*	*	1414
170	88850000	Ponte Cordeiro de Farias	A. Pelotas	362	*	*	*	1554

Obs.: (*) sem dados.

ANEXO G

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DAS SÉRIES DE VAZÕES

Tabela G.1 Parâmetros estatísticos das séries de descargas selecionadas.

ID	Código da ANEEL	Nome da Estação	Área de Drenagem (km ²)	Descarga média anual de longo prazo				Descarga média anual de cheia			
				N.Obs.	Média	Variância Amostral	C.V.	N.Obs.	Média	Variância Amostral	C.V.
1	70100000	Despraiado	528	26	16,6	27	31%	27	238,4	9459	41%
2	70200000	Invernada Velha	2841	38	79,3	719	34%	39	1356,3	613464	58%
3	70300000	Fazenda Mineira	1119	56	29,2	128	39%	59	498,3	77873	56%
4	70500000	Coxilha Rica	548	56	18,6	86	50%	56	339,7	36486	56%
5	70700000	Passo Socorro	8400	56	201,4	5441	37%	59	2211,2	1298201	52%
6	71200000	Vila Canoas	989	38	30,7	122	36%	40	188,7	2485	26%
7	71250000	Ponte Rio João Paulo	512	36	13,1	12	27%	34	99,7	567	24%
8	71300000	Rio Bonito	1984	55	52,0	361	37%	33	161,9	1010	20%
9	71350000	Encruzilhada	2980	33	79,9	1119	42%	33	338,1	26748	48%
10	71350001	Encruzilhada II	3360	15	93,0	962	33%	11	323,9	5350	23%
11	71380000	Canoas	4490					15	401,3	24025	39%
12	71383000	Ponte Alta do Sul	4631	42	114,9	1466	33%	45	480,7	31277	37%
13	71385000	Ponte do Rio Antinhas	41	11	0,7	0	45%	14	7,0	14	54%
14	71490000	Ponte Marombas	360	37	9,8	11	33%	34	96,1	2194	49%
15	71495000	Ponte do Rio Timbó	281	9	4,4	2	34%	9	38,6	164	33%
16	71496000	Ponte do Rio Correntes	548	16	11,7	14	32%	20	72,2	1420	52%
17	71498000	Passo Marombas	3654	60	86,8	1510	45%	62	659,7	148330	58%
18	71550000	Passo Caru	9868	51	252,3	11323	42%				
19	71800000	Colônia Santana	13114	19	284,7	7939	31%	21	1980,5	1332712	58%
20	72300000	Passo do Virgílio	29114	17	747,1	56051	32%	20	4836,2	7086071	55%
21	72400000	Passo São Geraldo	1499	20	31,6	159	40%	21	271,5	6506	30%
22	72430000	Passo do Granzotto	1604	45	42,0	256	38%	46	366,3	15438	34%
23	72530000	Passo do Ligeiro	456	41	14,0	32	40%	44	181,7	9132	53%
24	72580000	Ponte do Rio Tapejara	1076	32	31,1	131	37%	33	390,2	25197	41%
25	72630000	Passo Santa Tereza	2775	43	70,8	619	35%	45	822,4	140302	46%
26	72680000	Passo Colombelli	3626	62	97,6	1867	44%	63	1191,0	460158	57%
27	72715000	Rio Das Antas	791	20	23,1	77	38%				
28	72750000	Videira	1103	22	29,6	259	54%	23	381,1	35897	50%
29	72810000	Tangara	1995	25	51,2	386	38%	26	765,4	165936	53%
30	72849000	Joaçaba I	3682	17	107,6	1293	33%	15	1386,7	327991	41%
31	72870000	Barra do Rio Pardo	414	25	12,4	37	49%				
32	72980000	Rio Uruguai	5114	59	116,1	2267	41%	60	1517,7	621978	52%
33	73010000	Marcelino Ramos	41267	57	907,6	128020	39%	59	8168,3	24617844	61%
34	73150000	Jacutinga	780					15	199,5	2430	25%
35	73180000	Engenho Velho	938	45	24,8	98	40%	47	385,1	28998	44%
36	73200000	Itá	44350	37	957,0	86226	31%	43	8550,4	17584531	49%
37	73300000	Bonito	630	46	19,2	52	38%	44	187,6	4697	37%
38	73330000	Passo Alto Irani	900	43	30,0	149	41%	44	355,4	40801	57%
39	73350000	Barca Iraní	1498	29	53,9	406	37%	33	561,3	57977	43%
40	73480000	Ponte do Rio Passo Fundo	3709	32	97,7	1547	40%	34	791,4	329780	73%
41	73550000	Passo Caxambú	52671	56	1172,0	162016	34%	63	10305,1	34859205	57%
42	73600000	Abelardo Luz	1850	45	64,0	646	40%	42	425,7	40273	47%
43	73610000	Ponte Saudades	702	7	19,3	162	66%	9	467,8	119914	74%
44	73690001	Coronel Passos Maia	786	26	24,8	119	44%	25	296,3	35899	64%
45	73700000	Chapecozinho	1351	24	33,0	163	39%	26	267,6	14556	45%
46	73730000	Porto Elvino	5239	9	148,0	2615	35%				
47	73750000	Porto Fae	5528	18	150,5	2362	32%	18	1437,9	452738	47%
48	73765000	Passo Quilombo	282	25	8,9	20	51%	27	218,7	21982	68%
49	73770000	Porto Fae Novo	5880	19	185,5	4659	37%	21	1534,4	292073	35%
50	73780000	Jardinópolis	626	23	18,8	71	45%	27	456,8	50421	49%
51	73820000	Passo Pio X	992	38	27,4	138	43%	43	456,1	40272	44%
52	73850000	Passo Nova Erechim	7535	26	194,4	6854	43%	27	1969,7	1182123	55%
53	73900000	Saudades	418	39	13,8	33	42%	42	161,9	4155	40%
54	73960000	Barra do Chapecó (Aux.)	8267	24	236,3	9129	40%	29	2380,4	1114847	44%
55	73970000	Barra do Chapecó	8280	17	237,5	6944	35%	19	2041,0	734578	42%
56	74100000	Iraí	62199	43	1583,5	362233	38%	56	12698,8	58180607	60%
57	74205000	Linha Cescon	454	43	11,2	20	40%	43	188,8	5463	39%
58	74210000	Potreiro Bonito	3012	13	94,1	2165	49%	15	895,6	188176	48%
59	74270000	Passo Rio da Várzea	5356	60	151,6	5514	49%	61	2168,2	1413658	55%
60	74295000	Linha Jataí	339	21	10,2	16	40%	27	178,8	10114	56%

(continua)

Tabela G.1 Parâmetros estatísticos das séries de descargas selecionadas (continuação).

ID	Código da ANEEL	Nome da Estação	Área de Drenagem (km ²)	Descarga média anual de longo prazo				Descarga média anual de cheia			
				N.Obs.	Média	Variância Amostral	C.V.	N.Obs.	Média	Variância Amostral	C.V.
61	74310000	Linha Polaca	907					9	434,6	70187	61%
62	74320000	Ponte do Sargento	608	35	19,0	68	43%	37	366,0	67286	71%
63	74345000	Ponte Guarita	749	14	15,3	66	53%	15	90,6	4320	73%
64	74370000	Palmitinho	2057	38	66,1	730	41%	39	640,6	100811	50%
65	74420000	São Miguel do Oeste I	527	8	8,5	5	25%	10	136,3	1251	26%
66	74450000	Engenho	892	19	16,3	51	44%	19	89,2	1922	49%
67	74460000	Ponte do Rio Turvo	505	26	15,8	28	34%	27	59,7	461	36%
68	74470000	Três Passos	1538	37	43,4	341	42%	39	384,6	35124	49%
69	74600000	Cascata Burica	2265	55	53,9	651	47%	54	616,5	57475	39%
70	74700000	Tucunduva	1139	59	29,4	195	47%	60	271,1	17182	48%
71	74750000	Linha Cascata	337	37	8,8	13	42%	39	141,0	3856	44%
72	74800000	Porto Lucena	85809	16	1906,3	326723	30%	25	17662,2	72632804	48%
73	74880000	Passo São João	816	57	20,8	73	41%	61	203,2	5094	35%
74	74900000	Linha União	1248	31	38,3	317	47%	33	395,4	8194	23%
75	75155000	Passo Faxinal	2003	61	52,7	446	40%	58	419,6	57140	57%
76	75185000	Ponte Nova do Potiribu	629	32	16,3	38	38%	33	133,0	8061	67%
77	75200000	Conceição	805	52	21,2	81	42%	55	177,7	3872	35%
78	75205000	Ponte Nova do Conceição	966	24	26,9	106	38%	24	222,3	8183	41%
79	75230000	Santo Ângelo	5414	55	137,3	3564	43%	56	958,9	510650	75%
80	75270000	Ponte Queimada	939	9	24,3	153	51%	9	313,4	60093	78%
81	75295000	Colônia Mousquer	2131	23	67,3	788	42%	23	616,8	51705	37%
82	75300000	Passo Viola	8883	28	192,4	6993	43%	28	1322,9	328539	43%
83	75320000	Ponte Mística	9426	38	261,8	12011	42%	39	1523,3	409566	42%
84	75350000	Passo Florida	10033					7	1316,0	108336	25%
85	75400000	Passo do Dias	936	51	26,2	140	45%	51	525,3	88463	57%
86	75430000	Passo Major Zeferino	890	36	19,5	65	41%	37	330,9	24046	47%
87	75450000	Passo Santa Maria	3277	39	86,9	1377	43%	40	994,5	262716	52%
88	75500000	Passo do Sarmento	5281	56	122,3	2960	44%	56	1056,4	246958	47%
89	75550000	Garruchos	104162	25	2761,4	896246	34%	27	17125,9	64089256	47%
90	75700000	Passo do Novo	3700	18	88,2	2207	53%	21	1360,5	871572	69%
91	76085000	Cachoeira 5 Veados	1635	19	45,4	380	43%	20	768,5	59245	32%
92	76100000	Vila Clara	2783	54	60,7	857	48%	54	861,0	94346	36%
93	76120000	Ponte Toropi	3310	19	63,8	672	41%	28	636,5	40941	32%
94	76200000	Passo Santa Vitória	5679					23	794,6	38245	25%
95	76250000	Dom Pedrito	2101					25	155,6	1847	28%
96	76300000	Ponte Ibicuí da Armada	6005	8	105,0	2882	51%	31	791,2	115953	43%
97	76310000	Rosário do Sul	12077	30	219,0	10644	47%	33	1936,2	1213937	57%
98	76360001	Azevedo Sodre	1220	7	24,9	144	48%	11	297,3	7838	30%
99	76380000	Cacequí	1826	30	32,7	443	64%	40	368,7	78805	76%
100	76440000	Jaguari	2296	53	58,9	549	40%	58	944,2	201843	48%
101	76460000	Ernesto Alves	933	35	27,0	103	38%	39	532,2	73315	51%
102	76470000	Passo do Jaguarzinho	1345					10	304,4	2354	16%
103	76490000	Passo do Loreto	4578	15	95,2	1839	45%	29	1098,0	232090	44%
104	76500000	Jacaquã	27771	15	561,1	54573	42%	36	2475,8	849261	37%
105	76550000	Ponte do Miracatu	376	11	10,0	5	22%	14	84,0	1147	40%
106	76560000	Manoel Viana	29321	24	591,1	70883	45%	30	2936,4	1340661	39%
107	76600000	Passo do Itaum	31008	12	538,9	62680	46%	16	2604,3	1257496	43%
108	76630000	Cachoeira Santa Cecília	1558					7	289,3	6332	28%
109	76650000	Passo da Cachoeira	2562	30	58,1	323	31%	36	514,5	102891	62%
110	76700000	Passo dos Britos	3194					19	482,2	19838	29%
111	76742000	Passo do Osório	1163					21	344,2	22716	44%
112	76750000	Alegrete	5942	49	118,6	2808	45%	58	994,2	95239	31%
113	76800000	Passo Mariano Pinto	42498	35	879,3	152214	44%	41	4119,4	3028600	42%
114	77150000	Uruguaiana	163547	26	4646,3	2225939	32%				
115	77500000	Quaraí	2878	12	87,6	1582	45%	17	1195,2	266177	43%
116	85400000	Dona Francisca (PCD INPE)	14014	60	336,2	23335	45%				
117	85438000	Restinga Seca	914	16	27,7	154	45%	23	257,8	10734	40%
118	85460000	Santa Brígida	771	23	9,4	27	56%	31	105,4	1361	35%
119	85470000	Ponte São Gabriel	973	31	18,1	67	45%	34	333,4	33796	55%
120	85480000	Passo do Rocha	2968	27	55,3	656	46%	31	530,2	58283	46%

(continua)

Tabela G.1 Parâmetros estatísticos das séries de descargas selecionadas (continuação).

ID	Código da ANEEL	Nome da Estação	Área de Drenagem (km ²)	Descarga média anual de longo prazo				Descarga média anual de cheia			
				N.Obs.	Média	Variância Amostral	C.V.	N.Obs.	Média	Variância Amostral	C.V.
121	85580000	Passo do Verde	5343	12	74,2	1321	49%	17	490,0	19871	29%
122	85600000	Passo das Tunas	6790	52	111,9	3881	56%	59	753,3	77333	37%
123	85610000	Passo do Freire	62	17	1,6	0	45%	18	51,5	695	51%
124	85615000	Passo do Lajeado	69					12	61,1	760	45%
125	85620000	Pulqueria	618	18	9,2	21	50%	19	230,0	8290	40%
126	85623000	São Sepé - Montante	721	16	16,0	36	38%	17	230,7	7512	38%
127	85630000	Passo São Sepé	732	31	11,6	41	55%	16	238,2	6981	35%
128	85642000	Passo São Lourenço	27416	18	684,9	42057	30%				
129	85650000	Cachoeira	30753					12	2812,3	1586815	45%
130	85730000	Passo Linha do Rio	1228	12	31,0	129	37%	16	502,5	47615	43%
131	85740000	Candelária	1376					16	576,3	18562	24%
132	85780000	Passo do Meio	2074					14	208,2	3737	29%
133	85830000	Santa Cruz-Montante	784	17	21,9	28	24%				
134	85850000	Santa Cruz	827	20	15,2	20	30%	25	143,2	1435	26%
135	85900000	Rio Pardo	38753	50	819,9	153721	48%	53	3740,3	2670578	44%
136	86100000	Passo do Gabriel	1725	54	40,1	158	31%	60	546,5	73295	50%
137	86160000	Passo Tainhas	1107	57	24,5	97	40%	58	410,6	32973	44%
138	86340000	Ponte Santa Rita	314	15	8,4	15	45%	24	71,1	846	41%
139	86410000	Passo Barra do Guaiaveira	2839	42	69,7	671	37%	45	1008,6	338427	58%
140	86420000	Ponte do Prata	319	38	9,4	11	35%	41	102,7	2482	49%
141	86440000	Passo do Prata	3622	61	86,7	1265	41%	62	1344,2	732124	64%
142	86480000	Passo Migliavaca	1250	40	32,6	138	36%	44	503,2	40011	40%
143	86500000	Passo Carreiro	1829	52	42,3	267	39%	56	706,6	137846	53%
144	86510000	Muçum	15826	53	359,8	22701	42%				
145	86560000	Linha Colombo	1980	53	47,3	391	42%	59	706,1	111984	47%
146	86580000	Santa Lucia	2382	51	62,9	671	41%	59	1011,4	342606	58%
147	86700000	Ponte Jacaré	432	51	10,7	30	52%	56	273,5	29548	63%
148	86720000	Encantado	19200	36	436,7	33595	42%				
149	86745000	Passo do Coimbra	780	34	24,4	80	37%	38	611,1	93392	50%
150	87040000	Passo do Raso	71454					13	6603,5	5626494	36%
151	87160000	Nova Palmira	2017	50	36,5	276	45%	55	570,1	54836	41%
152	87170000	Barca do Caf	3097	46	61,0	500	37%	55	780,0	105420	42%
153	87250000	Costa do Rio Cadeia	865	19	20,5	48	34%	23	213,7	3585	28%
154	87316000	Barra dos Cornelios	911					14	51,1	179	26%
155	87317030	Maquiné	444	12	13,9	10	23%	20	182,6	3416	32%
156	87317060	Barra do João Pedro - Mont.	1718	17	48,8	318	37%	21	95,3	910	32%
157	87372000	Igrejinha	476	12	7,0	5	33%	14	84,0	383	23%
158	87380000	Campo Bom	2864	54	67,6	582	36%	54	370,9	17601	36%
159	87382000	São Leopoldo	3131	21	91,4	760	30%	27	566,4	110912	59%
160	87399000	Passo das Canoas Aux.	1427	25	21,2	54	35%	25	115,6	2490	43%
161	87400000	Passo das Canoas	1660	55	24,0	129	47%	55	134,8	4800	51%
162	87590000	Passo do Cacao	4069	15	77,5	1345	47%				
163	87865000	Dom Feliciano	435	14	11,1	20	40%				
164	87905000	Passo do Mendonca	15543	33	337,6	24600	46%	36	2844,3	1363553	41%
165	88220000	Picada da Areia	4924					21	758,7	86639	39%
166	88550000	Ponte do Império	1873	11	37,3	244	42%	12	649,3	61018	38%
167	88575000	Cerro Chato	1043	16	23,7	113	45%				
168	88680000	Passo do Ricardo	5370	17	99,0	2102	46%	20	1773,4	612559	44%
169	88750000	Passo dos Carros	133	34	2,9	2	42%	36	61,1	635	41%
170	88850000	Ponte Cordeiro de Farias	362	35	10,7	19	41%	36	241,5	9706	41%

ANEXO H

**ANÁLISE DE INDEPENDÊNCIA TEMPORAL DAS SÉRIES
DE VAZÕES**

Tabela H.1 Função de autocorrelação das séries utilizadas.

ID	Código da ANEEL	Vazões médias anuais				Vazões máximas anuais			
		Núm. Obs.	Int.Conf. 95% (r_k)		r_k (k=1)	Núm. Obs.	Int.Conf. 95% (r_k)		r_k (k=1)
			Lim.Inf.	Lim.Sup.			Lim.Inf.	Lim.Sup.	
1	70100000	26	-0,424	0,344	0,005	27	-0,415	0,338	-0,225
2	70200000	38	-0,345	0,291	0,096	39	-0,340	0,287	0,054
3	70300000	56	-0,280	0,244	0,236	59	-0,272	0,238	0,166
4	70500000	56	-0,280	0,244	0,191	56	-0,280	0,244	0,201
5	70700000	56	-0,280	0,244	0,141	59	-0,272	0,238	0,290 ++
6	71200000	38	-0,345	0,291	0,002	40	-0,335	0,284	0,110
7	71250000	36	-0,355	0,298	-0,139	34	-0,366	0,306	0,090
8	71300000	55	-0,283	0,246	0,207	33	-0,372	0,310	0,109
9	71350000	33	-0,372	0,310	0,073	33	-0,372	0,310	0,191
10	71350001	15	-0,576	0,433	-0,296	11	-0,688	0,488	-0,256
11	71380000					15	-0,576	0,433	0,112
12	71383000	42	-0,327	0,278	-0,112	45	-0,315	0,269	-0,037
13	71385000	11	-0,688	0,488	-0,004	14	-0,599	0,445	-0,077
14	71490000	37	-0,350	0,294	-0,097	34	-0,366	0,306	-0,224
15	71495000	9	-0,773	0,523	-0,163	9	-0,773	0,523	0,027
16	71496000	16	-0,556	0,422	-0,360	20	-0,490	0,385	-0,154
17	71498000	60	-0,270	0,236	0,315 ++	62	-0,265	0,232	0,297 ++
18	71550000	51	-0,294	0,254	0,104				
19	71800000	19	-0,505	0,393	-0,065	21	-0,477	0,377	0,087
20	72300000	17	-0,537	0,412	0,231	20	-0,490	0,385	0,057
21	72400000	20	-0,490	0,385	-0,112	21	-0,477	0,377	-0,254
22	72430000	45	-0,315	0,269	0,031	46	-0,311	0,267	0,158
23	72530000	41	-0,331	0,281	0,230	44	-0,319	0,272	0,240
24	72580000	32	-0,379	0,314	0,133	33	-0,372	0,310	0,176
25	72630000	43	-0,323	0,275	0,065	45	-0,315	0,269	0,118
26	72680000	62	-0,265	0,232	0,256 ++	63	-0,263	0,231	0,530 ++
27	72715000	20	-0,490	0,385	0,198				
28	72750000	22	-0,465	0,370	0,178	23	-0,454	0,363	-0,100
29	72810000	25	-0,433	0,350	0,019	26	-0,424	0,344	0,085
30	72849000	17	-0,537	0,412	-0,100	15	-0,576	0,433	-0,449
31	72870000	25	-0,433	0,350	0,035				
32	72980000	59	-0,272	0,238	0,135	60	-0,270	0,236	0,125
33	73010000	57	-0,277	0,242	0,244 ++	59	-0,272	0,238	0,108
34	73150000					15	-0,576	0,433	-0,220
35	73180000	45	-0,315	0,269	0,004	47	-0,308	0,264	-0,067
36	73200000	37	-0,350	0,294	-0,143	43	-0,323	0,275	-0,165
37	73300000	46	-0,311	0,267	0,020	44	-0,319	0,272	0,033
38	73330000	43	-0,323	0,275	0,157	44	-0,319	0,272	-0,078
39	73350000	29	-0,399	0,328	0,047	33	-0,372	0,310	-0,023
40	73480000	32	-0,379	0,314	0,095	34	-0,366	0,306	0,047
41	73550000	56	-0,280	0,244	0,047	63	-0,263	0,231	0,021
42	73600000	45	-0,315	0,269	0,279 ++	42	-0,327	0,278	0,080
43	73610000	7	-0,897	0,564	0,014	9	-0,773	0,523	0,274
44	73690001	26	-0,424	0,344	0,067	25	-0,433	0,350	0,239
45	73700000	24	-0,443	0,356	0,020	26	-0,424	0,344	0,039
46	73730000	9	-0,773	0,523	0,264				
47	73750000	18	-0,520	0,402	0,056	18	-0,520	0,402	0,000
48	73765000	25	-0,433	0,350	-0,040	27	-0,415	0,338	-0,078
49	73770000	19	-0,505	0,393	-0,004	21	-0,477	0,377	-0,142
50	73780000	23	-0,454	0,363	0,065	27	-0,415	0,338	0,029
51	73820000	38	-0,345	0,291	0,056	43	-0,323	0,275	0,025
52	73850000	26	-0,424	0,344	0,053	27	-0,415	0,338	0,022
53	73900000	39	-0,340	0,287	0,048	42	-0,327	0,278	0,080
54	73960000	24	-0,443	0,356	0,017	29	-0,399	0,328	0,138
55	73970000	17	-0,537	0,412	0,057	19	-0,505	0,393	0,112
56	74100000	43	-0,323	0,275	0,260	56	-0,280	0,244	0,041
57	74205000	43	-0,323	0,275	0,113	43	-0,323	0,275	0,412 ++
58	74210000	13	-0,625	0,458	0,293	15	-0,576	0,433	0,119
59	74270000	60	-0,270	0,236	0,170	61	-0,268	0,234	0,109
60	74295000	21	-0,477	0,377	0,347	27	-0,415	0,338	0,054

(++) Estação fluviométrica com correlação serial ou autocorrelação significativa, ao nível de significância de 5%. (continua).

Tabela H.1 Função de autocorrelação das séries utilizadas (continuação).

ID	Código da ANEEL	Vazões médias anuais				Vazões máximas anuais			
		Núm. Obs.	Int.Conf. 95% (r_k)		r_k (k=1)	Núm. Obs.	Int.Conf. 95% (r_k)		r_k (k=1)
			Lim.Inf.	Lim.Sup.			Lim.Inf.	Lim.Sup.	
61	74310000								
62	74320000	35	-0,361	0,302	0,167	9	-0,773	0,523	0,146
63	74345000	14	-0,599	0,445	0,197	37	-0,350	0,294	-0,097
64	74370000	38	-0,345	0,291	0,176	15	-0,576	0,433	0,203
65	74420000	8	-0,829	0,543	0,374	39	-0,340	0,287	0,115
66	74450000	19	-0,505	0,393	0,535	10	-0,727	0,505	-0,191
67	74460000	26	-0,424	0,344	-0,071	19	-0,505	0,393	0,343
68	74470000	37	-0,350	0,294	0,104	27	-0,415	0,338	-0,271
69	74600000	55	-0,283	0,246	0,200	39	-0,340	0,287	0,028
70	74700000	59	-0,272	0,238	0,302	54	-0,286	0,248	0,203
71	74750000	37	-0,350	0,294	-0,002	60	-0,270	0,236	0,246
72	74800000	16	-0,556	0,422	-0,420	39	-0,340	0,287	0,080
73	74880000	57	-0,277	0,242	0,015	25	-0,433	0,350	-0,326
74	74900000	31	-0,385	0,318	0,002	61	-0,268	0,234	0,002
75	75155000	61	-0,268	0,234	0,197	33	-0,372	0,310	0,157
76	75185000	32	-0,379	0,314	0,109	58	-0,275	0,240	-0,131
77	75200000	52	-0,291	0,252	0,056	33	-0,372	0,310	-0,124
78	75205000	24	-0,443	0,356	0,125	55	-0,283	0,246	0,156
79	75230000	55	-0,283	0,246	0,152	24	-0,443	0,356	-0,022
80	75270000	9	-0,773	0,523	0,172	56	-0,280	0,244	0,006
81	75295000	23	-0,454	0,363	0,251	9	-0,773	0,523	0,228
82	75300000	28	-0,407	0,333	0,236	23	-0,454	0,363	-0,040
83	75320000	38	-0,345	0,291	0,087	28	-0,407	0,333	0,049
84	75350000					39	-0,340	0,287	0,129
85	75400000	51	-0,294	0,254	0,183	7	-0,897	0,564	0,019
86	75430000	36	-0,355	0,298	0,139	51	-0,294	0,254	0,014
87	75450000	39	-0,340	0,287	-0,052	37	-0,350	0,294	0,375
88	75500000	56	-0,280	0,244	0,154	40	-0,335	0,284	0,024
89	75550000	25	-0,433	0,350	-0,125	56	-0,280	0,244	0,044
90	75700000	18	-0,520	0,402	0,456	27	-0,415	0,338	-0,350
91	76085000	19	-0,505	0,393	0,167	21	-0,477	0,377	0,282
92	76100000	54	-0,286	0,248	0,193	20	-0,490	0,385	0,238
93	76120000	19	-0,505	0,393	0,208	54	-0,286	0,248	0,212
94	76200000					28	-0,407	0,333	-0,125
95	76250000					23	-0,454	0,363	0,213
96	76300000	8	-0,829	0,543	0,291	25	-0,433	0,350	-0,026
97	76310000	30	-0,392	0,323	0,130	31	-0,385	0,318	-0,015
98	76360001	7	-0,897	0,564	-0,145	33	-0,372	0,310	0,131
99	76380000	30	-0,392	0,323	0,222	11	-0,688	0,488	-0,365
100	76440000	53	-0,288	0,250	0,299	40	-0,335	0,284	-0,040
101	76460000	35	-0,361	0,302	0,187	58	-0,275	0,240	0,018
102	76470000					39	-0,340	0,287	0,154
103	76490000	15	-0,576	0,433	0,239	10	-0,727	0,505	-0,370
104	76500000	15	-0,576	0,433	0,200	29	-0,399	0,328	-0,036
105	76550000	11	-0,688	0,488	0,049	36	-0,355	0,298	-0,028
106	76560000	24	-0,443	0,356	0,134	14	-0,599	0,445	-0,001
107	76600000	12	-0,654	0,473	0,224	30	-0,392	0,323	0,141
108	76630000					16	-0,556	0,422	-0,110
109	76650000	30	-0,392	0,323	0,081	7	-0,897	0,564	0,245
110	76700000					36	-0,355	0,298	0,347
111	76742000					19	-0,505	0,393	0,073
112	76750000	49	-0,301	0,259	0,069	21	-0,477	0,377	0,135
113	76800000	35	-0,361	0,302	0,118	58	-0,275	0,240	0,242
114	77150000	26	-0,424	0,344	-0,165	41	-0,331	0,281	0,006
115	77500000	12	-0,654	0,473	-0,199				
116	85400000	60	-0,270	0,236	0,350	17	-0,537	0,412	-0,013
117	85438000	16	-0,556	0,422	0,086				
118	85460000	23	-0,454	0,363	0,415	23	-0,454	0,363	0,047
119	85470000	31	-0,385	0,318	0,085	31	-0,385	0,318	0,349
120	85480000	27	-0,415	0,338	-0,019	34	-0,366	0,306	0,047
						31	-0,385	0,318	-0,084

(++) Estação fluviométrica com correlação serial ou autocorrelação significativa, ao nível de significância de 5%. (continua).

Tabela H.1 Função de autocorrelação das séries utilizadas (continuação).

ID	Código da ANEEL	Vazões médias anuais					Vazões máximas anuais				
		Núm. Obs.	Int.Conf. 95% (r_k)		r_k (k=1)		Núm. Obs.	Int.Conf. 95% (r_k)		r_k (k=1)	
			Lim.Inf.	Lim.Sup.				Lim.Inf.	Lim.Sup.		
121	85580000	12	-0,654	0,473	-0,018		17	-0,537	0,412	-0,068	
122	85600000	52	-0,291	0,252	0,264	++	59	-0,272	0,238	-0,129	
123	85610000	17	-0,537	0,412	-0,046		18	-0,520	0,402	-0,056	
124	85615000						12	-0,654	0,473	0,464	
125	85620000	18	-0,520	0,402	0,161		19	-0,505	0,393	0,161	
126	85623000	16	-0,556	0,422	0,006		17	-0,537	0,412	-0,082	
127	85630000	31	-0,385	0,318	-0,021		16	-0,556	0,422	-0,047	
128	85642000	18	-0,520	0,402	-0,144						
129	85650000						12	-0,654	0,473	-0,146	
130	85730000	12	-0,654	0,473	0,177		16	-0,556	0,422	-0,238	
131	85740000						16	-0,556	0,422	0,088	
132	85780000						14	-0,599	0,445	0,203	
133	85830000	17	-0,537	0,412	0,287						
134	85850000	20	-0,490	0,385	-0,027		25	-0,433	0,350	0,240	
135	85900000	50	-0,298	0,257	0,381	++	53	-0,288	0,250	0,355	++
136	86100000	54	-0,286	0,248	0,081		60	-0,270	0,236	0,190	
137	86160000	57	-0,277	0,242	0,105		58	-0,275	0,240	-0,024	
138	86340000	15	-0,576	0,433	-0,424		24	-0,443	0,356	-0,096	
139	86410000	42	-0,327	0,278	0,018		45	-0,315	0,269	0,107	
140	86420000	38	-0,345	0,291	0,049		41	-0,331	0,281	0,172	
141	86440000	61	-0,268	0,234	0,193		62	-0,265	0,232	0,035	
142	86480000	40	-0,335	0,284	0,048		44	-0,319	0,272	0,030	
143	86500000	52	-0,291	0,252	0,243		56	-0,280	0,244	0,038	
144	86510000	53	-0,288	0,250	0,252	++					
145	86560000	53	-0,288	0,250	0,312	++	59	-0,272	0,238	0,181	
146	86580000	51	-0,294	0,254	0,306	++	59	-0,272	0,238	0,095	
147	86700000	51	-0,294	0,254	0,068		56	-0,280	0,244	-0,043	
148	86720000	35	-0,361	0,302	0,412	++					
149	86745000	34	-0,366	0,306	0,105		38	-0,345	0,291	-0,132	
150	87040000						13	-0,625	0,458	-0,125	
151	87160000	50	-0,298	0,257	0,184		55	-0,283	0,246	-0,007	
152	87170000	46	-0,311	0,267	0,092		55	-0,283	0,246	-0,048	
153	87250000	19	-0,505	0,393	0,081		23	-0,454	0,363	0,032	
154	87316000						14	-0,599	0,445	-0,253	
155	87317030	12	-0,654	0,473	0,160		20	-0,490	0,385	0,152	
156	87317060	17	-0,537	0,412	0,077		21	-0,477	0,377	0,119	
157	87372000	12	-0,654	0,473	0,068		14	-0,599	0,445	-0,194	
158	87380000	54	-0,286	0,248	0,398	++	54	-0,286	0,248	0,079	
159	87382000	21	-0,477	0,377	0,303		27	-0,415	0,338	0,561	++
160	87399000	25	-0,433	0,350	0,228		25	-0,433	0,350	0,328	
161	87400000	55	-0,283	0,246	0,527	++	55	-0,283	0,246	0,255	++
162	87590000	15	-0,576	0,433	0,136						
163	87865000	14	-0,599	0,445	0,629	++					
164	87905000	33	-0,372	0,310	0,150		36	-0,355	0,298	-0,072	
165	88220000						21	-0,477	0,377	-0,146	
166	88550000	11	-0,688	0,488	-0,105		12	-0,654	0,473	0,182	
167	88575000	16	-0,556	0,422	-0,093						
168	88680000	17	-0,537	0,412	0,004		20	-0,490	0,385	0,237	
169	88750000	34	-0,366	0,306	0,330	++	36	-0,355	0,298	0,150	
170	88850000	35	-0,361	0,302	0,259		36	-0,355	0,298	0,184	

(++) Estação fluviométrica com correlação serial ou autocorrelação significativa, ao nível de significância de 5%.

ANEXO I

**ANÁLISE DE ESTACIONARIEDADE DAS SÉRIES DE
VAZÕES**

Tabela I.1 Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de cheia.

Estação	Reg.	Bootstrap										Mann-Kendall						
		Rand.	$\beta_{L(2,5\%)}$	β_0	$\beta_U(97,5\%)$	$\beta_i \leq \beta_0$			Cauda Inferior		Cauda Superior		Grp	S	Zmk	Sig.(%)		
						Menor	Igual	Maior	Sig.(%)	Sig.(%)								
1	70100000	27	5000	-4,680	-0,872	4,588	1849	1	3150	36,98	63,00		26	4	0,0625	4,99		
2	70200000	39	5000	-21,055	28,193	21,430	4980	1	19	99,60	0,38	++	36	-230	-2,7702	99,44	++	
3	70300000	59	5000	-4,157	6,185	4,131	4992	1	7	99,84	0,14	++	57	-431	-2,8120	99,51	++	
4	70500000	56	5000	-3,026	4,636	3,010	4997	1	2	99,94	0,04	++	53	-383	-2,6998	99,31	++	
5	70700000	59	5000	-15,384	22,402	15,577	4993	1	6	99,86	0,12	++	57	-381	-2,4850	98,70	++	
6	71200000	40	5000	-1,290	1,256	1,315	4840	1	159	96,80	3,18		39	-149	-1,7244	91,54		
7	71250000	34	5000	-0,665	0,595	0,695	4760	2	238	95,20	4,76		31	-64	-0,9339	64,97		
8	71300000	33	5000	-0,662	0,637	0,641	4870	1	129	97,40	2,58		31	-112	-1,7199	91,45		
9	71350000	33	5000	-5,536	5,526	5,483	4878	1	121	97,56	2,42	++	33	-120	-1,8438	93,48		
10	71350001	11	5000	-9,454	0,270	9,497	2567	1	2432	51,34	48,64		11	-7	-0,4671	35,96		
11	71380000	15	5000	-16,315	11,718	16,855	4531	2	467	90,62	9,34		15	-29	-1,3856	83,41		
12	71383000	45	5000	-4,048	1,055	3,928	3480	1	1519	69,60	30,38		43	-60	-0,5772	43,62		
13	71385000	14	5000	-0,460	0,020	0,473	2661	6	2333	53,22	46,66		12	-3	-0,1095	8,72		
14	71490000	34	5000	-1,408	0,485	1,415	3718	1	1281	74,36	25,62		34	-43	-0,6226	46,65		
15	71495000	9	5000	-3,145	-2,895	3,128	184	1	4815	3,68	96,30		9	16	1,5639	88,21		
16	71496000	20	5000	-2,017	1,288	2,098	4362	1	637	87,24	12,74		20	-26	-0,8111	58,27		
17	71498000	62	5000	-5,340	8,088	5,322	4993	1	6	99,86	0,12	++	60	-549	-3,3286	99,91	++	
18	71550000																	
19	71800000	21	5000	-79,201	63,025	80,336	4684	1	315	93,68	6,30		20	-55	-1,6306	89,70		
20	72300000	20	5000	-112,457	43,856	123,469	3799	1	1200	75,98	24,00		20	-26	-0,8111	58,27		
21	72400000	21	5000	-5,636	-3,387	5,564	598	1	4401	11,96	88,02		20	35	1,0267	69,54		
22	72430000	46	5000	-2,739	3,103	2,748	4936	1	63	98,72	1,26	++	45	-174	-1,6380	89,86		
23	72530000	44	5000	-2,182	2,580	2,136	4952	1	47	99,04	0,94	++	40	-192	-1,9318	94,66		
24	72580000	33	5000	-5,796	2,540	5,622	4055	2	943	81,10	18,86		32	-55	-0,8367	59,72		
25	72630000	45	5000	-8,302	6,262	8,139	4641	1	358	92,82	7,16		45	-114	-1,1054	73,10		
26	72680000	63	5000	-9,300	16,203	8,959	4998	1	1	99,96	0,02	++	60	-524	-3,1020	99,81	++	
27	72715000																	
28	72750000	23	5000	-10,722	4,780	10,987	3959	1	1040	79,18	20,80		20	-34	-0,8715	61,65		
29	72810000	26	5000	-20,155	3,617	19,950	3137	1	1862	62,74	37,24		26	-25	-0,5290	40,32		
30	72849000	15	5000	-59,994	23,002	60,653	3803	1	1196	76,06	23,92		15	-11	-0,4949	37,93		
31	72870000																	
32	72980000	60	5000	-11,705	12,754	10,954	4942	1	57	98,84	1,14	++	56	-312	-1,9835	95,27	++	
33	73010000	59	5000	-72,187	103,095	70,715	4993	1	6	99,86	0,12	++	59	-387	-2,5242	98,84	++	
34	73150000	15	5000	-4,258	1,458	4,380	3633	1	1366	72,66	27,32		14	-18	-0,8413	59,98		
35	73180000	47	5000	-3,537	3,477	3,628	4847	1	152	96,94	3,04		45	-195	-1,7791	92,48		
36	73200000	43	5000	-90,660	20,178	95,633	3305	1	1694	66,10	33,88		43	1	0,0000	0,00		
37	73300000	44	5000	-1,511	0,321	1,538	3244	1	1755	64,88	35,10		40	7	0,0607	4,84		
38	73330000	44	5000	-4,528	1,856	4,612	3873	1	1126	77,46	22,52		43	-65	-0,6473	48,26		
39	73350000	33	5000	-8,279	1,382	7,944	3135	1	1864	62,70	37,28		32	-27	-0,4029	31,29		
40	73480000	34	5000	-19,718	6,731	20,037	3751	1	1248	75,02	24,96		33	-8	-0,1038	8,26		
41	73550000	63	5000	-79,401	100,772	79,928	4966	1	33	99,32	0,66	++	61	-391	-2,3131	97,93	++	
42	73600000	42	5000	-4,576	4,188	4,573	4810	1	189	96,20	3,78		34	-184	-1,9832	95,27	++	
43	73610000	9	5000	-83,733	85,067	84,417	4885	1	114	97,70	2,28	++	9	-18	-1,7724	92,37		
44	73690001	25	5000	-8,949	0,589	8,846	2746	1	2253	54,92	45,06		24	-15	-0,3270	25,63		
45	73700000	26	5000	-4,316	0,035	4,254	2549	1	2450	50,98	49,00		25	10	0,1984	15,72		
46	73730000																	
47	73750000	18	5000	-58,862	22,146	56,544	3766	1	1233	75,32	24,66		18	-9	-0,3030	23,81		
48	73765000	27	5000	-7,056	-1,711	7,092	1662	1	3337	33,24	66,74		26	0	0,0000	0,00		
49	73770000	21	5000	-30,367	2,286	31,774	2799	1	2200	55,98	44,00		21	-14	-0,3926	30,54		
50	73780000	27	5000	-10,602	2,506	10,788	3320	2	1678	66,40	33,56		25	-19	-0,3752	29,25		
51	73820000	43	5000	-4,797	-0,302	4,872	2237	1	2762	44,74	55,24		43	33	0,3349	26,23		
52	73850000	27	5000	-52,869	2,314	52,305	2617	1	2382	52,34	47,64		27	9	0,1668	13,25		
53	73900000	42	5000	-1,351	0,825	1,305	4430	1	569	88,60	11,38		39	-114	-1,2246	77,93		
54	73960000	29	5000	-41,376	-6,333	41,136	1921	1	3078	38,42	61,56		29	8	0,1313	10,45		
55	73970000	19	5000	-45,990	33,020	47,116	4557	1	442	91,14	8,84		19	-35	-1,1895	76,58		
56	74100000	56	5000	-105,046	132,073	111,463	4962	1	37	99,24	0,74	++	56	-320	-2,2545	97,58	++	
57	74205000	43	5000	-1,795	3,155	1,805	4999	1	0	99,98	0,00	++	40	-337	-3,5164	99,96	++	
58	74210000	15	5000	-49,696	8,407	50,375	3105	1	1894	62,10	37,88		15	1	0,0000	0,00		
59	74270000	61	5000	-16,205	28,243	16,354	4997	1	2	99,94	0,04	++	59	-532	-3,3044	99,90	++	
60	74295000	27	5000	-4,866	5,148	4,846	4917	1	82	98,34	1,64	++	26	-146	-3,0228	99,75	++	
61	74310000	9	5000	-62,550	62,883	63,817	4866	1	133	97,32	2,66		9	-14	-1,3553	82,47		
62	74320000	37	5000	-7,389	7,220	7,290	4862	1	137	97,24	2,74		35	-134	-1,7395	91,81		
63	74345000	15	5000	-7,481	7,830	7,425	4908	1	91	98,16	1,82	++	15	-35	-1,6826	90,75		
64	74370000	39	5000	-8,682	10,550	8,883	4954	1	45	99,08	0,90	++	37	-189	-2,2742	97,70	++	
65	74420000	10	5000	-7,339	1,558	7,121	3149	7	1844	62,98	36,88		10	-7	-0,5367	40,85		
66	74450000	19	5000	-3,566	2,447	3,517	4518	1	481	90,36	9,62		17	-33	-1,1195	73,71		
67	74460000	27	5000	-1,032	-0,355	1,010	1297	2	3701	25,94	74,02		27	69	1,4176	84,37		
68	74470000	39	5000	-5,055	4,413	5,201	4747	1	252	94,94	5,04		38	-128	-1,5363	87,55		
69	74600000	54	5000	-4,099	7,898	4,104	4999	1	0	99,98	0,00	++	50	-491	-3,6556	99,97	++	
70	74700000	39	5000	-5,055	4,413	5,201	4747	1	252	94,94	5,04		38	-128	-1,5363	87,55		

(++) Estação fluviométrica cujos registros demonstram tendência temporal significativa, ao nível de 5%. (continua).

Tabela I.1 Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de cheia (continuação).

Estação	Reg.	Bootstrap										Mann-Kendall				
		Rand.	$\beta_L(2,5\%)$	β_0	$\beta_U(97,5\%)$	$\beta_i \leftrightarrow \beta_0$			Cauda Inferior		Cauda Superior		Grp	S	Zmk	Sig.(%)
						Menor	Igual	Maior	Sig.(%)	Sig.(%)						
71	74750000	39	5000	-1,691	1,523	1,709	4785	1	214	95,70	4,28	34	-156	-1,8750	93,92	
72	74800000	25	5000	-412,315	4,405	409,950	2642	1	2357	52,84	47,14	25	2	0,0234	1,86	
73	74880000	61	5000	-1,027	0,767	1,030	4605	1	394	92,10	7,88	54	-305	-1,8918	94,15	
74	74900000	33	5000	-3,135	-0,198	3,381	2258	1	2741	45,16	54,82	30	-23	-0,3409	26,68	
75	75155000	58	5000	-3,661	4,728	3,581	4988	1	11	99,76	0,22	53	-342	-2,2874	97,78	
76	75185000	33	5000	-3,020	2,430	3,015	4666	1	333	93,32	6,66	32	-59	-0,8987	63,12	
77	75200000	55	5000	-0,971	1,258	0,946	4978	1	21	99,56	0,42	49	-350	-2,5336	98,87	
78	75205000	24	5000	-4,347	0,104	4,815	2598	2	2400	51,96	48,00	23	5	0,0992	7,90	
79	75230000	56	5000	-10,439	13,405	10,498	4986	1	13	99,72	0,26	56	-378	-2,6645	99,23	
80	75270000	9	5000	-41,332	5,643	42,589	2883	3	2114	57,66	42,28	9	-6	-0,5213	39,78	
81	75295000	23	5000	-12,847	-0,340	12,604	2408	1	2591	48,16	51,82	18	2	0,0264	2,11	
82	75300000	28	5000	-17,718	10,019	18,723	4218	2	780	84,36	15,60	28	-46	-0,8890	62,60	
83	75320000	39	5000	-16,515	13,002	16,570	4654	1	345	93,08	6,90	39	-143	-1,7178	91,42	
84	75350000	7	5000	-106,972	-44,796	101,169	1165	1	3834	23,30	76,68	7	9	1,2015	77,04	
85	75400000	51	5000	-5,335	3,028	5,388	4285	1	714	85,70	14,28	48	-76	-0,6092	45,76	
86	75430000	37	5000	-4,617	2,341	4,658	4185	2	813	83,70	16,26	36	-9	-0,1046	8,33	
87	75450000	40	5000	-13,241	-6,250	12,682	872	1	4127	17,44	82,54	40	58	0,6641	49,34	
88	75500000	56	5000	-7,842	2,182	7,833	3510	1	1489	70,20	29,78	55	-127	-0,8905	62,68	
89	75550000	27	5000	-234,922	-81,445	233,439	1302	1	3697	26,04	73,94	27	-5	-0,0834	6,65	
90	75700000	21	5000	-57,663	36,569	59,963	4400	1	599	88,00	11,98	21	-50	-1,4796	86,10	
91	76085000	20	5000	-16,258	10,898	15,711	4532	2	466	90,64	9,32	19	-27	-0,8436	60,11	
92	76100000	54	5000	-4,773	1,272	4,793	3470	1	1529	69,40	30,58	50	-41	-0,2984	23,46	
93	76120000	28	5000	-9,262	-2,366	8,993	1536	1	3463	30,72	69,26	26	40	0,7705	55,90	
94	76200000	23	5000	-6,628	3,607	6,870	4212	1	787	84,24	15,74	22	-38	-0,9772	67,15	
95	76250000	25	5000	-1,519	1,238	1,503	4731	1	268	94,62	5,36	24	-79	-1,8217	93,15	
96	76300000	31	5000	-10,371	5,861	10,430	4321	1	678	86,42	13,56	30	-28	-0,4589	35,37	
97	76310000	33	5000	-38,156	50,539	37,896	4986	1	13	99,72	0,26	33	-136	-2,0917	96,35	
98	76360001	11	5000	-16,636	-2,582	16,246	1930	4	3066	38,60	61,32	10	10	0,7006	51,65	
99	76380000	40	5000	-7,411	-1,733	7,630	1649	1	3350	32,98	67,00	37	33	0,3728	29,07	
100	76440000	58	5000	-6,625	-3,858	6,759	664	1	4335	13,28	86,70	55	56	0,3689	28,78	
101	76460000	39	5000	-7,419	-1,937	7,187	1587	1	3412	31,74	68,24	39	111	1,3307	81,67	
102	76470000	10	5000	-5,119	-3,422	5,073	674	1	4325	13,48	86,50	10	15	1,2522	78,95	
103	76490000	29	5000	-21,125	11,674	21,384	4270	1	729	85,40	14,58	27	-22	-0,3939	30,64	
104	76500000	36	5000	-21,803	15,755	21,084	4611	1	388	92,22	7,76	36	-92	-1,2395	78,48	
105	76550000	14	5000	-4,374	0,073	4,327	2554	2	2444	51,08	48,88	14	-3	-0,1095	8,72	
106	76560000	30	5000	-44,446	44,427	44,190	4875	1	124	97,50	2,48	29	-106	-1,8733	93,90	
107	76600000	16	5000	-116,050	67,794	118,144	4291	1	708	85,82	14,16	15	-23	-0,9905	67,81	
108	76630000	7	5000	-24,9795	9,0738	25,2541	3705	6	1289	74,10	25,78	7	-3	-0,3004	23,61	
109	76650000	36	5000	-9,715	-3,845	9,835	1166	1	3833	23,32	76,66	33	99	1,3348	81,81	
110	76700000	19	5000	-11,074	-6,390	11,291	743	1	4256	14,86	85,12	18	36	1,2245	77,92	
111	76742000	21	5000	-9,829	-0,043	10,053	2485	1	2514	49,70	50,28	21	10	0,2718	21,42	
112	76750000	58	5000	-4,688	0,255	4,441	2683	1	2316	53,66	46,32	56	-7	-0,0402	3,21	
113	76800000	41	5000	-43,512	33,892	41,894	4709	1	290	94,18	5,80	41	-170	-1,8982	94,23	
114	77150000															
115	77500000	17	5000	-48,503	23,801	49,698	4070	1	929	81,40	18,58	17	-26	-1,0298	69,69	
116	85400000															
117	85438000	23	5000	-6,251	6,933	6,313	4934	1	65	98,68	1,30	21	-109	-2,8523	99,57	
118	85460000	31	5000	-1,353	-0,102	1,374	2188	1	2811	43,76	56,22	29	19	0,3059	24,03	
119	85470000	34	5000	-6,181	5,400	6,205	4739	1	260	94,78	5,20	34	-111	-1,6307	89,70	
120	85480000	31	5000	-9,236	3,395	9,422	3722	1	1277	74,44	25,54	29	-41	-0,6799	50,34	
121	85580000	17	5000	-13,848	13,101	13,216	4869	1	130	97,38	2,60	17	-40	-1,6065	89,18	
122	85600000	59	5000	-3,947	3,345	3,887	4742	1	257	94,84	5,14	55	-195	-1,2687	79,54	
123	85610000	18	5000	-2,240	-0,201	2,337	2164	1	2835	43,28	56,70	18	-7	-0,2273	17,98	
124	85615000	12	5000	-3,617	0,613	3,643	3113	3	1884	62,26	37,68	12	-8	-0,4800	36,88	
125	85620000	19	5000	-7,303	7,271	7,441	4853	1	146	97,06	2,92	19	-57	-1,9592	94,99	
126	85623000	17	5000	-8,245	2,528	8,420	3544	2	1454	70,88	29,08	17	-22	-0,8650	61,30	
127	85630000	16	5000	-8,242	3,554	8,133	3948	1	1051	78,96	21,02	16	-26	-1,1256	73,96	
128	85642000															
129	85650000	12	5000	-146,153	-15,5884	158,5936	2169	1	2830	43,38	56,60	12	12	0,7543	54,93	
130	85730000	16	5000	-22,403	11,597	23,027	4116	1	883	82,32	17,66	16	-10	-0,4052	31,47	
131	85740000	16	5000	-13,960	-10,723	14,299	385	1	4614	7,70	92,28	15	33	1,4407	85,03	
132	85780000	14	5000	-7,400	-7,246	7,277	142	3	4855	2,84	97,10	13	40	2,1351	96,72	
133	85830000															
134	85850000	25	5000	-1,154	1,740	1,184	4993	1	6	99,86	0,12	23	-85	-1,9618	95,02	
135	85900000	53	5000	-23,556	-14,698	23,040	586	1	4413	11,72	88,26	49	59	0,4449	34,36	
136	86100000	60	5000	-3,820	-4,072	3,927	95	1	4904	1,90	98,08	56	248	1,5753	88,48	
137	86160000	58	5000	-2,735	1,240	2,676	4082	1	917	81,64	18,34	55	-152	-1,0129	68,89	
138	86340000	24	5000	-1,614	-0,401	1,572	1592	1	3407	31,84	68,14	23	25	0,5953	44,84	
139	86410000	45	5000	-13,163	9,022	12,871	4566	1	433	91,32	8,66	44	-95	-0,9195	64,22	
140	86420000	41	5000	-1,309	1,535	1,274	4954	1	45	99,08	0,90	38	-231	-2,5833	99,02	

(++) Estação fluviométrica cujos registros demonstram tendência temporal significativa, ao nível de 5%. (continua).

Tabela I.1 Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de cheia (continuação).

Estação	Reg.	Bootstrap										Mann-Kendall				
		Rand.	$\beta_L(2,5\%)$	β_0	$\beta_U(97,5\%)$	$\beta_i \Leftrightarrow \beta_0$			Cauda Inferior		Cauda Superior		Grp	S	Zmk	Sig.(%)
						Menor	Igual	Maior	Sig.(%)	Sig.(%)						
141	86440000	62	5000	-11,775	8,836	11,756	4637	1	362	92,74	7,24	59	-258	-1,5610	88,15	
142	86480000	44	5000	-4,614	4,808	4,598	4901	2	97	98,02	1,94	43	-203	-2,0431	95,90	
143	86500000	56	5000	-5,469	3,106	5,426	4316	2	682	86,32	13,64	49	-95	-0,6643	49,35	
144	86510000															
145	86560000	59	5000	-4,694	6,205	4,831	4974	1	25	99,48	0,50	55	-381	-2,4850	98,70	
146	86580000	59	5000	-8,711	8,977	8,535	4911	1	88	98,22	1,76	57	-291	-1,8965	94,21	
147	86700000	56	5000	-2,627	1,073	2,650	3925	2	1073	78,50	21,46	50	-194	-1,3640	82,74	
148	86720000															
149	86745000	38	5000	-7,590	3,642	7,617	4094	1	905	81,88	18,10	36	-37	-0,4526	34,92	
150	87040000	13	5000	-331,473	14,362	331,172	2646	1	2353	52,92	47,06	12	-1	0,0000	0,00	
151	87160000	55	5000	-3,725	5,713	3,780	4995	1	4	99,90	0,08	54	-422	-3,0563	99,78	
152	87170000	55	5000	-5,560	3,603	5,434	4518	1	481	90,36	9,62	52	-176	-1,2704	79,61	
153	87250000	23	5000	-3,728	1,435	3,582	3842	1	1157	76,84	23,14	22	-28	-0,7131	52,42	
154	87316000	14	5000	-1,368	-0,036	1,403	2416	1	2583	48,32	51,66	14	7	0,3285	25,74	
155	87317030	20	5000	-4,063	-3,385	4,043	275	1	4724	5,50	94,48	20	40	1,2653	79,42	
156	87317060	21	5000	-2,120	-0,749	2,109	1249	2	3749	24,98	74,98	20	9	0,2416	19,09	
157	87372000	14	5000	-2,466	-1,106	2,506	1045	1	3954	20,90	79,08	12	19	0,9854	67,56	
158	87380000	54	5000	-1,900	2,843	1,874	4993	1	6	99,86	0,12	44	-387	-2,8797	99,60	
159	87382000	27	5000	-14,601	6,722	14,402	4022	1	977	80,44	19,54	23	-81	-1,6678	90,46	
160	87399000	25	5000	-2,618	1,946	2,747	4565	1	434	91,30	8,68	25	-62	-1,4247	84,57	
161	87400000	55	5000	-1,158	2,015	1,145	4999	1	0	99,98	0,00	45	-523	-3,7895	99,98	
162	87590000															
163	87865000															
164	87905000	36	5000	-32,500	12,478	34,360	3738	1	1261	74,76	25,22	36	-54	-0,7219	52,96	
165	88220000	21	5000	-14,830	11,891	14,844	4712	1	287	94,24	5,74	20	-45	-1,3287	81,60	
166	88550000	12	5000	-39,455	-34,434	39,636	258	1	4741	5,16	94,82	12	28	1,8515	93,59	
167	88575000															
168	88680000	20	5000	-58,736	65,833	59,956	4926	1	73	98,52	1,46	20	-74	-2,3684	98,21	
169	88750000	36	5000	-0,778	-0,017	0,791	2435	2	2563	48,70	51,26	32	-21	-0,2724	21,47	
170	88850000	36	5000	-3,106	2,564	3,123	4732	1	267	94,64	5,34	31	-117	-1,5800	88,59	

(++) Estação fluviométrica cujos registros demonstram tendência temporal significativa, ao nível de 5%.

Tabela I.2 Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de longo prazo.

Estação	Reg.	Bootstrap										Mann-Kendall				
		Rand.	$\beta_L(2,5\%)$	β_0	$\beta_U(97,5\%)$	$\beta_i \leftrightarrow \beta_0$			Cauda Inferior		Cauda Superior		Grp	S	Zmk	Sig.(%)
						Menor	Igual	Maior	Sig.(%)	Sig.(%)						
1	70100000	26	5000	-0,2582	0,0416	0,2588	3112	3	1885	62,24	37,70	24	-45	-0,9698	66,79	
2	70200000	38	5000	-0,7829	1,0122	0,7648	4983	1	16	99,66	0,32	++	37	-234	-2,9293	99,66
3	70300000	56	5000	-0,1671	0,2951	0,1649	4997	1	2	99,94	0,04	++	54	-528	-3,7246	99,98
4	70500000	56	5000	-0,1459	0,2711	0,1412	4999	1	0	99,98	0,00	++	52	-538	-3,7953	99,99
5	70700000	56	5000	-1,0467	1,4860	1,0463	4988	1	11	99,76	0,22	++	52	-398	-2,8058	99,50
6	71200000	38	5000	-0,3103	0,3152	0,3050	4893	1	106	97,86	2,12	++	37	-176	-2,2001	97,22
7	71250000	36	5000	-0,0916	0,0422	0,0945	4020	2	978	80,40	19,56		31	-37	-0,4904	37,61
8	71300000	55	5000	-0,3038	0,5245	0,3004	4998	1	1	99,96	0,02	++	52	-458	-3,3176	99,91
9	71350000	33	5000	-1,1485	0,8849	1,1678	4637	1	362	92,74	7,24		33	-66	-1,0071	68,61
10	71350001	15	5000	-3,2217	1,6234	3,2494	4069	2	929	81,38	18,58		15	-19	-0,8908	62,69
11	71380000															
12	71383000	42	5000	-0,8786	0,5064	0,8991	4279	1	720	85,58	14,40		37	-53	-0,5635	42,69
13	71385000	11	5000	-0,0582	-0,0391	0,0579	581	4	4415	11,62	88,30		10	16	1,1677	75,71
14	71490000	37	5000	-0,0896	-0,0057	0,0889	2255	4	2741	45,10	54,82		36	-3	-0,0262	2,09
15	71495000	9	5000	-0,3652	-0,0973	0,3702	1626	2	3372	32,52	67,44		9	4	0,3128	24,55
16	71496000	16	5000	-0,2428	0,0223	0,2550	2846	3	2151	56,92	43,02		16	-6	-0,2251	17,81
17	71498000	60	5000	-0,5442	1,2265	0,5271	4999	1	0	99,98	0,00	++	60	-728	-4,6368	100,00
18	71550000	51	5000	-1,9016	2,4360	1,9204	4967	1	32	99,34	0,64	++	45	-277	-2,2417	97,50
19	71800000	19	5000	-7,3193	-0,8386	7,1596	2073	3	2924	41,46	58,48		18	6	0,1749	13,89
20	72300000	17	5000	-10,4675	6,1000	11,5295	4162	1	837	83,24	16,74		17	-18	-0,7003	51,62
21	72400000	20	5000	-0,9352	0,1609	0,9605	3130	1	1869	62,60	37,38		20	-10	-0,2920	22,97
22	72430000	45	5000	-0,3592	0,3587	0,3640	4863	1	136	97,26	2,72		44	-191	-1,8586	93,69
23	72530000	41	5000	-0,1405	0,2153	0,1418	4998	1	1	99,96	0,02	++	37	-238	-2,6620	99,22
24	72580000	32	5000	-0,4184	0,2705	0,4303	4413	2	585	88,26	11,70		32	-62	-0,9892	67,74
25	72630000	43	5000	-0,5722	0,4023	0,5754	4576	1	423	91,52	8,46		43	-127	-1,3186	81,27
26	72680000	62	5000	-0,5894	0,9813	0,5949	4997	1	2	99,94	0,04	++	58	-545	-3,3043	99,90
27	72715000	20	5000	-0,4560	0,2560	0,4590	4247	1	752	84,94	15,04		20	-30	-0,9409	65,32
28	72750000	22	5000	-1,0387	-0,0193	1,0026	2419	1	2580	48,38	51,60		22	-11	-0,2820	22,20
29	72810000	25	5000	-0,9890	1,1626	1,0266	4947	1	52	98,94	1,04	++	25	-100	-2,3121	97,92
30	72849000	17	5000	-3,4642	2,3915	3,4415	4512	1	487	90,24	9,74		16	-35	-1,4005	83,87
31	72870000	25	5000	-0,3299	0,1391	0,3248	3958	1	1041	79,16	20,82		24	-59	-1,3546	82,45
32	72980000	59	5000	-0,7209	0,9899	0,7267	4984	1	15	99,68	0,30	++	54	-378	-2,4654	98,63
33	73010000	57	5000	-5,1770	8,3506	5,1538	4999	1	0	99,98	0,00	++	57	-442	-3,0358	99,76
34	73150000															
35	73180000	45	5000	-0,2217	0,2116	0,2211	4841	1	158	96,82	3,16		42	-181	-1,7608	92,17
36	73200000	37	5000	-8,0712	0,9280	8,1132	2929	1	2070	58,58	41,40		37	-42	-0,5362	40,82
37	73300000	46	5000	-0,1545	0,0867	0,1505	4330	1	669	86,60	13,38		44	-97	-0,9089	63,66
38	73330000	43	5000	-0,2974	0,3676	0,3007	4970	1	29	99,40	0,58	++	42	-234	-2,4384	98,52
39	73350000	29	5000	-0,7516	0,5987	0,7202	4723	1	276	94,46	5,52		29	-72	-1,3318	81,71
40	73480000	32	5000	-1,4483	0,1397	1,4624	2888	1	2111	57,76	42,22		31	-29	-0,4541	35,02
41	73550000	56	5000	-5,8210	7,3037	5,7811	4966	1	33	99,32	0,66	++	56	-346	-2,4383	98,52
42	73600000	45	5000	-0,5378	0,6677	0,5579	4956	1	43	99,12	0,86	++	44	-245	-2,3869	98,30
43	73610000	7	5000	-4,3143	3,2607	4,1536	4539	2	459	90,78	9,18		7	-7	-0,9011	63,25
44	73690001	26	5000	-0,5494	0,3492	0,5449	4428	1	571	88,56	11,42		26	-79	-1,1792	91,44
45	73700000	24	5000	-0,4850	0,1249	0,5096	3429	2	1569	68,58	31,38		22	-12	-0,2728	21,50
46	73730000	9	5000	-12,6667	-11,9667	12,4167	173	1	4826	3,46	96,52		9	18	1,7724	92,37
47	73750000	18	5000	-4,2367	2,6099	4,1736	4403	1	596	88,06	11,92		17	-30	-1,0985	72,80
48	73765000	25	5000	-0,2340	0,1030	0,2268	3983	3	1014	79,66	20,28		25	-74	-1,7049	91,18
49	73770000	19	5000	-4,9346	3,6986	4,8974	4612	1	387	92,24	7,74		19	-49	-1,6793	90,69
50	73780000	23	5000	-0,4512	0,5154	0,4521	4943	1	56	98,86	1,12	++	23	-101	-2,6410	99,17
51	73820000	38	5000	-0,3238	0,3801	0,3253	4958	1	41	99,16	0,82	++	38	-161	-2,0115	95,57
52	73850000	26	5000	-4,0646	1,1120	3,9963	3470	1	1529	69,40	30,58		25	2	0,0220	1,76
53	73900000	39	5000	-0,1272	0,1390	0,1235	4935	1	64	98,70	1,28	++	34	-166	-1,9960	95,41
54	73960000	24	5000	-4,7048	4,4433	4,7057	4837	1	162	96,74	3,24		22	-54	-1,3146	81,14
55	73970000	17	5000	-4,8114	2,3353	4,9112	4065	1	934	81,30	18,68		17	-20	-0,7827	56,62
56	74100000	43	5000	-10,0056	17,0207	9,8368	4999	1	0	99,98	0,00	++	42	-352	-3,6734	99,98
57	74205000	43	5000	-0,1089	0,1380	0,1061	4970	2	28	99,40	0,56	++	40	-274	-2,8571	99,57
58	74210000	13	5000	-6,0843	0,4134	6,2026	2831	2	2167	56,62	43,34		13	0	0,0000	0,00
59	74270000	60	5000	-1,0751	1,5958	1,1104	4987	1	12	99,74	0,24	++	57	-493	-3,1379	99,83
60	74295000	21	5000	-0,2414	0,2870	0,2384	4963	1	36	99,26	0,72	++	21	-80	-2,3856	98,29
61	74310000															
62	74320000	35	5000	-0,2646	0,2983	0,2672	4929	1	70	98,58	1,40	++	34	-156	-2,2012	97,23
63	74345000	14	5000	-0,9952	0,8607	0,9749	4732	1	267	94,64	5,34		13	-18	-0,9307	64,80
64	74370000	38	5000	-0,7729	0,8570	0,7757	4929	1	70	98,58	1,40	++	37	-178	-2,2252	97,39
65	74420000	8	5000	-0,6083	0,6393	0,6060	4917	5	78	98,34	1,56	++	8	-20	-2,3506	98,13
66	74450000	19	5000	-0,5758	0,6497	0,5783	4936	2	62	98,72	1,24	++	17	-69	-2,3790	98,26
67	74460000	26	5000	-0,2716	0,1040	0,2699	3821	2	1177	76,42	23,54		25	-30	-0,6392	47,73
68	74470000	37	5000	-0,5350	0,4422	0,5393	4713	1	286	94,26	5,72		36	-117	-1,5172	87,08
69	74600000	55	5000	-0,4263	0,7214	0,4186	4999	1	0	99,98	0,00	++	49	-471	-3,4120	99,94
70	74700000	59	5000	-0,2083	0,4210	0,1985	4999	1	0	99,98	0,00	++	56	-596	-3,8910	99,99

(++) Estação fluviométrica cujos registros demonstram tendência temporal significativa, ao nível de 5%. (continua).

Tabela I.2 Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de longo prazo (continuação).

Estação	Reg.	Bootstrap										Mann-Kendall				
		Rand.	$\beta_L(2,5\%)$	β_0	$\beta_U(97,5\%)$	$\beta_i \Leftrightarrow \beta_0$			Cauda Inferior		Cauda Superior		Grp	S	Zmk	Sig.(%)
						Menor	Igual	Maior	Sig.(%)	Sig.(%)						
71	74750000	37	5000	-0,1052	0,1101	0,1089	4880	1	119	97,60	2,38	++	35	-140	-1,8180	93,09
72	74800000	16	5000	-36,9521	16,4381	36,8750	3980	1	1019	79,60	20,38		16	-16	-0,6753	50,05
73	74880000	57	5000	-0,1293	0,1142	0,1304	4787	2	211	95,74	4,22		48	-199	-1,3630	82,71
74	74900000	31	5000	-0,6699	0,2899	0,6606	3991	2	1007	79,82	20,14		31	-37	-0,6119	45,94
75	75155000	61	5000	-0,2936	0,5103	0,2972	4996	1	3	99,92	0,06	++	58	-517	-3,2110	99,87
76	75185000	32	5000	-0,2292	0,1564	0,2267	4526	3	471	90,52	9,42		30	-78	-1,2487	78,82
77	75200000	52	5000	-0,1434	0,1882	0,1485	4966	1	33	99,32	0,66	++	47	-309	-2,4305	98,49
78	75205000	24	5000	-0,5418	0,0604	0,5207	2981	1	2018	59,62	40,36		24	-2	-0,0248	1,98
79	75230000	55	5000	-0,9368	1,7501	0,9546	4998	1	1	99,96	0,02	++	50	-504	-3,6515	99,97
80	75270000	9	5000	-2,0656	0,4351	2,0863	3067	1	1932	61,34	38,64		9	-8	-0,7298	53,45
81	75295000	23	5000	-1,5908	0,0695	1,5444	2699	1	2300	53,98	46,00		23	-7	-0,1585	12,59
82	75300000	28	5000	-2,6276	2,7095	2,6367	4892	1	107	97,84	2,14	++	27	-103	-2,0152	95,61
83	75320000	38	5000	-3,0304	2,5503	2,9295	4769	1	230	95,38	4,60		37	-148	-1,8481	93,54
84	75350000															
85	75400000	51	5000	-0,2188	0,2021	0,2194	4824	2	174	96,48	3,48		49	-185	-1,4945	86,50
86	75430000	36	5000	-0,2486	0,2539	0,2399	4906	1	93	98,12	1,86	++	35	-157	-2,1249	96,64
87	75450000	39	5000	-0,9570	0,6115	0,9111	4474	2	524	89,48	10,48		39	-117	-1,4032	83,95
88	75500000	56	5000	-0,8454	1,1432	0,8440	4974	1	25	99,48	0,50	++	53	-377	-2,6574	99,21
89	75550000	25	5000	-30,6061	30,3895	29,8528	4881	1	118	97,62	2,36	++	25	-88	-2,0319	95,78
90	75700000	18	5000	-3,9184	1,1464	3,8587	3566	1	1433	71,32	28,66		18	-5	-0,1515	12,04
91	76085000	19	5000	-1,5268	0,5519	1,4916	3779	3	1218	75,58	24,36		19	-21	-0,6997	51,59
92	76100000	54	5000	-0,4790	0,6683	0,4830	4983	1	16	99,66	0,32	++	53	-344	-2,5589	98,95
93	76120000	19	5000	-1,4691	-0,2827	1,4303	1783	2	3215	35,66	64,30		19	19	0,6297	47,11
94	76200000															
95	76250000															
96	76300000	8	5000	-11,1898	-0,6126	11,1096	2309	2	2689	46,18	53,78		8	2	0,1237	9,85
97	76310000	30	5000	-4,2467	2,4991	4,2154	4374	1	625	87,48	12,50		29	-50	-0,8742	61,80
98	76360001	7	5000	-4,1893	1,4607	4,2857	3577	7	1416	71,54	28,32		7	-1	0,0000	0,00
99	76380000	30	5000	-0,6360	0,3404	0,6785	4159	2	839	83,18	16,78		29	-74	-1,3024	80,72
100	76440000	53	5000	-0,3657	0,5996	0,3609	4997	1	2	99,94	0,04	++	49	-404	-3,0913	99,80
101	76460000	35	5000	-0,2876	0,2317	0,2986	4675	1	324	93,50	6,48		32	-108	-1,5196	87,14
102	76470000															
103	76490000	15	5000	-3,8225	2,8356	3,6309	4642	1	357	92,84	7,14		15	-35	-1,6826	90,75
104	76500000	15	5000	-11,0000	5,6065	10,8924	4138	1	861	82,76	17,22		14	-14	-0,6433	48,00
105	76550000	11	5000	-0,2964	0,2173	0,3131	4512	2	486	90,24	9,72		10	-16	-1,1677	75,71
106	76560000	24	5000	-12,6817	5,7943	12,4604	4003	1	996	80,06	19,92		24	-34	-0,8185	58,70
107	76600000	12	5000	-35,8597	-1,4308	37,9308	2422	1	2577	48,44	51,54		12	-6	-0,3429	26,83
108	76630000															
109	76650000	30	5000	-0,6377	0,3384	0,6392	4266	3	731	85,32	14,62		30	-67	-1,1775	76,10
110	76700000															
111	76742000															
112	76750000	49	5000	-0,9462	0,8472	0,9353	4804	1	195	96,08	3,90		46	-199	-1,7067	91,21
113	76800000	35	5000	-9,6167	9,4361	9,9909	4845	1	154	96,90	3,08		35	-107	-1,5054	86,78
114	77150000	26	5000	-46,9990	27,0394	45,3059	4364	1	635	87,28	12,70		26	-51	-1,1021	72,96
115	77500000	12	5000	-4,2744	2,1650	4,1460	4093	1	906	81,86	18,12		11	-7	-0,4114	31,92
116	85400000	60	5000	-2,1439	2,5599	2,2030	4944	1	55	98,88	1,10	++	57	-465	-2,9594	99,69
117	85438000	16	5000	-1,0196	1,3266	1,0335	4974	1	25	99,48	0,50	++	16	-54	-2,3862	98,30
118	85460000	23	5000	-0,2303	-0,1159	0,2144	837	3	4160	16,74	83,20		21	25	0,6339	47,38
119	85470000	31	5000	-0,2866	0,3141	0,2883	4917	1	82	98,34	1,64	++	29	-133	-2,2435	97,51
120	85480000	27	5000	-1,0655	0,6972	1,0435	4477	1	522	89,54	10,44		27	-55	-1,1257	73,97
121	85580000	12	5000	-5,3403	0,6472	5,4294	2962	2	2036	59,24	40,72		12	0	0,0000	0,00
122	85600000	52	5000	-1,0267	1,9117	1,0326	4998	1	1	99,96	0,02	++	49	-411	-3,2353	99,88
123	85610000	17	5000	-0,0619	0,0287	0,0607	4049	4	947	80,98	18,94		17	-22	-0,8650	61,30
124	85615000															
125	85620000	18	5000	-0,4100	0,3125	0,4256	4598	1	401	91,96	8,02		17	-34	-1,2500	78,87
126	85623000	16	5000	-0,5772	0,2207	0,6060	3796	1	1203	75,92	24,06		15	-13	-0,5403	41,10
127	85630000	31	5000	-0,2305	0,2814	0,2281	4962	1	37	99,24	0,74	++	30	-184	-3,1103	99,81
128	85642000	18	5000	-17,6698	-3,5253	17,9463	1738	1	3261	34,76	65,22		17	14	0,4924	37,76
129	85650000															
130	85730000	12	5000	-1,2616	0,5329	1,2689	3903	1	1096	78,06	21,92		12	-6	-0,3429	26,83
131	85740000															
132	85780000															
133	85830000	17	5000	-0,3649	-0,0224	0,3652	2293	3	2704	45,86	54,08		16	1	0,0000	0,00
134	85850000	20	5000	-0,1719	0,0398	0,1682	3264	1	1735	65,28	34,70		17	-7	-0,1947	15,43
135	85900000	50	5000	-5,7333	4,4487	5,5655	4700	1	299	94,00	5,98		50	-263	-2,1916	97,16
136	86100000	54	5000	-0,1929	0,2245	0,1900	4948	1	51	98,96	1,02	++	52	-331	-2,4619	98,62
137	86160000	57	5000	-0,1475	0,2451	0,1445	4997	1	2	99,94	0,04	++	51	-514	-3,5314	99,96
138	86340000	15	5000	-0,2229	0,0734	0,2208	3619	2	1379	72,38	27,58		14	-10	-0,4454	34,40
139	86410000	42	5000	-0,5772	0,3891	0,5939	4540	1	459	90,80	9,18		42	-97	-1,0404	70,18
140	86420000	38	5000	-0,0889	0,0897	0,0909	4869	1	130	97,38	2,60		36	-155	-1,9361	94,71

(++) Estação fluviométrica cujos registros demonstram tendência temporal significativa, ao nível de 5%. (continua).

Tabela I.2 Tendência temporal nas séries de vazões médias anuais de longo prazo (continuação).

Estação	Reg.	Bootstrap										Mann-Kendall						
		Rand.	$\beta_L(2,5\%)$	β_0	$\beta_U(97,5\%)$	$\beta_i \Leftrightarrow \beta_0$			Cauda Inferior		Cauda Superior		Grp	S	Zmk	Sig.(%)		
						Menor	Igual	Maior	Sig.(%)	Sig.(%)								
141	86440000	61	5000	-0,4892	0,7794	0,4834	4994	1	5	99,88	0,10	++	58	-539	-3,3479	99,92	++	
142	86480000	40	5000	-0,2827	0,2025	0,2745	4623	2	375	92,46	7,50		39	-109	-1,2583	79,17		
143	86500000	52	5000	-0,2524	0,3221	0,2638	4963	1	36	99,26	0,72	++	51	-345	-2,7145	99,34	++	
144	86510000	53	5000	-2,5148	4,0284	2,4246	4998	1	1	99,96	0,02	++	48	-441	-3,3751	99,93	++	
145	86560000	53	5000	-0,3096	0,2818	0,3127	4820	1	179	96,40	3,58		50	-307	-2,3472	98,11	++	
146	86580000	51	5000	-0,4455	0,2457	0,4336	4346	1	653	86,92	13,06		51	-219	-1,7706	92,34		
147	86700000	51	5000	-0,0890	0,0436	0,0881	4147	5	848	82,94	16,96		49	-188	-1,5189	87,12		
148	86720000	35	5000	-3,1537	5,0794	3,3320	4997	1	2	99,94	0,04	++	33	-225	-3,1811	99,85	++	
149	86745000	34	5000	-0,2479	0,1725	0,2466	4568	1	431	91,36	8,62		31	-80	-1,1711	75,85		
150	87040000																	
151	87160000	50	5000	-0,3079	0,5735	0,3043	4999	1	0	99,98	0,00	++	48	-497	-4,1490	100,00	++	
152	87170000	46	5000	-0,4768	0,3893	0,4707	4730	1	269	94,60	5,38		44	-195	-1,8368	93,38		
153	87250000	19	5000	-0,5152	0,2695	0,4965	4253	1	746	85,06	14,92		19	-35	-1,1895	76,58		
154	87316000																	
155	87317030	12	5000	-0,2770	0,2370	0,2895	4723	2	275	94,46	5,50		12	-18	-1,1657	75,63		
156	87317060	17	5000	-1,4347	-0,3911	1,4100	1570	2	3428	31,40	68,56		17	6	0,2060	16,32		
157	87372000	12	5000	-0,3751	0,1242	0,3652	3583	3	1414	71,66	28,28		12	-12	-0,7543	54,93		
158	87380000	54	5000	-0,3441	0,6526	0,3384	4999	1	0	99,98	0,00	++	52	-517	-3,8496	99,99	++	
159	87382000	21	5000	-1,3395	1,2378	1,3044	4840	1	159	96,80	3,18		21	-72	-2,1440	96,80	++	
160	87399000	25	5000	-0,3901	0,3421	0,3902	4772	1	227	95,44	4,54		25	-82	-1,8918	94,15		
161	87400000	55	5000	-0,1906	0,4396	0,1863	4999	1	0	99,98	0,00	++	55	-639	-4,6316	100,00	++	
162	87590000	15	5000	-2,9172	0,2652	2,8866	2810	1	2189	56,20	43,78		14	-2	-0,0495	3,95		
163	87865000	14	5000	-0,4880	0,6664	0,4692	4995	1	4	99,90	0,08	++	14	-53	-2,8467	99,56	++	
164	87905000	33	5000	-5,0563	2,4196	5,0607	4119	1	880	82,38	17,60		32	-69	-1,0536	70,79		
165	88220000																	
166	88550000	11	5000	-2,7241	-0,7945	2,7156	1453	2	3545	29,06	70,90		11	1	0,0000	0,00		
167	88575000	16	5000	-0,6687	-0,3943	0,6676	680	1	4319	13,60	86,38		15	29	1,2606	79,26		
168	88680000	17	5000	-4,2333	0,5495	4,2683	3010	1	1989	60,20	39,78		16	-17	-0,6591	49,02		
169	88750000	34	5000	-0,0390	0,0048	0,0394	2947	8	2045	58,94	40,90		33	-20	-0,2817	22,18		
170	88850000	35	5000	-0,1355	0,1559	0,1394	4930	1	69	98,60	1,38	++	34	-170	-2,4000	98,36	++	

(++) Estação fluviométrica cujos registros demonstram tendência temporal significativa, ao nível de 5%.

ANEXO J

DISTRIBUIÇÕES DE PROBABILIDADES SELECIONADAS

ANEXO J Distribuições de probabilidades selecionadas

As distribuições de probabilidades candidatas a serem utilizadas na análise de frequência das vazões de cheias e médias de longo prazo, na estação e na regionalização, foram: 1) Normal ("NOR"); 2) Log-Normal de três parâmetros ("LN3"); 3) Generalizada do Valor Extremo ("GEV"); 4) Pearson III ("PE3"); 5) Extremo do Tipo I ou de Gumbel ("GUM") e 6) Log-Pearson III ("LP3").

A seqüência metodológica que será apresentada neste anexo foi obtida de Hosking e Wallis (1997) e é a base de programação das rotinas integrantes do pacote computacional *LMOMENTS* (Hosking, 1996), escritas em linguagem Fortran 77 e disponíveis no site: <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>.

J.1 Distribuição Normal ("NOR")

J.1.1 Definição:

Os parâmetros da distribuição são dois: μ (posição) e σ (escala)

A amplitude de variação da variável aleatória X é: $-\infty < x < \infty$

A função de densidade de probabilidade $f(.)$ é definida por

$$f(x) = \frac{1}{\sigma} \cdot \phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \quad (J.1)$$

A função acumulada de probabilidades $F(.)$ é

$$F(x) = P(X \leq x) = \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \quad (J.2)$$

sendo que $\phi(.)$ e $\Phi(.)$ representam as seguintes expressões

$$\phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot x^2\right) \quad \Phi(x) = \int_{-\infty}^x \phi(t) dt \quad (J.3)$$

Para determinar os quartis da distribuição $x(F)$ não existe formulação analítica explícita. Para sua estimativa Hosking (1996) utiliza aproximações numéricas e o valor dos parâmetros da distribuição obtidos a partir dos momentos-L.

J.1.2 Momentos-L obtidos a partir dos parâmetros da distribuição

$$\lambda_1 = \mu \quad (J.4)$$

$$\lambda_2 = 0,5642 \cdot \sigma = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \sigma \quad (J.5)$$

$$\tau_3 = 0 \quad (J.6)$$

$$\tau_4 = 0,1226 = \frac{30}{\pi} \cdot \arctan \sqrt{2} - 9 \quad (J.7)$$

J.1.3 Parâmetros da distribuição obtidos a partir dos momentos-L

$$\mu = \lambda_1 \quad (J.8)$$

$$\sigma = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \lambda_2 \quad (J.9)$$

J.2 Distribuição LogNormal de três parâmetros ("LN3")

J.2.1 Definição:

Os três parâmetros da distribuição são: ξ (posição), α (escala) e κ (forma)

A amplitude de variação da variável aleatória X é:

- Se $\kappa > 0$, $-\infty < x \leq \xi + \frac{\alpha}{\kappa}$ (J.10)

- Se $\kappa = 0$, $-\infty < x < \infty$ (é a distribuição Normal) (J.11)

- Se $\kappa < 0$, $\xi + \frac{\alpha}{\kappa} \leq x < \infty$ (J.12)

A função de densidade de probabilidade apresenta a seguinte forma:

$$f(x) = \frac{e^{\kappa - y^2/2}}{\alpha \cdot \sqrt{2\pi}}; \text{ sendo } y = \begin{cases} -\frac{1}{\kappa} \cdot \log \left[1 - \kappa \cdot \frac{(x - \xi)}{\alpha} \right] & ; \kappa \neq 0 \\ \frac{(x - \xi)}{\alpha} & ; \kappa = 0 \end{cases} \quad (J.13)$$

e, a função de probabilidade acumulada é a seguinte:

$$F(x) = \Phi(y) \quad (J.14)$$

onde, $\Phi(\cdot)$ é a função de distribuição acumulada da distribuição Normal padrão, definida na equação (J.3). Ao igual que para a distribuição Normal, a estimativa dos quartis da função $x(F)$ não pode ser realizada de forma direta porque não é possível obter uma formulação analítica explícita. Assim, os quartis da distribuição são definidos usando os parâmetros da distribuição estimados a partir dos momentos-L (Hosking, 1996).

Geralmente, a distribuição Lognormal é definida da seguinte forma:

$$F(x) = \Phi \left\{ \frac{\log(x - \zeta) - \mu}{\alpha} \right\}; \quad \zeta \leq x < \infty \quad (J.15)$$

A parametrização da função de probabilidade acumulada definida em função dos parâmetros ζ , μ , e α (equação J.15) é a mais utilizada (Hosking e Wallis, 1997). No entanto, os mesmos autores propõem uma parametrização diferente, na qual consideram que a distribuição Lognormal é a distribuição de uma variável aleatória X que está relacionada com outra variável aleatória Z que tem uma distribuição Normal com média zero e variância 1, definida da seguinte forma:

$$X = \begin{cases} \frac{\xi + \alpha \cdot (1 - e^{-\kappa \cdot Z})}{\kappa} & ; \kappa \neq 0 \\ \xi + \alpha \cdot Z & ; \kappa = 0 \end{cases} \quad (J.16)$$

A padronização padrão (J.15) pode ser obtida a partir da proposta por Hosking e Wallis (1997) fazendo:

$$\kappa = -\sigma; \quad \alpha = \sigma \cdot e^\mu; \quad \xi = \zeta + e^\mu \quad (J.17)$$

J.2.2 Momentos-L obtidos a partir dos parâmetros da distribuição

Os momentos-L são definidos para todos os valores de κ

$$\lambda_1 = \xi + \alpha \cdot \frac{(1 - e^{\kappa^2/2})}{\kappa} \quad (J.18)$$

$$\lambda_2 = \frac{\alpha}{\kappa} \cdot e^{\kappa^2/2} \cdot \left\{ 1 - 2 \cdot \Phi \left[\frac{-\kappa}{\sqrt{2}} \right] \right\} \quad (J.19)$$

Não existe uma expressão simples para os quocientes de momentos-L τ_r , $r \geq 3$. Eles somente dependem de κ e podem ser calculados mediante integração numérica. As aproximações sugeridas por Hosking (1996) para determinar τ_3 e τ_4 possuem uma precisão superior a 2×10^{-7} e 5×10^{-7} , respectivamente, para $|\kappa| \leq 4$ correspondentes a valores de $|\tau_3| \leq 0,99$ e $\tau_4 \leq 0,98$.

$$\tau_3 \approx -\kappa \cdot \frac{A_0 + A_1 \cdot \kappa^2 + A_2 \cdot \kappa^4 + A_3 \cdot \kappa^6}{1 + B_1 \cdot \kappa^2 + B_2 \cdot \kappa^4 + B_3 \cdot \kappa^6} \quad (J.20)$$

$$\tau_4 \approx \tau_4^0 + \kappa^2 \cdot \frac{C_0 + C_1 \cdot \kappa^2 + C_2 \cdot \kappa^4 + C_3 \cdot \kappa^6}{1 + D_1 \cdot \kappa^2 + D_2 \cdot \kappa^4 + D_3 \cdot \kappa^6} \quad (J.21)$$

Os coeficientes usados nas aproximações anteriores são mostrados na tabela J.1, abaixo:

Tabela J.1 Coeficientes das equações (J.20) e (J.21).

$\tau_4^0 = 1,2260172 \times 10^{-1}$		
$A_0 = 4,8860251 \times 10^{-1}$	$C_0 = 1,8756590 \times 10^{-1}$	$E_0 = 2,0466534$
$A_1 = 4,4493076 \times 10^{-3}$	$C_1 = -2,5352147 \times 10^{-3}$	$E_1 = -3,6544371$
$A_2 = 8,8027039 \times 10^{-4}$	$C_2 = 2,6995102 \times 10^{-4}$	$E_2 = 1,8396733$
$A_3 = 1,1507084 \times 10^{-6}$	$C_3 = -1,8446680 \times 10^{-6}$	$E_3 = -0,20360244$
$B_1 = 6,4662924 \times 10^{-2}$	$D_1 = 8,2325617 \times 10^{-2}$	$F_1 = -2,0182173$
$B_2 = 3,3090406 \times 10^{-3}$	$D_2 = 4,2681448 \times 10^{-3}$	$F_2 = 1,2420401$
$B_3 = 7,4290680 \times 10^{-5}$	$D_3 = 1,1653690 \times 10^{-4}$	$F_3 = -0,21741801$

J.2.3 Parâmetros da distribuição estimados em função dos momentos-L

O parâmetro de forma κ somente depende de τ_3 . Não existe solução explícita para este parâmetro, porém a aproximação proposta por Hosking e Wallis (1997) possui precisão relativa maior que $2,5 \times 10^{-6}$ quando $|\tau_3| \leq 0,94$, correspondente a $|\kappa| \leq 3$.

$$\kappa \approx -\tau_3 \cdot \frac{E_0 + E_1 \cdot \tau_3^2 + E_2 \cdot \tau_3^4 + E_3 \cdot \tau_3^6}{1 + F_1 \cdot \tau_3^2 + F_2 \cdot \tau_3^4 + F_3 \cdot \tau_3^6} \quad (J.22)$$

O valor dos coeficientes usados na aproximação encontra-se na tabela J.1. Os outros parâmetros da distribuição são apresentados na seqüência:

$$\alpha = \frac{\lambda_2 \cdot \kappa \cdot e^{-\kappa^2/2}}{1 - 2 \cdot \Phi\left(\frac{-\kappa}{\sqrt{2}}\right)}; \quad \xi = \lambda_1 - \frac{\alpha}{\kappa} \cdot (1 - e^{\kappa^2/2}) \quad (J.23)$$

J.3 Distribuição Generalizada do Valor Extremo ("GEV")

J.3.1 Definição:

Os três parâmetros da distribuição são: ξ (posição), α (escala) e κ (forma)

A amplitude de variação da variável aleatória X é:

$$\bullet \quad -\infty < x \leq \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \quad \text{se } \kappa > 0 \quad (\text{J.24})$$

$$\bullet \quad -\infty < x < \infty \quad \text{se } \kappa = 0 \quad (\text{J.25})$$

$$\bullet \quad \xi + \frac{\alpha}{\kappa} \leq x < \infty \quad \text{se } \kappa < 0 \quad (\text{J.26})$$

A função de densidade de probabilidade é definida por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \cdot \exp[-(1-\kappa) \cdot y - \exp(-y)] \quad (\text{J.27})$$

sendo y obtido das seguintes expressões:

$$y = \begin{cases} \frac{1}{\kappa} \cdot \log \left\{ 1 - \kappa \cdot \frac{(x-\xi)}{\alpha} \right\} & ; \kappa \neq 0 \\ \frac{(x-\xi)}{\alpha} & ; \kappa = 0 \end{cases} \quad (\text{J.28})$$

A função de distribuição de probabilidades acumulada é:

$$F(x) = \exp\{-\exp[-y]\} \quad (\text{J.29})$$

e, os quartis da distribuição GEV são determinados mediante a seguinte formulação:

$$x(F_{(x)}) = \begin{cases} \xi + \frac{\alpha \cdot \{1 - (-\log F_{(x)})^\kappa\}}{\kappa} & ; \kappa \neq 0 \\ \xi - \alpha \cdot \log(-\log F_{(x)}) & ; \kappa = 0 \end{cases} \quad (\text{J.30})$$

Dentro da distribuição GEV encontram-se incluídas três tipos de distribuições de probabilidades, cuja função de probabilidades acumuladas é definida da seguinte forma:

$$\text{Tipo I ou Gumbel} \quad F(x) = \exp(e^{-x}) \quad ; -\infty < x < \infty \quad (\text{J.31})$$

$$\text{Tipo II ou Fréchet} \quad F(x) = \exp(-x^{-\delta}) \quad ; 0 \leq x < \infty \quad (\text{J.32})$$

$$\text{Tipo III ou Weibull} \quad F(x) = \exp(-|x|^\delta) \quad ; -\infty < x \leq 0 \quad (\text{J.33})$$

O parâmetro de forma κ é o que indica qual dos três tipos de distribuição GEV é a que pode ser utilizada para o ajuste dos dados disponíveis. Eles são:

$$\text{Tipo I ou Gumbel} \quad \Leftrightarrow \quad \kappa = 0$$

$$\text{Tipo II ou Fréchet} \quad \Leftrightarrow \quad \kappa < 0$$

$$\text{Tipo III ou Weibull} \quad \Leftrightarrow \quad \kappa > 0$$

J.3.2 Momentos-L obtidos a partir dos parâmetros da distribuição

Os momentos-L são definidos para $\kappa > -1$

$$\lambda_1 = \xi + \alpha \cdot \frac{1 - \Gamma(1 + \kappa)}{\kappa} \quad (\text{J.34})$$

$$\lambda_2 = \alpha \cdot (1 - 2^{-\kappa}) \cdot \frac{\Gamma(1 + \kappa)}{\kappa} \quad (\text{J.35})$$

$$\tau_3 = 2 \cdot \frac{(1 - 3^{-\kappa})}{(1 - 2^{-\kappa})} - 3 \quad (\text{J.36})$$

$$\tau_4 = \frac{5 \cdot (1 - 4^{-\kappa}) - 10 \cdot (1 - 3^{-\kappa}) + 6 \cdot (1 - 2^{-\kappa})}{(1 - 2^{-\kappa})} \quad (\text{J.37})$$

onde $\Gamma(\cdot)$ representa a função Gama, definida por:

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} \cdot e^{-t} \cdot dt \quad (\text{J.38})$$

J.3.3 Parâmetros da distribuição obtidos a partir dos momentos-L

O parâmetro κ da equação (J.36) não pode ser estimado analiticamente. Hosking, Wallis e Wood (1985) propõem uma aproximação numérica cuja precisão é melhor do que 9×10^{-4} quando $-0,5 \leq \tau_3 \leq 0,5$. Ela é:

$$\kappa \approx 7,8590 \cdot c + 2,9554 \cdot c^2; \quad c = \frac{2}{3 + \tau_3} - \frac{\log 2}{\log 3} \quad (\text{J.39})$$

os outros parâmetros da distribuição podem ser estimados por:

$$\alpha = \frac{\lambda_2 \cdot \kappa}{(1 - 2^{-\kappa}) \cdot \Gamma(1 + \kappa)} \quad (\text{J.40})$$

$$\xi = \lambda_1 - \alpha \cdot \frac{1 - \Gamma(1 + \kappa)}{\kappa} \quad (\text{J.41})$$

J.4 Distribuição Pearson Tipo III

J.4.1 Definição:

Os três parâmetros da distribuição são: μ (posição), σ (escala) e γ (forma)

Se $\gamma \neq 0$, pode ser assumida a seguinte parametrização:

$$\alpha = \frac{4}{\gamma^2}; \quad \beta = \frac{1}{2} \cdot \sigma \cdot |\gamma|; \quad \xi = \mu - 2 \cdot \frac{\sigma}{\gamma} \quad (\text{J.42})$$

Amplitude de variação da variável aleatória X :

- Se $\gamma > 0$; $\xi \leq x < \infty$, a função de densidade de probabilidade $f(\cdot)$ e função de probabilidades acumuladas $F(\cdot)$ são definidas por:

$$f(x) = \frac{(x - \xi)^{\alpha-1} \cdot e^{-(x-\xi)/\beta}}{\beta^\alpha \cdot \Gamma(\alpha)}; \quad F(x) = \frac{G\left(\alpha; \frac{x - \xi}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \quad (\text{J.43})$$

- Se $\gamma < 0$; $-\infty < x \leq \xi$;

$$f(x) = \frac{(\xi - x)^{\alpha-1} \cdot e^{-(\xi-x)/\beta}}{\beta^\alpha \cdot \Gamma(\alpha)}; \quad F(x) = 1 - \frac{G\left(\alpha; \frac{\xi - x}{\beta}\right)}{\Gamma(\alpha)} \quad (\text{J.44})$$

sendo que, $\Gamma(\cdot)$ é a função Gama definida pela equação (J.38) e $G(\alpha; x)$ é a função Gama incompleta, cuja formulação é a seguinte:

$$G(\alpha; x) = \int_0^x t^{\alpha-1} \cdot e^{-t} \cdot dt \quad (\text{J.45})$$

- Se $\gamma = 0$; $-\infty < x < \infty$. Logo, é a distribuição Normal

$$f(x) = \phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right); \quad F(x) = \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \quad (\text{J.46})$$

sendo que, $\phi(\cdot)$ e $\Phi(\cdot)$ foram definida anteriormente, mediante a equação (J.3).

Em nenhuma das alternativas citadas anteriormente, existe solução analítica explícita para estimar os quartis da distribuição $x(F)$. Hosking (1996) as determina usando aproximações numéricas que utilizam os parâmetros da distribuição estimados mediante os momentos-L.

J.4.2 Momentos-L obtidos a partir dos parâmetros da distribuição

Em caso de ser utilizada a padronização padrão as formulações dos momentos-L assumem expressões mais simples. Neste trabalho foi utilizada a padronização definida para $\gamma > 0$. Caso prefira-se a padronização usada para $\gamma < 0$ (equação J.44) os resultados obtidos resultam da mudança do sinal de λ_1 , τ_3 e ξ .

Assumindo a padronização padrão para $\gamma > 0$, os momentos-L podem ser estabelecidos para todo valor de α definido no intervalo de $0 < \alpha < \infty$.

$$\lambda_1 = \xi + \alpha \cdot \beta \quad (\text{J.47})$$

$$\lambda_2 = \frac{\beta}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{\Gamma\left(\alpha + \frac{1}{2}\right)}{\Gamma(\alpha)} \quad (\text{J.48})$$

$$\tau_3 = 6 \cdot I_{1/3}(\alpha; 2\alpha) - 3 \quad (\text{J.49})$$

sendo que $I_x(p, q)$ representa a razão da função Beta incompleta, definida da seguinte forma:

$$I_x(p; q) = \frac{\Gamma(p+q)}{\Gamma(p)\Gamma(q)} \cdot \int_0^x t^{p-1} \cdot (1-t)^{q-1} \cdot dt \quad (\text{J.50})$$

Para a determinação de τ_4 não existe uma formulação simples. Porém pode ser utilizada uma função aproximada para expressar τ_3 e τ_4 em função de α . Estas aproximações possuem precisão da ordem de 10^{-6} .

- Para $\alpha \geq 1$

$$\tau_3 \approx \frac{1}{\sqrt{\alpha}} \cdot \frac{A_0 + A_1 \cdot \alpha^{-1} + A_2 \cdot \alpha^{-2} + A_3 \cdot \alpha^{-3}}{1 + B_1 \cdot \alpha^{-1} + B_2 \cdot \alpha^{-2}} \quad (J.51)$$

$$\tau_4 \approx \frac{C_0 + C_1 \cdot \alpha^{-1} + C_2 \cdot \alpha^{-2} + C_3 \cdot \alpha^{-3}}{1 + D_1 \cdot \alpha^{-1} + D_2 \cdot \alpha^{-2}} \quad (J.52)$$

- Para $\alpha < 1$

$$\tau_3 \approx \frac{1 + E_1 \cdot \alpha + E_2 \cdot \alpha^2 + E_3 \cdot \alpha^3}{1 + F_1 \cdot \alpha + F_2 \cdot \alpha^2 + F_3 \cdot \alpha^3} \quad (J.53)$$

$$\tau_4 \approx \frac{1 + G_1 \cdot \alpha + G_2 \cdot \alpha^2 + G_3 \cdot \alpha^3}{1 + H_1 \cdot \alpha + H_2 \cdot \alpha^2 + H_3 \cdot \alpha^3} \quad (J.54)$$

Os coeficientes de aproximação das equações (J.51) a (J.54) são apresentados na tabela J.2, mostrada na seqüência.

Tabela J.2 Coeficientes de aproximação das equações (J.51) a (J.54).

$A_0 = 3,2573501 \times 10^{-1}$	$C_0 = 1,2260172 \times 10^{-1}$
$A_1 = 1,6869150 \times 10^{-1}$	$C_1 = 5,3730130 \times 10^{-2}$
$A_2 = 7,8327243 \times 10^{-2}$	$C_2 = 4,3384378 \times 10^{-2}$
$A_3 = -2,9120539 \times 10^{-3}$	$C_3 = 1,1101277 \times 10^{-2}$
$B_1 = 4,6697102 \times 10^{-1}$	$D_1 = 1,8324466 \times 10^{-1}$
$B_2 = 2,4255406 \times 10^{-1}$	$D_2 = 2,0166036 \times 10^{-1}$
$E_1 = 2,3807576$	$G_1 = 2,1235833$
$E_2 = 1,5931792$	$G_2 = 4,1670213$
$E_3 = 1,1618371 \times 10^{-1}$	$G_3 = 3,1925299$
$F_1 = 5,1533299$	$H_1 = 9,0551443$
$F_2 = 7,1425260$	$H_2 = 2,6649995 \times 10^{+1}$
$F_3 = 1,9745056$	$H_3 = 2,6193668 \times 10^{+1}$

J.4.3 Parâmetros da distribuição estimados a partir dos momentos-L

Para estimar o valor de α , a equação (3.63) deve ser resolvida em função de α . Para isto é substituído o valor de τ_3 por $|\tau_3|$ possibilitando assim a obtenção de uma solução quando $\tau_3 < 0$. As seguintes aproximações possuem uma precisão relativa maior do que 5×10^{-5} para todos os valores de α . Dependendo do intervalo de variação de $|\tau_3|$, diferentes parametrizações são propostas. Elas são:

- Se $0 < |\tau_3| < \frac{1}{3}$, faça $z = 3\pi.\tau_3^2$ e use

$$\alpha \approx \frac{1 + 0,2906.z}{z + 0,1882.z^2 + 0,0442.z^3} \quad (J.55)$$

- Se $\frac{1}{3} \leq |\tau_3| < 1$, faça $z = 1 - |\tau_3|$ e use

$$\alpha \approx \frac{0,36067.z - 0,59567.z^2 + 0,25361.z^3}{1 - 2,78861.z + 2,56096.z^2 - 0,77045.z^3} \quad (J.56)$$

conhecido o valor de α os outros parâmetros podem ser estimados a partir de:

$$\gamma = \frac{2}{\sqrt{\alpha}} \cdot \text{sign}(\tau_3); \quad \sigma = \lambda_2 \cdot \sqrt{\pi} \cdot \sqrt{\alpha} \cdot \frac{\Gamma(\alpha)}{\Gamma\left(\alpha + \frac{1}{2}\right)}; \quad \mu = \lambda_1 \quad (J.57)$$

J.5 Distribuição Gumbel (Extremo - Tipo I)

J.5.1 Definição:

Os dois parâmetros da distribuição são: ξ (posição), α (escala)

A amplitude de variação da variável aleatória X é: $-\infty < x < \infty$

A função de densidade de probabilidades é definida por:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \cdot \exp\left\{-\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right\} \cdot \exp\left[-\exp\left\{-\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right\}\right] \quad (J.58)$$

e, a função de probabilidades acumuladas é representada da seguinte forma:

$$F(x) = \exp\left[-\exp\left\{-\left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right\}\right] \quad (J.59)$$

Os quartis da distribuição podem ser estimados mediante a seguinte expressão:

$$x(F_{(x)}) = \xi - \alpha \cdot \log(-\log F_{(x)}) \quad (J.60)$$

J.5.2 Momentos-L estimados a partir dos parâmetros da distribuição

$$\lambda_l = \xi + \alpha \cdot \gamma \quad (J.61)$$

$$\lambda_2 = \alpha \cdot \log 2 \quad (\text{J.62})$$

$$\tau_3 = 0,1699 = \frac{\log(9/8)}{\log 2} \quad (\text{J.63})$$

$$\tau_4 = 0,1504 = \frac{16 \cdot \log 2 - 10 \cdot \log 3}{\log 2} \quad (\text{J.64})$$

sendo, γ a constante de Euler, igual a 0,5772....

J.5.3 Parâmetros da distribuição estimados a partir dos momentos-L

$$\alpha = \frac{\lambda_2}{\log 2} \quad (\text{J.65})$$

$$\xi = \lambda_1 - \gamma \cdot \alpha \quad (\text{J.66})$$

ANEXO K

**COEFICIENTES-L DAS SÉRIES DE VAZÕES
SELECIONADAS**

Tabela K.1 Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de cheia.

ID	Código ANEEL	NObs	Dados Originais					Logaritmo natural dos dados				
			b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4
1	70100000	27	238,382	146,669	109,018	87,537	73,402	5,398	2,814	1,917	1,458	1,177
2	70200000	39	1356,300	887,464	681,310	560,445	479,702	7,068	3,689	2,514	1,912	1,545
3	70300000	59	498,297	325,031	248,157	203,214	173,174	6,061	3,191	2,180	1,660	1,343
4	70500000	56	339,689	220,444	167,604	137,110	117,037	5,679	2,998	2,049	1,560	1,262
5	70700000	59	2211,231	1421,998	1075,276	873,204	739,029	7,572	3,936	2,673	2,028	1,635
6	71200000	40	188,650	108,332	77,559	60,960	50,468	5,207	2,678	1,811	1,370	1,103
7	71250000	34	99,662	56,383	40,071	31,371	25,923	4,576	2,353	1,591	1,204	0,970
8	71300000	33	161,876	89,896	62,561	48,078	39,063	5,065	2,592	1,743	1,314	1,055
9	71350000	33	338,133	210,144	158,345	129,175	110,142	5,736	2,983	2,032	1,546	1,251
10	71350001	11	323,882	183,383	129,671	100,540	82,227	5,757	2,946	1,985	1,498	1,203
11	71380000	15	401,267	244,886	179,638	143,638	120,495	5,917	3,078	2,087	1,583	1,277
12	71383000	45	480,700	290,762	212,301	168,515	140,323	6,106	3,163	2,143	1,623	1,307
13	71385000	14	6,993	4,492	3,411	2,803	2,410	1,821	1,058	0,753	0,589	0,487
14	71490000	34	96,115	60,661	45,181	36,370	30,671	4,451	2,367	1,620	1,234	0,998
15	71495000	9	38,578	23,117	16,897	13,406	11,136	3,604	1,902	1,303	0,993	0,803
16	71496000	20	72,210	46,233	34,874	28,339	24,092	4,159	2,225	1,531	1,170	0,948
17	71498000	62	659,736	424,598	323,667	266,318	228,796	6,354	3,323	2,263	1,721	1,392
18	71550000											
19	71800000	21	1980,476	1305,119	999,391	821,510	703,621	7,431	3,886	2,645	2,009	1,623
20	72300000	20	4836,160	3153,777	2405,439	1971,820	1685,139	8,343	4,332	2,940	2,230	1,799
21	72400000	21	271,476	158,664	113,021	88,234	72,714	5,557	2,870	1,938	1,464	1,177
22	72430000	46	366,263	217,451	158,111	125,676	104,997	5,847	3,020	2,044	1,549	1,248
23	72530000	44	181,702	115,599	87,074	70,886	60,349	5,079	2,682	1,833	1,396	1,130
24	72580000	33	390,212	241,460	176,314	139,197	115,154	5,870	3,069	2,083	1,577	1,269
25	72630000	45	822,416	508,356	378,420	305,768	258,886	6,624	3,431	2,326	1,764	1,423
26	72680000	63	1190,956	769,109	587,910	484,050	415,361	6,944	3,619	2,463	1,873	1,514
27	72715000											
28	72750000	23	381,087	245,836	183,373	146,515	122,145	5,802	3,066	2,092	1,588	1,280
29	72810000	26	765,365	488,047	370,027	303,762	260,497	6,508	3,401	2,313	1,759	1,422
30	72849000	15	1386,680	851,951	635,006	512,971	432,473	7,161	3,693	2,503	1,899	1,531
31	72870000											
32	72980000	60	1517,650	978,488	735,396	595,136	502,925	7,169	3,752	2,548	1,933	1,558
33	73010000	59	8168,339	5433,460	4171,784	3428,403	2930,876	8,808	4,594	3,118	2,365	1,907
34	73150000	15	199,480	114,063	81,247	63,613	52,465	5,267	2,707	1,828	1,383	1,113
35	73180000	47	385,064	240,561	178,084	142,679	119,727	5,849	3,061	2,081	1,579	1,273
36	73200000	43	8550,372	5427,923	4088,059	3318,848	2811,801	8,941	4,609	3,119	2,362	1,902
37	73300000	44	187,646	112,045	81,787	65,243	54,694	5,173	2,686	1,822	1,383	1,116
38	73330000	44	355,427	228,204	173,465	142,382	122,087	5,741	3,015	2,057	1,567	1,268
39	73350000	33	561,303	347,770	258,439	208,156	175,427	6,242	3,245	2,203	1,672	1,349
40	73480000	34	791,368	540,775	428,978	361,641	315,025	6,470	3,409	2,340	1,791	1,454
41	73550000	63	10305,111	6742,351	5149,554	4219,573	3600,531	9,082	4,706	3,190	2,417	1,949
42	73600000	42	425,719	269,211	201,837	163,121	137,577	5,944	3,111	2,119	1,611	1,301
43	73610000	9	467,778	332,986	265,575	223,056	193,264	5,896	3,179	2,198	1,685	1,368
44	73690001	25	296,252	201,033	154,755	126,987	108,353	5,464	2,942	2,022	1,543	1,249
45	73700000	26	267,627	168,859	124,105	98,216	81,224	5,458	2,887	1,965	1,490	1,200
46	73730000											
47	73750000	18	1437,944	901,085	671,481	542,419	459,362	7,172	3,719	2,520	1,909	1,539
48	73765000	27	218,730	149,546	116,752	97,014	83,592	5,165	2,785	1,921	1,471	1,194
49	73770000	21	1534,362	925,097	670,222	527,936	436,209	7,267	3,747	2,529	1,911	1,536
50	73780000	27	456,819	289,799	217,238	176,104	149,305	6,004	3,148	2,142	1,628	1,315
51	73820000	43	456,135	283,041	210,596	169,578	142,840	6,032	3,140	2,134	1,620	1,307
52	73850000	27	1969,741	1293,432	983,699	799,802	676,913	7,432	3,885	2,644	2,007	1,619
53	73900000	42	161,931	99,149	72,696	57,878	48,327	5,004	2,623	1,784	1,355	1,093
54	73960000	29	2380,393	1486,377	1106,462	891,667	751,840	7,678	3,970	2,688	2,036	1,640
55	73970000	19	2041,000	1266,547	936,724	750,119	628,894	7,533	3,895	2,636	1,995	1,606
56	74100000	56	12698,804	8299,035	6352,623	5231,258	4491,063	9,285	4,807	3,256	2,467	1,989
57	74205000	43	188,777	114,804	83,724	66,590	55,676	5,152	2,698	1,832	1,389	1,121
58	74210000	15	895,600	575,657	429,220	343,664	287,022	6,661	3,496	2,376	1,802	1,451
59	74270000	61	2168,164	1413,936	1066,464	864,126	731,002	7,508	3,932	2,671	2,025	1,632
60	74295000	27	178,789	116,959	89,112	72,883	62,132	5,035	2,682	1,840	1,405	1,138

(continua)

Tabela K.1 Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de cheia (continuação).

ID	Código ANEEL	NObs	Dados Originais					Logaritmo natural dos dados				
			b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4
61	74310000	9	434,556	292,958	225,758	186,171	160,189	5,898	3,143	2,153	1,642	1,329
62	74320000	37	366,038	244,017	190,508	159,159	138,195	5,732	3,026	2,075	1,586	1,286
63	74345000	15	90,607	62,902	50,014	42,170	36,751	4,291	2,342	1,633	1,260	1,029
64	74370000	39	640,562	408,865	307,526	249,025	210,452	6,341	3,317	2,258	1,716	1,385
65	74420000	10	136,300	78,144	56,072	44,273	36,887	4,887	2,516	1,703	1,290	1,041
66	74450000	19	89,153	56,745	42,829	34,832	29,589	4,382	2,330	1,601	1,223	0,992
67	74460000	27	59,682	35,837	26,147	20,805	17,401	4,027	2,117	1,444	1,099	0,888
68	74470000	39	384,631	243,745	183,329	148,860	126,218	5,840	3,059	2,084	1,586	1,282
69	74600000	54	616,519	375,615	276,198	220,640	184,747	6,349	3,288	2,228	1,689	1,361
70	74700000	60	271,102	173,050	128,489	102,877	86,147	5,451	2,893	1,972	1,498	1,209
71	74750000	39	140,964	88,037	65,121	52,115	43,682	4,846	2,559	1,746	1,327	1,072
72	74800000	25	17662,240	11276,018	8431,706	6786,049	5704,561	9,656	4,980	3,366	2,545	2,047
73	74880000	61	203,189	120,386	87,464	69,589	58,274	5,257	2,723	1,845	1,399	1,128
74	74900000	33	395,364	222,825	156,268	120,979	99,126	5,952	3,044	2,047	1,543	1,239
75	75155000	58	419,597	268,389	204,539	168,202	144,297	5,916	3,095	2,111	1,608	1,301
76	75185000	33	133,033	86,570	66,593	55,215	47,792	4,745	2,518	1,728	1,321	1,072
77	75200000	55	177,707	106,108	76,464	60,167	49,841	5,103	2,663	1,804	1,366	1,100
78	75205000	24	222,254	135,375	100,234	80,704	68,151	5,334	2,775	1,887	1,434	1,159
79	75230000	56	958,927	612,993	470,647	391,566	340,496	6,729	3,492	2,372	1,803	1,457
80	75270000	9	313,444	222,653	179,944	153,359	134,991	5,516	2,967	2,059	1,584	1,290
81	75295000	23	616,826	374,340	269,647	210,123	171,581	6,347	3,294	2,227	1,682	1,350
82	75300000	28	1322,857	818,115	604,338	483,625	405,566	7,098	3,674	2,488	1,883	1,516
83	75320000	39	1523,328	940,412	693,824	555,584	466,112	7,230	3,745	2,535	1,919	1,545
84	75350000	7	1315,957	756,733	544,550	430,181	357,545	7,157	3,653	2,462	1,861	1,497
85	75400000	51	525,318	340,148	258,347	211,263	180,335	6,119	3,216	2,193	1,668	1,348
86	75430000	37	330,865	207,167	155,600	126,411	107,332	5,706	2,978	2,029	1,544	1,248
87	75450000	40	994,515	641,371	485,498	393,191	330,946	6,772	3,536	2,409	1,831	1,477
88	75500000	56	1056,438	665,136	499,312	404,180	341,468	6,860	3,562	2,420	1,836	1,481
89	75550000	27	17125,889	10683,893	8008,616	6516,581	5549,477	9,652	4,951	3,343	2,529	2,037
90	75700000	21	1360,452	946,423	734,329	600,080	506,468	6,950	3,704	2,541	1,935	1,562
91	76085000	20	768,450	454,732	326,825	255,431	209,454	6,593	3,393	2,291	1,730	1,390
92	76100000	54	860,963	517,072	372,373	292,789	242,352	6,677	3,456	2,333	1,762	1,417
93	76120000	28	636,464	376,044	270,777	213,247	176,749	6,403	3,298	2,227	1,683	1,354
94	76200000	23	794,570	454,089	319,145	245,874	199,816	6,645	3,399	2,286	1,722	1,381
95	76250000	25	155,644	89,238	62,217	47,816	38,886	4,991	2,587	1,742	1,313	1,054
96	76300000	31	791,184	494,353	360,522	284,339	234,984	6,536	3,428	2,322	1,756	1,412
97	76310000	33	1936,209	1262,060	957,544	782,518	667,831	7,394	3,873	2,631	1,997	1,611
98	76360001	11	297,273	174,909	126,034	98,826	81,258	5,653	2,917	1,974	1,493	1,201
99	76380000	40	368,730	254,294	201,849	170,424	148,919	5,683	3,031	2,087	1,600	1,301
100	76440000	58	944,216	589,477	439,196	354,852	300,279	6,745	3,504	2,376	1,802	1,453
101	76460000	39	532,205	331,955	248,940	202,637	172,718	6,176	3,212	2,182	1,657	1,339
102	76470000	10	304,370	164,409	111,529	84,271	67,691	5,704	2,897	1,938	1,455	1,165
103	76490000	29	1098,035	683,586	507,440	407,943	343,497	6,908	3,583	2,429	1,841	1,483
104	76500000	36	2475,750	1505,690	1098,498	869,035	720,564	7,741	3,986	2,692	2,034	1,636
105	76550000	14	83,986	51,926	37,898	29,954	24,786	4,335	2,304	1,571	1,194	0,963
106	76560000	30	2936,367	1804,772	1320,374	1045,051	866,384	7,901	4,075	2,753	2,080	1,672
107	76600000	16	2604,250	1619,579	1207,221	974,583	822,877	7,780	4,015	2,718	2,059	1,659
108	76630000	7	289,286	168,643	119,971	93,236	76,571	5,632	2,904	1,960	1,479	1,189
109	76650000	36	514,528	338,236	261,503	217,150	187,676	6,089	3,200	2,188	1,669	1,352
110	76700000	19	482,211	280,506	198,170	153,640	125,809	6,126	3,157	2,126	1,603	1,287
111	76742000	21	344,186	215,591	159,219	127,354	106,707	5,732	3,010	2,046	1,552	1,252
112	76750000	58	994,181	585,088	416,538	324,139	265,784	6,841	3,522	2,373	1,790	1,437
113	76800000	41	4119,439	2562,399	1885,528	1498,645	1246,687	8,226	4,247	2,870	2,169	1,744
114	77150000											
115	77500000	17	1195,224	745,665	547,359	436,193	364,831	6,964	3,633	2,459	1,861	1,498
116	85400000											
117	85438000	23	257,844	158,613	116,361	92,716	77,401	5,459	2,860	1,942	1,474	1,188
118	85460000	31	105,394	63,343	45,798	36,072	29,844	4,588	2,406	1,635	1,240	0,999
119	85470000	34	333,382	218,960	166,554	135,402	114,477	5,653	2,996	2,052	1,563	1,264
120	85480000	31	530,194	332,566	247,866	199,036	167,014	6,174	3,219	2,190	1,662	1,340

(continua)

Tabela K.1 Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de cheia (continuação).

ID	Código ANEEL	NObs	Dados Originais					Logaritmo natural dos dados				
			<i>b</i> 0	<i>b</i> 1	<i>b</i> 2	<i>b</i> 3	<i>b</i> 4	<i>b</i> 0	<i>b</i> 1	<i>b</i> 2	<i>b</i> 3	<i>b</i> 4
121	85580000	17	490,000	286,309	205,694	161,556	133,376	6,153	3,164	2,137	1,615	1,299
122	85600000	59	753,295	456,952	329,847	258,430	212,616	6,541	3,392	2,293	1,733	1,392
123	85610000	18	51,544	33,093	24,723	19,956	16,894	3,801	2,063	1,420	1,084	0,879
124	85615000	12	61,117	38,710	28,491	22,611	18,794	3,994	2,153	1,476	1,123	0,907
125	85620000	19	230,011	141,576	103,683	82,192	68,298	5,357	2,803	1,905	1,445	1,164
126	85623000	17	230,677	140,383	101,779	80,297	66,666	5,364	2,803	1,901	1,439	1,159
127	85630000	16	238,219	143,127	103,142	81,202	67,376	5,405	2,815	1,906	1,442	1,161
128	85642000											
129	85650000	12	2812,333	1737,833	1309,605	1069,848	913,159	7,865	4,043	2,740	2,079	1,678
130	85730000	16	502,500	311,975	232,532	187,859	158,806	6,134	3,190	2,168	1,647	1,330
131	85740000	16	576,313	327,713	232,663	181,715	149,822	6,330	3,235	2,179	1,645	1,322
132	85780000	14	208,214	119,511	86,768	69,331	58,384	5,306	2,722	1,843	1,398	1,129
133	85830000											
134	85850000	25	143,200	82,646	58,561	45,401	37,089	4,927	2,546	1,720	1,299	1,044
135	85900000	53	3740,260	2304,795	1711,847	1377,479	1160,061	8,144	4,188	2,832	2,143	1,725
136	86100000	60	546,533	347,053	261,138	211,828	179,425	6,188	3,234	2,202	1,673	1,351
137	86160000	58	410,553	257,524	190,132	151,627	126,550	5,903	3,096	2,104	1,596	1,286
138	86340000	24	71,096	43,978	32,049	25,337	21,011	4,153	2,220	1,515	1,151	0,929
139	86410000	45	1008,600	664,540	508,185	416,099	354,549	6,751	3,547	2,419	1,840	1,487
140	86420000	41	102,688	65,226	48,970	39,615	33,458	4,516	2,401	1,646	1,256	1,017
141	86440000	62	1344,226	905,758	699,963	576,661	493,378	7,000	3,691	2,521	1,919	1,551
142	86480000	44	503,227	308,140	226,627	180,976	151,388	6,137	3,189	2,163	1,640	1,322
143	86500000	56	706,643	454,892	344,977	281,201	238,764	6,427	3,364	2,292	1,743	1,408
144	86510000											
145	86560000	59	706,061	447,051	333,936	269,136	226,584	6,425	3,365	2,288	1,736	1,401
146	86580000	59	1011,390	662,292	506,276	415,413	355,059	6,759	3,545	2,416	1,837	1,485
147	86700000	56	273,477	184,466	142,092	116,562	99,235	5,389	2,897	1,992	1,521	1,232
148	86720000											
149	86745000	38	611,079	389,529	293,098	238,013	201,814	6,272	3,293	2,241	1,703	1,375
150	87040000	13	6603,508	4008,446	2900,646	2274,805	1871,507	8,727	4,481	3,019	2,277	1,828
151	87160000	55	570,091	352,025	255,735	201,475	166,662	6,219	3,259	2,207	1,669	1,343
152	87170000	55	780,046	482,335	355,127	283,418	236,791	6,555	3,412	2,313	1,752	1,411
153	87250000	23	213,744	123,175	88,519	69,923	58,190	5,329	2,741	1,853	1,403	1,131
154	87316000	14	51,129	29,524	21,087	16,458	13,504	3,902	2,030	1,379	1,045	0,842
155	87317030	20	182,610	108,153	78,597	62,257	51,725	5,159	2,673	1,814	1,375	1,109
156	87317060	21	95,343	56,183	40,515	31,970	26,562	4,508	2,347	1,593	1,208	0,974
157	87372000	14	84,014	47,553	33,203	25,546	20,820	4,402	2,273	1,532	1,156	0,928
158	87380000	54	370,876	223,811	162,720	128,420	106,279	5,848	3,034	2,056	1,557	1,253
159	87382000	27	566,422	373,635	288,584	237,957	203,564	6,189	3,253	2,227	1,699	1,376
160	87399000	25	115,604	71,802	53,177	42,700	35,911	4,655	2,458	1,678	1,277	1,033
161	87400000	55	134,784	86,750	65,578	53,194	44,941	4,774	2,538	1,742	1,329	1,076
162	87590000											
163	87865000											
164	87905000	36	2844,319	1760,610	1291,629	1025,651	852,872	7,856	4,061	2,745	2,075	1,669
165	88220000	21	758,652	462,826	337,391	268,051	223,752	6,536	3,398	2,298	1,739	1,400
166	88550000	12	649,333	397,326	287,730	225,639	185,940	6,397	3,324	2,249	1,699	1,366
167	88575000											
168	88680000	20	1773,350	1116,416	818,752	646,797	534,680	7,363	3,833	2,595	1,961	1,577
169	88750000	36	61,111	37,659	27,700	22,127	18,531	4,020	2,138	1,462	1,114	0,901
170	88850000	36	241,492	149,038	109,090	86,508	71,944	5,388	2,827	1,921	1,457	1,174

Tabela K.2 Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de longo prazo.

ID	Código ANEEL	NObs	Dados Originais					Logaritmo natural dos dados				
			b0	b1	b2	b3	b4	b0	b1	b2	b3	b4
1	70100000	26	16,567	9,684	7,025	5,582	4,666	2,765	1,465	1,006	0,770	0,625
2	70200000	38	79,284	47,169	34,214	27,057	22,493	4,318	2,256	1,535	1,166	0,941
3	70300000	56	29,245	17,804	13,054	10,397	8,677	3,296	1,765	1,212	0,926	0,750
4	70500000	56	18,610	11,844	8,889	7,197	6,091	2,801	1,546	1,076	0,828	0,675
5	70700000	56	201,352	121,337	88,664	70,528	58,835	5,235	2,726	1,851	1,405	1,133
6	71200000	38	30,703	18,383	13,434	10,701	8,950	3,365	1,782	1,221	0,932	0,755
7	71250000	36	13,086	7,557	5,390	4,215	3,473	2,534	1,348	0,923	0,704	0,569
8	71300000	55	51,987	31,226	22,802	18,149	15,165	3,884	2,047	1,398	1,064	0,861
9	71350000	33	79,867	48,490	35,712	28,635	24,107	4,308	2,261	1,542	1,174	0,949
10	71350001	15	93,000	55,251	40,299	32,069	26,834	4,484	2,336	1,590	1,208	0,976
11	71380000											
12	71383000	42	114,933	68,464	49,520	39,034	32,335	4,687	2,444	1,660	1,259	1,014
13	71385000	11	0,706	0,446	0,333	0,268	0,225	-0,455	-0,082	-0,012	0,012	0,021
14	71490000	37	9,805	5,838	4,218	3,326	2,758	2,224	1,214	0,839	0,643	0,522
15	71495000	9	4,363	2,632	1,913	1,512	1,257	1,417	0,817	0,577	0,447	0,366
16	71496000	16	11,731	6,967	5,046	3,988	3,309	2,411	1,303	0,899	0,689	0,559
17	71498000	60	86,751	53,916	40,037	32,214	27,143	4,362	2,311	1,580	1,204	0,974
18	71550000	51	252,292	154,366	114,019	91,518	77,051	5,451	2,839	1,930	1,465	1,183
19	71800000	19	284,737	168,137	119,615	92,992	76,211	5,595	2,899	1,958	1,478	1,188
20	72300000	17	747,059	439,625	319,262	254,012	212,691	6,572	3,374	2,279	1,725	1,390
21	72400000	20	31,610	19,494	14,167	11,159	9,225	3,358	1,814	1,244	0,947	0,765
22	72430000	45	42,044	25,552	18,618	14,760	12,287	3,658	1,948	1,332	1,014	0,820
23	72530000	41	14,030	8,616	6,344	5,071	4,247	2,556	1,400	0,970	0,745	0,606
24	72580000	32	31,134	18,778	13,673	10,859	9,066	3,368	1,795	1,229	0,937	0,758
25	72630000	43	70,756	42,447	30,805	24,372	20,267	4,194	2,204	1,501	1,140	0,920
26	72680000	62	97,584	60,590	45,016	36,263	30,574	4,480	2,370	1,620	1,234	0,999
27	72715000	20	23,098	14,013	10,299	8,239	6,910	3,071	1,646	1,133	0,867	0,704
28	72750000	22	29,623	19,404	14,602	11,819	9,993	3,183	1,794	1,244	0,955	0,776
29	72810000	25	51,208	31,140	22,727	18,078	15,111	3,856	2,047	1,398	1,064	0,861
30	72849000	17	107,578	63,954	46,617	37,096	31,016	4,628	2,409	1,638	1,244	1,005
31	72870000	25	12,397	7,884	5,950	4,833	4,093	2,408	1,342	0,943	0,730	0,597
32	72980000	59	116,059	71,443	52,419	41,776	34,927	4,658	2,458	1,675	1,273	1,028
33	73010000	57	907,614	552,039	405,437	323,885	271,364	6,730	3,481	2,356	1,784	1,437
34	73150000											
35	73180000	45	24,833	15,149	11,123	8,879	7,439	3,134	1,683	1,157	0,885	0,717
36	73200000	37	957,000	562,914	403,662	316,319	260,873	6,813	3,501	2,361	1,783	1,433
37	73300000	46	19,203	11,586	8,516	6,812	5,714	2,890	1,549	1,068	0,818	0,665
38	73330000	43	30,042	18,339	13,539	10,869	9,149	3,326	1,776	1,221	0,934	0,758
39	73350000	29	53,927	32,470	23,884	19,151	16,107	3,925	2,064	1,411	1,076	0,872
40	73480000	32	97,734	59,706	44,192	35,529	29,910	4,508	2,366	1,615	1,231	0,996
41	73550000	56	1171,982	700,915	506,775	399,317	330,524	6,998	3,607	2,435	1,840	1,480
42	73600000	45	63,995	38,990	28,712	22,999	19,322	4,083	2,154	1,472	1,122	0,908
43	73610000	7	19,271	13,148	10,353	8,735	7,687	2,790	1,581	1,118	0,872	0,720
44	73690001	26	24,771	15,393	11,456	9,242	7,810	3,120	1,685	1,164	0,893	0,726
45	73700000	24	32,999	20,099	14,686	11,698	9,779	3,409	1,828	1,252	0,956	0,774
46	73730000	9	148,000	89,306	64,528	50,738	41,822	4,934	2,581	1,751	1,327	1,068
47	73750000	18	150,456	89,465	64,267	50,341	41,456	4,955	2,582	1,749	1,324	1,066
48	73765000	25	8,872	5,649	4,252	3,459	2,942	2,064	1,176	0,829	0,643	0,528
49	73770000	19	185,536	111,790	82,302	65,888	55,208	5,163	2,683	1,825	1,387	1,120
50	73780000	23	18,797	11,798	8,779	7,060	5,938	2,833	1,553	1,077	0,827	0,673
51	73820000	38	27,405	16,996	12,565	10,072	8,460	3,216	1,737	1,197	0,916	0,743
52	73850000	26	194,381	119,600	88,495	71,098	59,885	5,187	2,712	1,846	1,403	1,133
53	73900000	39	13,806	8,506	6,298	5,052	4,242	2,541	1,390	0,966	0,743	0,605
54	73960000	24	236,329	144,958	107,506	86,447	72,715	5,390	2,809	1,912	1,454	1,174
55	73970000	17	237,512	143,324	103,963	81,986	67,854	5,406	2,814	1,908	1,445	1,164
56	74100000	43	1583,535	958,418	703,076	561,407	470,084	7,292	3,758	2,540	1,922	1,548
57	74205000	43	11,229	6,882	5,038	4,005	3,341	2,332	1,290	0,895	0,688	0,559
58	74210000	13	94,069	60,503	45,629	36,990	31,243	4,425	2,366	1,625	1,242	1,006
59	74270000	60	151,570	96,228	72,256	58,549	49,548	4,899	2,594	1,775	1,353	1,095
60	74295000	21	10,207	6,249	4,616	3,700	3,105	2,250	1,240	0,865	0,667	0,544

(continua)

Tabela K.2 Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de longo prazo (continuação).

ID	Código ANEEL	NObs	Dados Originais					Logaritmo natural dos dados				
			<i>b</i> 0	<i>b</i> 1	<i>b</i> 2	<i>b</i> 3	<i>b</i> 4	<i>b</i> 0	<i>b</i> 1	<i>b</i> 2	<i>b</i> 3	<i>b</i> 4
61	74310000											
62	74320000	35	19,045	11,826	8,744	7,013	5,897	2,849	1,556	1,076	0,825	0,671
63	74345000	14	15,271	9,767	7,400	6,084	5,238	2,599	1,448	1,010	0,782	0,641
64	74370000	38	66,145	40,736	30,023	24,003	20,101	4,105	2,176	1,489	1,134	0,918
65	74420000	8	8,563	4,902	3,435	2,652	2,165	2,115	1,138	0,776	0,590	0,476
66	74450000	19	16,295	10,104	7,528	6,082	5,143	2,705	1,475	1,024	0,788	0,642
67	74460000	26	15,810	9,443	6,811	5,358	4,430	2,698	1,455	1,000	0,763	0,618
68	74470000	37	43,441	26,872	19,925	16,010	13,460	3,681	1,965	1,350	1,032	0,836
69	74600000	55	53,886	34,081	25,504	20,589	17,361	3,873	2,078	1,430	1,093	0,886
70	74700000	59	29,439	18,655	13,960	11,257	9,476	3,266	1,776	1,229	0,943	0,766
71	74750000	37	8,776	5,435	4,005	3,191	2,663	2,082	1,168	0,818	0,631	0,514
72	74800000	16	1906,250	1120,600	803,691	630,485	520,395	7,506	3,847	2,591	1,956	1,571
73	74880000	57	20,834	12,860	9,448	7,517	6,264	2,945	1,600	1,105	0,845	0,685
74	74900000	31	38,284	24,317	18,065	14,446	12,067	3,524	1,913	1,319	1,008	0,817
75	75155000	61	52,689	32,398	23,782	18,912	15,747	3,876	2,063	1,413	1,076	0,870
76	75185000	32	16,271	9,887	7,213	5,709	4,739	2,716	1,473	1,016	0,777	0,630
77	75200000	52	21,179	13,140	9,112	7,769	6,503	2,958	1,608	1,112	0,852	0,692
78	75205000	24	26,937	16,440	12,053	9,585	7,991	3,220	1,726	1,187	0,906	0,734
79	75230000	55	137,251	85,508	63,469	50,923	42,717	4,824	2,543	1,736	1,321	1,068
80	75270000	9	24,278	15,472	11,723	9,621	8,291	3,088	1,681	1,167	0,899	0,735
81	75295000	23	67,330	41,736	30,788	24,588	20,565	4,121	2,189	1,498	1,141	0,923
82	75300000	28	192,407	119,549	88,973	71,703	60,431	5,168	2,710	1,848	1,406	1,136
83	75320000	38	261,824	162,528	119,466	94,939	78,979	5,468	2,869	1,951	1,480	1,193
84	75350000											
85	75400000	51	26,155	16,458	12,236	9,816	8,229	3,154	1,718	1,188	0,910	0,739
86	75430000	36	19,507	12,013	8,863	7,091	5,947	2,887	1,565	1,081	0,829	0,673
87	75450000	39	86,923	54,200	39,936	31,771	26,438	4,362	2,318	1,585	1,206	0,974
88	75500000	56	122,295	76,773	57,022	45,641	38,156	4,702	2,488	1,701	1,295	1,046
89	75550000	25	2761,360	1655,483	1198,907	945,325	782,982	7,861	4,037	2,723	2,056	1,652
90	75700000	18	88,233	57,754	43,481	34,966	29,268	4,323	2,337	1,610	1,229	0,994
91	76085000	19	45,442	28,456	21,005	16,704	13,877	3,718	1,997	1,372	1,046	0,846
92	76100000	54	60,656	38,694	28,962	23,292	19,532	3,981	2,140	1,473	1,126	0,912
93	76120000	19	63,753	39,250	29,035	23,284	19,558	4,078	2,158	1,477	1,127	0,912
94	76200000											
95	76250000											
96	76300000	8	105,025	68,204	49,654	38,961	32,168	4,443	2,440	1,664	1,260	1,015
97	76310000	30	218,970	139,389	103,450	82,440	68,542	5,253	2,786	1,902	1,445	1,165
98	76360001	7	24,929	16,081	12,077	9,729	8,194	3,108	1,710	1,188	0,911	0,740
99	76380000	30	32,743	22,165	17,180	14,197	12,175	3,275	1,837	1,285	0,993	0,811
100	76440000	53	58,926	36,183	26,543	21,105	17,573	3,990	2,119	1,449	1,104	0,892
101	76460000	35	27,017	16,428	12,011	9,532	7,922	3,220	1,726	1,186	0,906	0,733
102	76470000											
103	76490000	15	95,160	59,566	44,544	36,111	30,642	4,464	2,361	1,616	1,234	1,000
104	76500000	15	561,067	347,667	256,593	204,012	169,044	6,242	3,249	2,206	1,672	1,346
105	76550000	11	9,972	5,609	3,995	3,134	2,592	2,280	1,201	0,824	0,630	0,511
106	76560000	24	591,042	372,515	276,317	220,265	183,039	6,274	3,279	2,229	1,690	1,362
107	76600000	12	538,917	338,008	254,889	208,020	176,953	6,199	3,225	2,196	1,671	1,351
108	76630000											
109	76650000	30	58,133	34,252	24,776	19,548	16,194	4,016	2,099	1,429	1,086	0,877
110	76700000											
111	76742000											
112	76750000	49	118,580	74,431	55,306	44,330	37,112	4,667	2,473	1,691	1,288	1,041
113	76800000	35	879,323	551,353	408,940	326,708	272,272	6,675	3,474	2,359	1,788	1,440
114	77150000	26	4646,269	2745,469	1995,571	1583,287	1318,855	8,396	4,289	2,891	2,183	1,756
115	77500000	12	87,619	55,435	41,165	32,956	27,614	4,368	2,329	1,596	1,215	0,982
116	85400000	60	336,217	211,158	157,258	126,475	106,308	5,711	2,992	2,038	1,548	1,250
117	85438000	16	27,697	17,481	12,883	10,257	8,559	3,205	1,754	1,210	0,924	0,748
118	85460000	23	9,387	6,148	4,687	3,830	3,263	2,090	1,210	0,860	0,669	0,550
119	85470000	31	18,053	11,406	8,459	6,747	5,619	2,780	1,535	1,067	0,819	0,664
120	85480000	27	55,329	35,010	26,064	20,917	17,543	3,898	2,095	1,440	1,100	0,890

(continua)

Tabela K.2 Coeficientes-L das séries de descargas médias anuais de longo prazo (continuação).

ID	Código ANEEL	NObs	Dados Originais					Logaritmo natural dos dados				
			<i>b0</i>	<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>b3</i>	<i>b4</i>	<i>b0</i>	<i>b1</i>	<i>b2</i>	<i>b3</i>	<i>b4</i>
121	85580000	12	74,167	47,662	35,901	28,997	24,339	4,191	2,247	1,546	1,182	0,957
122	85600000	52	111,933	73,233	55,553	45,141	38,187	4,553	2,449	1,685	1,287	1,043
123	85610000	17	1,569	0,988	0,722	0,569	0,471	0,322	0,319	0,251	0,203	0,169
124	85615000											
125	85620000	18	9,198	5,905	4,464	3,627	3,071	2,103	1,199	0,848	0,659	0,541
126	85623000	16	15,998	9,742	7,051	5,560	4,614	2,689	1,470	1,011	0,772	0,625
127	85630000	31	11,576	7,578	5,760	4,695	3,982	2,285	1,316	0,929	0,722	0,591
128	85642000	18	684,889	401,301	287,779	225,761	186,662	6,485	3,332	2,248	1,698	1,365
129	85650000											
130	85730000	12	31,033	18,808	13,834	11,017	9,169	3,375	1,794	1,234	0,943	0,763
131	85740000											
132	85780000											
133	85830000	17	21,941	12,525	8,852	6,859	5,605	3,059	1,603	1,091	0,827	0,666
134	85850000	20	15,175	8,808	6,357	5,037	4,200	2,678	1,421	0,975	0,745	0,605
135	85900000	50	819,960	520,350	389,383	313,659	263,683	6,592	3,440	2,339	1,775	1,431
136	86100000	54	40,094	23,658	16,992	13,332	11,006	3,637	1,916	1,305	0,991	0,799
137	86160000	57	24,500	15,100	11,040	8,739	7,249	3,105	1,683	1,158	0,884	0,715
138	86340000	15	8,431	5,327	3,960	3,178	2,669	2,026	1,157	0,814	0,630	0,514
139	86410000	42	69,713	42,271	30,655	24,187	20,053	4,163	2,202	1,500	1,139	0,919
140	86420000	38	9,411	5,654	4,085	3,213	2,654	2,170	1,198	0,829	0,635	0,515
141	86440000	61	86,685	53,570	39,343	31,280	26,042	4,366	2,314	1,580	1,202	0,971
142	86480000	40	32,610	19,641	14,283	11,320	9,423	3,413	1,818	1,244	0,948	0,767
143	86500000	52	42,285	25,799	18,893	15,027	12,534	3,665	1,951	1,336	1,018	0,824
144	86510000	53	359,849	223,192	164,165	130,659	108,915	5,787	3,027	2,056	1,559	1,256
145	86560000	53	47,315	29,187	21,524	17,222	14,444	3,766	2,008	1,377	1,050	0,850
146	86580000	51	62,865	38,509	28,509	22,905	19,280	4,064	2,145	1,469	1,120	0,907
147	86700000	51	10,655	6,773	5,102	4,149	3,527	2,247	1,264	0,888	0,688	0,563
148	86720000	36	436,694	271,027	200,281	160,024	133,759	5,988	3,123	2,122	1,609	1,297
149	86745000	34	24,394	14,727	10,723	8,503	7,078	3,118	1,674	1,148	0,876	0,710
150	87040000											
151	87160000	50	36,528	22,997	17,101	13,721	11,509	3,489	1,885	1,299	0,994	0,806
152	87170000	46	61,002	36,791	26,826	21,310	17,782	4,042	2,130	1,453	1,105	0,893
153	87250000	19	20,527	12,206	8,870	7,054	5,897	2,966	1,581	1,085	0,830	0,673
154	87316000											
155	87317030	12	13,926	7,911	5,574	4,313	3,524	2,608	1,375	0,937	0,711	0,573
156	87317060	17	48,806	29,593	21,603	17,137	14,260	3,820	2,023	1,383	1,053	0,851
157	87372000	12	6,998	4,179	3,043	2,411	2,008	1,895	1,047	0,731	0,563	0,459
158	87380000	54	67,635	40,727	29,506	23,260	19,268	4,144	2,183	1,487	1,129	0,911
159	87382000	21	91,429	53,672	38,617	30,412	25,199	4,470	2,326	1,578	1,197	0,965
160	87399000	25	21,196	12,745	9,260	7,311	6,057	2,992	1,603	1,101	0,840	0,680
161	87400000	55	23,958	15,130	11,369	9,209	7,781	3,070	1,669	1,159	0,891	0,726
162	87590000	15	77,493	49,561	36,676	29,213	24,303	4,196	2,274	1,558	1,186	0,958
163	87865000	14	11,146	6,897	5,082	4,049	3,378	2,330	1,291	0,900	0,692	0,563
164	87905000	33	337,609	213,067	158,522	127,467	107,254	5,702	2,998	2,041	1,550	1,251
165	88220000											
166	88550000	11	37,264	23,296	17,048	13,470	11,152	3,519	1,903	1,306	0,994	0,803
167	88575000	16	23,713	14,988	11,054	8,790	7,309	3,048	1,678	1,159	0,886	0,718
168	88680000	17	99,029	62,955	46,863	37,414	31,154	4,484	2,389	1,638	1,248	1,007
169	88750000	34	2,891	1,800	1,318	1,046	0,870	0,934	0,619	0,450	0,353	0,291
170	88850000	35	10,675	6,595	4,831	3,830	3,183	2,275	1,268	0,882	0,678	0,550

ANEXO L

**MOMENTOS-L E QUOCIENTES-L DAS SÉRIES DE VAZÕES
MÉDIAS DE CHEIAS**

Tabela L.1 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 70.

ID	Código ANEEL	N.º Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
1	70100000	27	238,381	54,957	0,23	0,23	0,03	5,398	0,229	0,04	0,09	0,00
2	70200000	39	1356,300	418,628	0,31	0,29	0,15	7,068	0,310	0,04	0,06	0,07
3	70300000	59	498,297	151,765	0,30	0,24	0,14	6,061	0,320	0,05	-0,01	0,13
4	70500000	56	339,689	101,199	0,30	0,22	0,19	5,679	0,318	0,06	-0,06	0,16
5	70700000	59	2211,231	632,765	0,29	0,21	0,09	7,572	0,299	0,04	-0,01	0,06
Média Ponderada			992,570	290,686	0,29	0,23	0,12	6,432	0,303	0,05	0,00	0,10

Tabela L.2 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 71.

ID	Código ANEEL	N.º Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
6	71200000	40	188,650	28,014	0,15	0,14	0,13	5,207	0,149	0,03	0,02	0,12
7	71250000	34	99,662	13,104	0,13	0,14	0,17	4,576	0,131	0,03	0,02	0,15
8	71300000	33	161,876	17,916	0,11	-0,12	0,09	5,065	0,119	0,02	-0,22	0,15
9	71350000	33	338,133	82,155	0,24	0,33	0,20	5,736	0,229	0,04	0,14	0,10
10	71350001	11	323,882	42,884	0,13	0,04	-0,06	5,757	0,135	0,02	-0,04	-0,08
11	71380000	15	401,267	88,505	0,22	0,11	0,24	5,917	0,239	0,04	-0,13	0,28
12	71383000	45	480,700	100,823	0,21	0,10	0,10	6,106	0,221	0,04	-0,07	0,10
13	71385000	14	6,993	1,991	0,28	0,25	0,32	1,821	0,295	0,16	-0,04	0,24
14	71490000	34	96,115	25,207	0,26	0,13	0,15	4,451	0,282	0,06	-0,10	0,10
15	71495000	9	38,578	7,656	0,20	0,16	0,00	3,604	0,200	0,06	0,04	-0,01
16	71496000	20	72,210	20,255	0,28	0,20	0,16	4,159	0,291	0,07	-0,03	0,05
17	71498000	62	659,735	189,461	0,29	0,29	0,27	6,354	0,291	0,05	-0,02	0,21
18	71550000											
19	71800000	21	1980,476	629,762	0,32	0,23	0,21	7,431	0,342	0,05	-0,06	0,16
Média Ponderada			394,336	101,173	0,26	0,22	0,20	5,363	0,225	0,04	-0,03	0,14

Tabela L.3 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 72.

ID	Código ANEEL	N _i Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
20	72300000	20	4836,160	1471,394	0,30	0,24	0,19	8,343	0,320	0,04	-0,03	0,14
21	72400000	21	271,476	45,852	0,17	-0,05	0,14	5,557	0,183	0,03	-0,20	0,15
22	72430000	46	366,263	68,638	0,19	0,15	0,19	5,847	0,192	0,03	-0,03	0,19
23	72530000	44	181,702	49,495	0,27	0,21	0,22	5,079	0,285	0,06	-0,06	0,18
24	72580000	33	390,212	92,708	0,24	-0,01	0,02	5,870	0,269	0,05	-0,18	0,05
25	72630000	45	822,416	194,295	0,24	0,22	0,21	6,624	0,237	0,04	0,00	0,15
26	72680000	63	1190,956	347,262	0,29	0,30	0,24	6,944	0,294	0,04	0,02	0,20
27	72715000											
28	72750000	23	381,087	110,585	0,29	0,06	-0,02	5,802	0,331	0,06	-0,13	-0,01
29	72810000	26	765,365	210,729	0,28	0,27	0,31	6,508	0,293	0,05	-0,07	0,32
30	72849000	15	1386,680	317,223	0,23	0,27	0,14	7,161	0,226	0,03	0,10	0,15
31	72870000											
32	72980000	60	1517,650	439,326	0,29	0,13	0,15	7,169	0,336	0,05	-0,16	0,19
Média Ponderada			991,684	274,107	0,28	0,21	0,19	6,428	0,274	0,04	-0,07	0,16

Tabela L.4 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 73.

ID	Código ANEEL	N _i Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
33	73010000	59	8168,339	2698,582	0,33	0,22	0,17	8,808	0,379	0,04	-0,12	0,19
34	73150000	15	199,480	28,646	0,14	0,09	0,14	5,267	0,146	0,03	-0,03	0,16
35	73180000	47	385,064	96,058	0,25	0,11	0,13	5,849	0,272	0,05	-0,11	0,13
36	73200000	43	8550,372	2305,474	0,27	0,22	0,14	8,941	0,277	0,03	0,00	0,11
37	73300000	44	187,645	36,444	0,19	0,17	0,22	5,173	0,198	0,04	-0,03	0,21
38	73330000	44	355,427	100,980	0,28	0,27	0,26	5,741	0,289	0,05	-0,02	0,20
39	73350000	33	561,303	134,236	0,24	0,19	0,16	6,242	0,248	0,04	-0,03	0,16
40	73480000	34	791,368	290,182	0,37	0,42	0,21	6,470	0,348	0,05	0,16	0,14
41	73550000	63	10305,111	3179,591	0,31	0,24	0,16	9,082	0,329	0,04	-0,04	0,14
42	73600000	42	425,719	112,703	0,26	0,19	0,11	5,944	0,277	0,05	-0,02	0,10
43	73610000	9	467,778	198,194	0,42	0,32	0,11	5,896	0,462	0,08	0,02	0,00
44	73690001	25	296,252	105,815	0,36	0,18	0,13	5,464	0,421	0,08	-0,14	0,11
45	73700000	26	267,627	70,092	0,26	-0,01	0,00	5,458	0,316	0,06	-0,24	0,11
46	73730000											
47	73750000	18	1437,944	364,225	0,25	0,17	0,22	7,172	0,266	0,04	-0,08	0,17
48	73765000	27	218,730	80,362	0,37	0,27	0,17	5,165	0,406	0,08	-0,06	0,15
49	73770000	21	1534,362	315,832	0,21	0,02	0,06	7,267	0,226	0,03	-0,16	0,12
50	73780000	27	456,819	122,779	0,27	0,17	0,21	6,004	0,291	0,05	-0,10	0,21
51	73820000	43	456,135	109,947	0,24	0,20	0,13	6,032	0,247	0,04	-0,01	0,10
52	73850000	27	1969,741	617,123	0,31	0,18	0,06	7,432	0,338	0,05	-0,04	0,02
53	73900000	42	161,931	36,367	0,22	0,09	0,12	5,004	0,242	0,05	-0,11	0,13
54	73960000	29	2380,393	592,360	0,25	0,17	0,16	7,678	0,262	0,03	-0,05	0,15
55	73970000	19	2041,000	492,094	0,24	0,13	0,12	7,533	0,257	0,03	-0,08	0,13
Média Ponderada			2563,694	763,985	0,30	0,22	0,15	6,699	0,294	0,04	-0,06	0,14

Tabela L.5 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 74.

ID	Código ANEEL	N _i Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
56	74100000	56	12698,804	3899,267	0,31	0,26	0,24	9,285	0,329	0,04	-0,07	0,21
57	74205000	43	188,777	40,832	0,22	0,06	0,22	5,152	0,244	0,05	-0,19	0,25
58	74210000	15	895,600	255,714	0,29	0,07	0,04	6,661	0,332	0,05	-0,18	0,11
59	74270000	61	2168,164	659,708	0,30	0,13	0,13	7,508	0,357	0,05	-0,17	0,15
60	74295000	27	178,789	55,128	0,31	0,21	0,16	5,035	0,330	0,07	-0,05	0,12
61	74310000	9	434,556	151,361	0,35	0,21	0,21	5,898	0,388	0,07	-0,11	0,16
62	74320000	37	366,038	121,996	0,33	0,37	0,25	5,732	0,320	0,06	0,09	0,11
63	74345000	15	90,607	35,198	0,39	0,38	0,21	4,291	0,394	0,09	0,08	0,12
64	74370000	39	640,562	177,169	0,28	0,18	0,12	6,341	0,293	0,05	-0,04	0,10
65	74420000	10	136,300	19,989	0,15	0,19	0,24	4,887	0,145	0,03	0,06	0,20
66	74450000	19	89,153	24,337	0,27	0,23	0,15	4,382	0,278	0,06	0,02	0,06
67	74460000	27	59,681	11,993	0,20	0,13	0,17	4,027	0,207	0,05	-0,05	0,14
68	74470000	39	384,631	102,859	0,27	0,22	0,17	5,840	0,278	0,05	-0,02	0,15
69	74600000	54	616,519	134,711	0,22	0,15	0,13	6,349	0,227	0,04	-0,04	0,12
70	74700000	60	271,102	74,999	0,28	0,05	0,11	5,451	0,335	0,06	-0,22	0,17
71	74750000	39	140,964	35,110	0,25	0,10	0,12	4,846	0,272	0,06	-0,12	0,11
72	74800000	25	17662,240	4889,797	0,28	0,12	0,09	9,656	0,304	0,03	-0,10	0,08
73	74880000	61	203,189	37,583	0,18	0,15	0,25	5,257	0,189	0,04	-0,05	0,23
74	74900000	33	395,364	50,287	0,13	-0,08	0,20	5,952	0,136	0,02	-0,21	0,21
Média Ponderada			2175,317	632,785	0,29	0,20	0,18	6,126	0,279	0,05	-0,09	0,15

Tabela L.6 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 75.

ID	Código ANEEL	N _i Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
75	75155000	58	419,597	117,181	0,28	0,31	0,25	5,916	0,273	0,05	0,05	0,18
76	75185000	33	133,033	40,107	0,30	0,33	0,31	4,745	0,292	0,06	0,01	0,18
77	75200000	55	177,707	34,509	0,19	0,00	0,14	5,103	0,224	0,04	-0,23	0,20
78	75205000	24	222,254	48,496	0,22	0,24	0,19	5,334	0,215	0,04	0,05	0,12
79	75230000	56	958,927	267,060	0,28	0,39	0,41	6,729	0,254	0,04	0,04	0,28
80	75270000	9	313,444	131,861	0,42	0,43	0,21	5,516	0,418	0,08	0,16	-0,01
81	75295000	23	616,826	131,854	0,21	-0,09	-0,09	6,347	0,240	0,04	-0,22	-0,01
82	75300000	28	1322,857	313,373	0,24	0,13	0,12	7,098	0,250	0,04	-0,08	0,10
83	75320000	39	1523,328	357,496	0,23	0,12	0,16	7,230	0,261	0,04	-0,13	0,21
84	75350000	7	1315,957	197,510	0,15	0,22	0,16	7,157	0,148	0,02	0,10	0,14
85	75400000	51	525,318	154,979	0,30	0,22	0,20	6,119	0,313	0,05	-0,06	0,16
86	75430000	37	330,865	83,470	0,25	0,26	0,18	5,706	0,251	0,04	0,05	0,13
87	75450000	40	994,515	288,227	0,29	0,21	0,00	6,772	0,301	0,04	0,03	0,00
88	75500000	56	1056,438	273,834	0,26	0,22	0,11	6,860	0,263	0,04	0,03	0,07
89	75550000	27	17125,889	4241,897	0,25	0,25	0,27	9,652	0,251	0,03	0,00	0,25
90	75700000	21	1360,452	532,393	0,39	0,17	-0,06	6,950	0,459	0,07	-0,07	-0,05
Média Ponderada			1505,580	386,567	0,26	0,24	0,21	6,377	0,271	0,04	-0,03	0,13

Tabela L.7 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 76.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
91	76085000	20	768,450	141,013	0,18	0,01	-0,06	6,593	0,194	0,03	-0,10	-0,02
92	76100000	54	860,963	173,180	0,20	-0,04	0,16	6,677	0,234	0,04	-0,26	0,22
93	76120000	28	636,464	115,623	0,18	0,04	0,15	6,403	0,194	0,03	-0,13	0,17
94	76200000	23	794,570	113,609	0,14	-0,13	-0,02	6,645	0,154	0,02	-0,22	0,02
95	76250000	25	155,644	22,832	0,15	-0,28	0,22	4,991	0,184	0,04	-0,45	0,33
96	76300000	31	791,184	197,523	0,25	-0,06	0,06	6,536	0,320	0,05	-0,32	0,20
97	76310000	33	1936,209	587,912	0,30	0,19	0,23	7,394	0,353	0,05	-0,17	0,25
98	76360001	11	297,273	52,545	0,18	0,08	-0,05	5,653	0,181	0,03	-0,03	-0,04
99	76380000	40	368,730	139,857	0,38	0,39	0,26	5,683	0,379	0,07	0,06	0,18
100	76440000	58	944,216	234,738	0,25	0,18	0,22	6,745	0,262	0,04	-0,08	0,20
101	76460000	39	532,205	131,704	0,25	0,26	0,27	6,176	0,248	0,04	-0,01	0,22
102	76470000	10	304,370	24,448	0,08	-0,53	0,33	5,704	0,090	0,02	-0,60	0,41
103	76490000	29	1098,034	269,138	0,25	0,15	0,15	6,908	0,257	0,04	-0,06	0,12
104	76500000	36	2475,750	535,629	0,22	0,06	0,03	7,741	0,231	0,03	-0,09	0,05
105	76550000	14	83,986	19,866	0,24	-0,01	0,06	4,335	0,273	0,06	-0,22	0,15
106	76560000	30	2936,367	673,178	0,23	0,04	0,02	7,901	0,249	0,03	-0,12	0,03
107	76600000	16	2604,250	634,908	0,24	0,20	0,17	7,780	0,249	0,03	0,00	0,14
108	76630000	7	289,286	48,000	0,17	-0,06	0,00	5,632	0,175	0,03	-0,16	-0,02
109	76650000	36	514,528	161,944	0,31	0,33	0,26	6,089	0,311	0,05	0,05	0,18
110	76700000	19	482,211	78,801	0,16	-0,15	0,15	6,126	0,188	0,03	-0,32	0,23
111	76742000	21	344,186	86,995	0,25	0,07	0,15	5,732	0,288	0,05	-0,18	0,20
112	76750000	58	994,181	175,995	0,18	-0,10	0,08	6,841	0,202	0,03	-0,26	0,14
113	76800000	41	4119,439	1005,360	0,24	0,06	0,04	8,226	0,268	0,03	-0,12	0,05
Média Ponderada			1181,525	276,764	0,23	0,09	0,11	6,635	0,251	0,04	-0,13	0,16

Tabela L.8 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 77.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
114	77150000											
115	77500000	17	1195,224	296,106	0,25	0,02	0,19	6,964	0,303	0,04	-0,28	0,29
Média Ponderada			1195,224	296,106	0,25	0,02	0,19	6,964	0,303	0,04	-0,28	0,29

Tabela L.9 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 85.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
116	85400000											
117	85438000	23	257,843	59,383	0,23	0,07	0,15	5,459	0,261	0,05	-0,17	0,23
118	85460000	31	105,394	21,292	0,20	0,01	0,10	4,588	0,223	0,05	-0,17	0,15
119	85470000	34	333,382	104,537	0,31	0,18	0,05	5,653	0,340	0,06	-0,04	0,04
120	85480000	31	530,194	134,938	0,25	0,16	0,04	6,174	0,263	0,04	0,00	-0,01
121	85580000	17	490,000	82,618	0,17	0,08	0,07	6,153	0,175	0,03	-0,06	0,10
122	85600000	59	753,295	160,609	0,21	-0,06	0,02	6,541	0,244	0,04	-0,22	0,08
123	85610000	18	51,544	14,641	0,28	0,09	0,21	3,801	0,326	0,09	-0,18	0,16
124	85615000	12	61,117	16,303	0,27	-0,01	0,06	3,994	0,312	0,08	-0,22	0,08
125	85620000	19	230,011	53,142	0,23	0,05	0,04	5,357	0,250	0,05	-0,12	0,05
126	85623000	17	230,676	50,089	0,22	-0,02	0,13	5,364	0,242	0,05	-0,21	0,14
127	85630000	16	238,219	48,035	0,20	-0,04	0,19	5,405	0,225	0,04	-0,23	0,21
128	85642000											
129	85650000	12	2812,333	663,333	0,24	0,37	0,23	7,865	0,222	0,03	0,20	0,15
130	85730000	16	502,500	121,450	0,24	0,21	0,18	6,134	0,246	0,04	0,00	0,17
131	85740000	16	576,313	79,112	0,14	0,08	0,13	6,330	0,139	0,02	-0,04	0,12
132	85780000	14	208,214	30,808	0,15	0,38	0,31	5,306	0,137	0,03	0,25	0,22
133	85830000											
134	85850000	25	143,200	22,091	0,15	-0,06	-0,01	4,927	0,164	0,03	-0,16	0,00
135	85900000	53	3740,260	869,329	0,23	0,21	0,13	8,144	0,233	0,03	0,03	0,08
	Média Ponderada		869,843	198,449	0,23	0,17	0,12	5,958	0,240	0,04	-0,10	0,10

Tabela L.10 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 86.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
136	86100000	60	546,533	147,572	0,27	0,21	0,14	6,188	0,279	0,05	-0,01	0,10
137	86160000	58	410,553	104,493	0,25	0,06	0,08	5,903	0,288	0,05	-0,16	0,11
138	86340000	24	71,096	16,859	0,24	-0,03	0,11	4,153	0,287	0,07	-0,27	0,21
139	86410000	45	1008,600	320,481	0,32	0,22	0,13	6,751	0,343	0,05	-0,05	0,11
140	86420000	41	102,688	27,765	0,27	0,19	0,12	4,516	0,286	0,06	-0,04	0,10
141	86440000	62	1344,226	467,290	0,35	0,23	0,13	7,000	0,382	0,05	-0,05	0,10
142	86480000	44	503,227	113,053	0,22	0,13	0,13	6,137	0,241	0,04	-0,09	0,17
143	86500000	56	706,643	203,141	0,29	0,23	0,13	6,427	0,301	0,05	-0,01	0,13
144	86510000											
145	86560000	59	706,061	188,040	0,27	0,15	0,12	6,425	0,306	0,05	-0,14	0,19
146	86580000	59	1011,390	313,193	0,31	0,24	0,18	6,759	0,331	0,05	-0,05	0,15
147	86700000	56	273,477	95,454	0,35	0,20	0,09	5,389	0,406	0,08	-0,11	0,13
148	86720000											
149	86745000	38	611,079	167,979	0,27	0,19	0,18	6,272	0,314	0,05	-0,13	0,24
	Média Ponderada		652,540	195,188	0,30	0,20	0,14	6,120	0,317	0,05	-0,08	0,14

Tabela L.11 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 87.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
150	87040000	13	6603,508	1413,383	0,21	-0,03	-0,02	8,727	0,234	0,03	-0,18	0,02
151	87160000	55	570,091	133,960	0,23	-0,06	0,09	6,219	0,299	0,05	-0,31	0,21
152	87170000	55	780,045	184,624	0,24	0,09	0,12	6,555	0,269	0,04	-0,16	0,20
153	87250000	23	213,743	32,606	0,15	0,18	0,22	5,329	0,153	0,03	0,02	0,22
154	87316000	14	51,129	7,920	0,15	0,06	-0,03	3,902	0,158	0,04	-0,03	-0,03
155	87317030	20	182,610	33,696	0,18	0,16	0,07	5,159	0,186	0,04	0,02	0,07
156	87317060	21	95,343	17,022	0,18	0,08	0,16	4,508	0,186	0,04	-0,09	0,16
157	87372000	14	84,014	11,092	0,13	-0,19	0,13	4,402	0,144	0,03	-0,29	0,14
158	87380000	54	370,876	76,747	0,21	0,06	0,02	5,848	0,220	0,04	-0,08	0,03
159	87382000	27	566,422	180,847	0,32	0,31	0,10	6,189	0,317	0,05	0,11	0,04
160	87399000	25	115,604	27,999	0,24	0,14	0,17	4,655	0,261	0,06	-0,10	0,18
161	87400000	55	134,784	38,715	0,29	0,20	0,07	4,774	0,301	0,06	-0,01	0,05
162	87590000											
163	87865000											
164	87905000	36	2844,319	676,900	0,24	0,04	0,07	7,856	0,267	0,03	-0,16	0,12
Média Ponderada			778,119	180,021	0,23	0,05	0,06	5,819	0,250	0,04	-0,11	0,12

Tabela L.12 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de cheia das estações localizadas na sub-bacia 88.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
165	88220000	21	758,652	167,000	0,22	0,04	0,21	6,536	0,259	0,04	-0,24	0,30
166	88550000	12	649,333	145,318	0,22	-0,06	0,00	6,397	0,250	0,04	-0,20	0,01
167	88575000											
168	88680000	20	1773,350	459,482	0,26	-0,03	-0,01	7,363	0,303	0,04	-0,21	0,04
169	88750000	36	61,111	14,208	0,23	0,10	0,17	4,020	0,255	0,06	-0,13	0,18
170	88850000	36	241,492	56,585	0,23	0,03	0,08	5,388	0,266	0,05	-0,18	0,12
Média Ponderada			560,675	135,912	0,24	-0,01	0,05	5,600	0,266	0,05	-0,18	0,14

ANEXO M

**MOMENTOS-L E QUOCIENTES-L DAS SÉRIES DE VAZÕES
MÉDIAS DE LONGO PRAZO**

Tabela M.1 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 70.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
1	70100000	26	16,567	2,800	0,17	0,22	0,19	2,765	0,166	0,06	0,07	0,15
2	70200000	38	79,284	15,053	0,19	0,10	0,10	4,318	0,195	0,05	-0,04	0,07
3	70300000	56	29,245	6,363	0,22	0,12	0,11	3,296	0,234	0,07	-0,09	0,15
4	70500000	56	18,610	5,078	0,27	0,17	0,16	2,801	0,292	0,10	-0,07	0,14
5	70700000	56	201,352	41,321	0,21	0,13	0,13	5,235	0,217	0,04	-0,07	0,16
Média Ponderada			74,996	15,515	0,21	0,13	0,13	3,752	0,230	0,06	-0,06	0,13

Tabela M.2 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 71.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
6	71200000	38	30,703	6,064	0,20	0,17	0,14	3,365	0,200	0,06	0,00	0,11
7	71250000	36	13,086	2,027	0,15	0,04	0,10	2,534	0,161	0,06	-0,09	0,11
8	71300000	55	51,987	10,466	0,20	0,14	0,16	3,884	0,210	0,05	-0,06	0,16
9	71350000	33	79,867	17,113	0,21	0,19	0,20	4,308	0,215	0,05	-0,02	0,14
10	71350001	15	93,000	17,503	0,19	0,19	0,14	4,484	0,187	0,04	0,04	0,08
11	71380000											
12	71383000	42	114,933	21,994	0,19	0,06	0,08	4,687	0,202	0,04	-0,09	0,08
13	71385000	11	0,706	0,186	0,26	0,14	0,14	-0,455	0,291	-0,64	-0,12	0,23
14	71490000	37	9,805	1,871	0,19	0,05	0,12	2,224	0,203	0,09	-0,12	0,13
15	71495000	9	4,363	0,901	0,21	0,05	0,08	1,417	0,218	0,15	-0,10	0,08
16	71496000	16	11,731	2,202	0,19	0,09	0,11	2,411	0,196	0,08	-0,06	0,12
17	71498000	60	86,750	21,082	0,24	0,16	0,16	4,362	0,260	0,06	-0,08	0,16
18	71550000	51	252,292	56,440	0,22	0,18	0,18	5,451	0,228	0,04	-0,02	0,13
19	71800000	19	284,737	51,538	0,18	-0,12	0,08	5,595	0,204	0,04	-0,27	0,13
Média Ponderada			88,707	18,643	0,21	0,12	0,15	3,824	0,214	0,06	-0,07	0,13

Tabela M.3 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 72.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
20	72300000	17	747,059	132,191	0,18	0,19	0,23	6,572	0,176	0,03	0,02	0,20
21	72400000	20	31,610	7,378	0,23	-0,05	0,07	3,358	0,270	0,08	-0,24	0,12
22	72430000	45	42,044	9,059	0,22	0,05	0,14	3,658	0,238	0,06	-0,16	0,16
23	72530000	41	14,030	3,203	0,23	0,12	0,15	2,556	0,244	0,10	-0,09	0,16
24	72580000	32	31,134	6,422	0,21	0,08	0,19	3,368	0,222	0,07	-0,13	0,20
25	72630000	43	70,756	14,137	0,20	0,06	0,13	4,194	0,213	0,05	-0,12	0,14
26	72680000	62	97,584	23,595	0,24	0,18	0,18	4,480	0,259	0,06	-0,08	0,20
27	72715000	20	23,097	4,929	0,21	0,16	0,18	3,071	0,220	0,07	-0,03	0,18
28	72750000	22	29,623	9,186	0,31	0,09	0,17	3,183	0,404	0,13	-0,28	0,27
29	72810000	25	51,208	11,073	0,22	0,07	0,20	3,856	0,237	0,06	-0,16	0,22
30	72849000	17	107,578	20,330	0,19	0,17	0,16	4,628	0,190	0,04	0,02	0,13
31	72870000	25	12,397	3,371	0,27	0,23	0,11	2,408	0,276	0,11	0,03	0,07
32	72980000	59	116,059	26,826	0,23	0,07	0,16	4,658	0,258	0,06	-0,16	0,18
Média Ponderada			87,076	18,225	0,21	0,13	0,18	3,869	0,248	0,06	-0,12	0,18

Tabela M.4 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 73.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
33	73010000	57	907,614	196,463	0,22	0,14	0,16	6,730	0,231	0,03	-0,08	0,18
34	73150000											
35	73180000	45	24,833	5,464	0,22	0,12	0,15	3,134	0,231	0,07	-0,07	0,13
36	73200000	37	957,000	168,827	0,18	0,01	0,09	6,813	0,189	0,03	-0,14	0,11
37	73300000	46	19,203	3,969	0,21	0,20	0,15	2,890	0,207	0,07	0,03	0,12
38	73330000	43	30,042	6,636	0,22	0,19	0,18	3,326	0,225	0,07	-0,01	0,15
39	73350000	29	53,927	11,014	0,20	0,22	0,20	3,925	0,204	0,05	0,04	0,18
40	73480000	32	97,734	21,677	0,22	0,21	0,16	4,508	0,223	0,05	0,03	0,14
41	73550000	56	1171,982	229,848	0,20	0,03	0,10	6,998	0,217	0,03	-0,16	0,15
42	73600000	45	63,995	13,984	0,22	0,17	0,18	4,083	0,225	0,06	-0,04	0,16
43	73610000	7	19,271	7,024	0,36	0,36	0,37	2,790	0,373	0,13	0,03	0,24
44	73690001	26	24,771	6,016	0,24	0,19	0,19	3,120	0,250	0,08	-0,03	0,15
45	73700000	24	32,999	7,198	0,22	0,07	0,22	3,409	0,247	0,07	-0,18	0,28
46	73730000	9	148,000	30,611	0,21	-0,02	0,08	4,934	0,229	0,05	-0,21	0,18
47	73750000	18	150,456	28,475	0,19	-0,03	0,07	4,955	0,209	0,04	-0,19	0,13
48	73765000	25	8,872	2,425	0,27	0,20	0,21	2,064	0,288	0,14	-0,06	0,17
49	73770000	19	185,536	38,043	0,21	0,23	0,12	5,163	0,203	0,04	0,07	0,12
50	73780000	23	18,797	4,799	0,26	0,14	0,13	2,833	0,273	0,10	-0,08	0,13
51	73820000	38	27,405	6,586	0,24	0,12	0,16	3,216	0,259	0,08	-0,10	0,16
52	73850000	26	194,381	44,819	0,23	0,17	0,18	5,187	0,237	0,05	-0,04	0,14
53	73900000	39	13,806	3,205	0,23	0,17	0,12	2,541	0,239	0,09	-0,02	0,10
54	73960000	24	236,329	53,587	0,23	0,22	0,13	5,390	0,229	0,04	0,03	0,12
55	73970000	17	237,512	49,135	0,21	0,03	0,06	5,406	0,223	0,04	-0,14	0,10
Média Ponderada			277,039	56,051	0,20	0,09	0,12	4,372	0,230	0,05	-0,06	0,15

Tabela M.5 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 74.

ID	Código ANEEL	N.Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
56	74100000	43	1583,535	333,301	0,21	0,15	0,16	7,292	0,224	0,03	-0,07	0,19
57	74205000	43	11,229	2,536	0,23	0,06	0,13	2,332	0,248	0,11	-0,14	0,14
58	74210000	13	94,069	26,936	0,29	0,18	0,11	4,425	0,306	0,07	-0,05	0,11
59	74270000	60	151,570	40,885	0,27	0,19	0,16	4,899	0,290	0,06	-0,07	0,16
60	74295000	21	10,207	2,291	0,22	0,18	0,13	2,250	0,229	0,10	0,00	0,11
61	74310000											
62	74320000	35	19,045	4,607	0,24	0,12	0,18	2,849	0,263	0,09	-0,12	0,18
63	74345000	14	15,271	4,263	0,28	0,25	0,38	2,599	0,297	0,11	-0,10	0,36
64	74370000	38	66,145	15,327	0,23	0,12	0,13	4,105	0,248	0,06	-0,09	0,15
65	74420000	8	8,563	1,241	0,14	-0,19	0,21	2,115	0,160	0,08	-0,34	0,30
66	74450000	19	16,295	3,912	0,24	0,21	0,19	2,705	0,245	0,09	-0,01	0,17
67	74460000	26	15,810	3,076	0,19	0,01	0,11	2,698	0,213	0,08	-0,16	0,14
68	74470000	37	43,441	10,303	0,24	0,17	0,14	3,681	0,249	0,07	-0,04	0,15
69	74600000	55	53,885	14,276	0,26	0,17	0,12	3,873	0,283	0,07	-0,06	0,12
70	74700000	59	29,439	7,871	0,27	0,16	0,10	3,266	0,287	0,09	-0,06	0,10
71	74750000	37	8,776	2,093	0,24	0,09	0,06	2,082	0,255	0,12	-0,08	0,04
72	74800000	16	1906,250	334,950	0,18	0,01	0,12	7,506	0,187	0,02	-0,14	0,15
73	74880000	57	20,834	4,887	0,23	0,07	0,08	2,945	0,256	0,09	-0,12	0,09
74	74900000	31	38,284	10,349	0,27	0,07	0,05	3,524	0,303	0,09	-0,13	0,07
Média Ponderada			200,648	42,364	0,21	0,13	0,15	3,691	0,259	0,07	-0,08	0,14

Tabela M.6 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 75.

ID	Código ANEEL	N.ºObs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
75	75155000	61	52,689	12,108	0,23	0,08	0,07	3,876	0,250	0,06	-0,11	0,11
76	75185000	32	16,271	3,502	0,22	0,07	0,04	2,716	0,229	0,08	-0,09	0,04
77	75200000	52	21,179	5,100	0,24	0,12	0,10	2,958	0,259	0,09	-0,08	0,11
78	75205000	24	26,937	5,943	0,22	0,10	0,08	3,220	0,232	0,07	-0,07	0,07
79	75230000	55	137,251	33,766	0,25	0,15	0,10	4,824	0,261	0,05	-0,05	0,10
80	75270000	9	24,278	6,667	0,27	0,27	0,32	3,088	0,275	0,09	0,01	0,18
81	75295000	23	67,330	16,142	0,24	0,10	0,10	4,121	0,257	0,06	-0,10	0,10
82	75300000	28	192,407	46,690	0,24	0,19	0,15	5,168	0,253	0,05	-0,02	0,15
83	75320000	38	261,824	63,233	0,24	0,05	0,05	5,468	0,270	0,05	-0,15	0,10
84	75350000											
85	75400000	51	26,155	6,760	0,26	0,12	0,09	3,154	0,281	0,09	-0,09	0,10
86	75430000	36	19,507	4,519	0,23	0,13	0,13	2,887	0,243	0,08	-0,05	0,10
87	75450000	39	86,923	21,477	0,25	0,06	0,04	4,362	0,275	0,06	-0,13	0,08
88	75500000	56	122,295	31,252	0,26	0,12	0,04	4,702	0,273	0,06	-0,06	0,04
89	75550000	25	2761,360	549,607	0,20	0,04	0,08	7,861	0,214	0,03	-0,12	0,10
90	75700000	18	88,233	27,275	0,31	0,10	-0,01	4,323	0,351	0,08	-0,12	0,02
	Média Ponderada		206,640	44,942	0,22	0,07	0,08	4,145	0,261	0,06	-0,09	0,09

Tabela M.7 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 76.

ID	Código ANEEL	N.ºObs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
91	76085000	19	45,442	11,470	0,25	0,06	0,00	3,718	0,276	0,07	-0,11	0,03
92	76100000	54	60,656	16,732	0,28	0,14	0,04	3,981	0,299	0,08	-0,06	0,05
93	76120000	19	63,753	14,748	0,23	0,17	0,13	4,078	0,238	0,06	-0,02	0,09
94	76200000											
95	76250000											
96	76300000	8	105,025	31,382	0,30	-0,20	0,10	4,443	0,438	0,10	-0,50	0,32
97	76310000	30	218,970	59,807	0,27	0,06	-0,02	5,253	0,319	0,06	-0,16	0,07
98	76360001	7	24,929	7,233	0,29	0,13	0,04	3,108	0,312	0,10	-0,08	0,02
99	76380000	30	32,743	11,587	0,35	0,24	0,15	3,275	0,399	0,12	-0,09	0,17
100	76440000	53	58,926	13,439	0,23	0,08	0,08	3,990	0,248	0,06	-0,11	0,11
101	76460000	35	27,017	5,838	0,22	0,09	0,07	3,220	0,232	0,07	-0,09	0,12
102	76470000											
103	76490000	15	95,160	23,972	0,25	0,21	0,23	4,464	0,259	0,06	-0,02	0,20
104	76500000	15	561,067	134,267	0,24	0,11	-0,05	6,242	0,255	0,04	-0,05	0,02
105	76550000	11	9,972	1,246	0,12	0,23	0,13	2,280	0,122	0,05	0,14	0,10
106	76560000	24	591,042	153,987	0,26	0,09	-0,03	6,274	0,283	0,05	-0,08	0,02
107	76600000	12	538,917	137,098	0,25	0,29	0,23	6,199	0,252	0,04	0,08	0,23
108	76630000											
109	76650000	30	58,133	10,371	0,18	0,12	0,05	4,016	0,181	0,05	0,00	0,05
110	76700000											
111	76742000											
112	76750000	49	118,580	30,283	0,26	0,13	0,07	4,667	0,278	0,06	-0,08	0,10
113	76800000	35	879,323	223,383	0,25	0,11	0,01	6,675	0,274	0,04	-0,07	0,06
	Média Ponderada		194,889	49,559	0,25	0,12	0,03	4,470	0,273	0,06	-0,09	0,10

Tabela M.8 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 77.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
114	77150000	26	4646,269	844,669	0,18	0,17	0,12	8,396	0,183	0,02	0,03	0,11
115	77500000	12	87,619	23,251	0,27	0,09	0,08	4,368	0,290	0,07	-0,11	0,06
Média Ponderada			3206,696	585,274	0,18	0,17	0,12	7,124	0,217	0,03	-0,03	0,08

Tabela M.9 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 85.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
116	85400000	60	336,217	86,100	0,26	0,15	0,11	5,711	0,274	0,05	-0,07	0,11
117	85438000	16	27,697	7,265	0,26	0,02	0,10	3,205	0,303	0,09	-0,20	0,11
118	85460000	23	9,387	2,909	0,31	0,21	0,14	2,090	0,329	0,16	-0,03	0,07
119	85470000	31	18,053	4,760	0,26	0,08	0,00	2,780	0,290	0,10	-0,10	0,02
120	85480000	27	55,329	14,691	0,27	0,11	0,08	3,898	0,293	0,08	-0,11	0,10
121	85580000	12	74,167	21,158	0,29	0,17	0,03	4,191	0,303	0,07	-0,04	0,07
122	85600000	52	111,933	34,533	0,31	0,17	0,09	4,553	0,345	0,08	-0,10	0,11
123	85610000	17	1,569	0,407	0,26	-0,07	0,06	0,322	0,317	0,98	-0,28	0,10
124	85615000											
125	85620000	18	9,198	2,611	0,28	0,21	0,10	2,103	0,294	0,14	0,01	0,06
126	85623000	16	15,998	3,486	0,22	-0,04	0,17	2,689	0,251	0,09	-0,26	0,22
127	85630000	31	11,576	3,580	0,31	0,19	0,13	2,285	0,346	0,15	-0,10	0,16
128	85642000	18	684,889	117,712	0,17	0,03	0,11	6,485	0,180	0,03	-0,11	0,09
129	85650000											
130	85730000	12	31,033	6,582	0,21	0,18	0,00	3,375	0,214	0,06	0,06	-0,02
131	85740000											
132	85780000											
133	85830000	17	21,941	3,109	0,14	-0,03	-0,01	3,059	0,148	0,05	-0,12	-0,01
134	85850000	20	15,175	2,441	0,16	0,19	0,23	2,678	0,163	0,06	0,01	0,24
135	85900000	50	819,960	220,740	0,27	0,15	0,07	6,592	0,288	0,04	-0,05	0,07
Média Ponderada			201,852	51,191	0,25	0,14	0,09	3,976	0,283	0,07	-0,09	0,10

Tabela M.10 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 86.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
136	86100000	54	40,094	7,222	0,18	0,01	0,09	3,637	0,194	0,05	-0,14	0,12
137	86160000	57	24,500	5,699	0,23	0,02	0,05	3,105	0,260	0,08	-0,16	0,08
138	86340000	15	8,431	2,223	0,26	0,10	0,12	2,026	0,288	0,14	-0,12	0,12
139	86410000	42	69,713	14,829	0,21	0,00	0,11	4,163	0,240	0,06	-0,20	0,15
140	86420000	38	9,411	1,898	0,20	0,00	0,08	2,170	0,226	0,10	-0,19	0,15
141	86440000	61	86,685	20,455	0,24	0,06	0,07	4,366	0,263	0,06	-0,14	0,11
142	86480000	40	32,610	6,671	0,20	0,07	0,15	3,413	0,223	0,07	-0,14	0,19
143	86500000	52	42,285	9,312	0,22	0,09	0,11	3,665	0,237	0,06	-0,10	0,13
144	86510000	53	359,849	86,536	0,24	0,07	0,08	5,787	0,266	0,05	-0,13	0,10
145	86560000	53	47,315	11,059	0,23	0,12	0,15	3,766	0,250	0,07	-0,09	0,15
146	86580000	51	62,865	14,153	0,23	0,20	0,15	4,064	0,226	0,06	0,02	0,10
147	86700000	51	10,655	2,890	0,27	0,22	0,19	2,247	0,281	0,12	-0,03	0,14
148	86720000	36	436,694	105,360	0,24	0,12	0,07	5,988	0,257	0,04	-0,07	0,08
149	86745000	34	24,394	5,059	0,21	0,07	0,14	3,118	0,229	0,07	-0,15	0,20
Média Ponderada			90,493	21,112	0,23	0,09	0,09	3,774	0,245	0,06	-0,11	0,13

Tabela M.11 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 87.

ID	Código ANEEL	N ^o Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados				
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L		
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose
150	87040000											
151	87160000	50	36,528	9,465	0,26	0,12	0,09	3,489	0,280	0,08	-0,08	0,08
152	87170000	46	61,002	12,580	0,21	0,10	0,15	4,042	0,218	0,05	-0,09	0,15
153	87250000	19	20,527	3,884	0,19	0,13	0,23	2,966	0,196	0,07	-0,06	0,24
154	87316000											
155	87317030	12	13,926	1,896	0,14	-0,05	0,03	2,608	0,142	0,05	-0,15	0,04
156	87317060	17	48,806	10,379	0,21	0,08	0,09	3,820	0,226	0,06	-0,09	0,11
157	87372000	12	6,998	1,360	0,19	0,13	0,08	1,895	0,198	0,10	-0,01	0,03
158	87380000	54	67,635	13,818	0,20	0,02	0,08	4,144	0,222	0,05	-0,14	0,09
159	87382000	21	91,429	15,916	0,17	0,07	0,15	4,470	0,182	0,04	-0,09	0,17
160	87399000	25	21,196	4,294	0,20	0,07	0,04	2,992	0,213	0,07	-0,08	0,05
161	87400000	55	23,958	6,302	0,26	0,22	0,11	3,070	0,269	0,09	0,02	0,10
162	87590000	15	77,493	21,629	0,28	0,01	0,06	4,196	0,353	0,08	-0,29	0,22
163	87865000	14	11,146	2,648	0,24	0,10	0,05	2,330	0,252	0,11	-0,08	0,05
164	87905000	33	337,609	88,525	0,26	0,12	0,15	5,702	0,293	0,05	-0,14	0,17
Média Ponderada			69,659	16,511	0,24	0,10	0,12	3,702	0,242	0,07	-0,09	0,12

Tabela M.12 Momentos-L e Quocientes-L das séries de vazões médias de longo prazo nas estações localizadas na sub-bacia 88.

ID	Código ANEEL	N _i Obs	Dados em escala original					Logaritmo dos dados					
			Momentos_L		Quocientes_L			Momentos_L		Quocientes_L			
			λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	λ_1	λ_2	τ	τ_3	τ_4	
			L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	L-Posição	L-Escala	L_CV	L_Assimetria	L_Curtose	
165	88220000												
166	88550000	11	37,264	9,327	0,25	-0,02	0,03	3,519	0,287	0,08	-0,22	0,09	
167	88575000	16	23,713	6,264	0,26	0,02	0,05	3,048	0,308	0,10	-0,21	0,13	
168	88680000	17	99,029	26,880	0,27	0,09	-0,04	4,484	0,294	0,07	-0,07	-0,04	
169	88750000	34	2,891	0,709	0,25	0,00	0,10	0,934	0,304	0,33	-0,27	0,22	
170	88850000	35	10,675	2,514	0,24	0,04	0,06	2,275	0,261	0,11	-0,15	0,09	
Média Ponderada			26,060	6,831	0,26	0,06	-0,01	2,435	0,288	0,12	-0,19	0,12	

ANEXO N

**PARÂMETROS DAS DISTRIBUIÇÕES DE
PROBABILIDADES**

Tabela N.1 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 70 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
1	70100000	ORI	GEV	14,1003	3,7391	-0,0770	ORI	GEV	189,6296	72,6861	-0,0869
2	70200000	ORI	GEV	67,8552	23,7360	0,1060	ORI	GEV	965,1731	501,5522	-0,1717
3	70300000	ORI	GEV	24,3108	9,8613	0,0836	ORI	GEV	361,4273	195,1758	-0,1123
4	70500000	ORI	GEV	14,3647	7,2880	-0,0054	ORI	GEV	250,2027	134,5323	-0,0821
5	70700000	ORI	GEV	168,7748	63,0971	0,0652	ORI	GEV	1661,4562	863,9131	-0,0567

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.2 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 71 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
6	71200000	ORI	GEV	25,6752	8,7930	0,0056	ORI	GEV	166,1122	41,9533	0,0420
7	71250000	ORI	GEV	11,7039	3,4286	0,2084	ORI	GEV	89,2169	19,8038	0,0528
8	71300000	ORI	GEV	43,6321	15,7925	0,0509	ORI	GEV	154,1867	34,6140	0,5104
9	71350000	ORI	GEV	65,3249	24,0845	-0,0262	ORI	GEV	258,6866	90,0432	-0,2386
10	71350001	ORI	GEV	78,1157	24,6082	-0,0272	ORI	GEV	294,9383	72,9359	0,2173
11	71380000						ORI	GEV	333,3427	138,3508	0,0947
12	71383000	ORI	GEV	99,4946	36,6003	0,1826	ORI	GEV	404,7611	159,9793	0,1143
13	71385000	ORI	GEV	0,5473	0,2540	-0,0236	ORI	GEV	5,1810	2,5172	-0,1270
14	71490000	ORI	GEV	8,5260	3,1498	0,2018	ORI	GEV	76,2514	38,5063	0,0658
15	71495000	ORI	GEV	3,7287	1,4972	0,1869	ORI	GEV	32,2461	11,1319	0,0086
16	71496000	ORI	GEV	10,0830	3,5108	0,1208	ORI	GEV	54,7369	27,9366	-0,0467
17	71498000	ORI	GEV	69,3155	30,6441	0,0081	ORI	GEV	482,6293	226,7262	-0,1727
18	71550000	ORI	GEV	204,6671	80,1383	-0,0170					
19	71800000	ORI	GEV	263,0723	99,8476	0,5205	ORI	GEV	1419,0629	826,2164	-0,0943

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.3 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 72 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
20	72300000	ORI	GEV	634,5592	185,6720	-0,0283	ORI	GEV	3520,3311	1920,2306	-0,0991
21	72400000	ORI	GEV	27,5573	13,5753	0,3711	ORI	GEV	246,6144	84,6643	0,3794
22	72430000	ORI	GEV	35,7948	15,2257	0,1982	ORI	GEV	310,6126	101,9818	0,0328
23	72530000	ORI	GEV	11,5291	4,9281	0,0749	ORI	GEV	138,4055	66,9031	-0,0664
24	72580000	ORI	GEV	26,4610	10,4463	0,1487	ORI	GEV	333,5475	164,7842	0,2967
25	72630000	ORI	GEV	60,7146	23,3584	0,1717	ORI	GEV	651,2163	259,7428	-0,0769
26	72680000	ORI	GEV	77,7992	33,7630	-0,0088	ORI	GEV	863,0631	405,8755	-0,1911
27	72715000	ORI	GEV	19,0200	7,1695	0,0090					
28	72750000	ORI	GEV	22,8200	14,7600	0,1315	ORI	GEV	303,5754	184,1825	0,1839
29	72810000	ORI	GEV	43,3223	18,2642	0,1692	ORI	GEV	570,6413	258,5891	-0,1523
30	72849000	ORI	GEV	90,5477	29,1235	-0,0075	ORI	GEV	1094,4575	391,7675	-0,1470
31	72870000	ORI	GEV	9,3835	4,4116	-0,0971					
32	72980000	ORI	GEV	96,7540	43,9550	0,1594	ORI	GEV	1168,4217	665,6853	0,0559

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.4 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 73 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
33	73010000	ORI	GEV	749,7042	294,4946	0,0431	ORI	GEV	5787,1558	3599,5587	-0,0790
34	73150000						ORI	GEV	178,1901	45,9088	0,1279
35	73180000	ORI	GEV	20,5503	8,3875	0,0717	ORI	GEV	311,8315	150,9743	0,1017
36	73200000	ORI	GEV	849,8726	295,6023	0,2680	ORI	GEV	6515,9993	3075,0561	-0,0790
37	73300000	ORI	GEV	15,7874	5,4959	-0,0428	ORI	GEV	157,3914	52,7696	0,0039
38	73330000	ORI	GEV	24,3994	9,3311	-0,0271	ORI	GEV	262,4574	124,8529	-0,1461
39	73350000	ORI	GEV	44,2357	14,7561	-0,0749	ORI	GEV	447,0104	188,4320	-0,0289
40	73480000	ORI	GEV	78,7446	29,2422	-0,0683	ORI	GEV	497,6990	267,1821	-0,3499
41	73550000	ORI	GEV	1018,9173	393,5980	0,2287	ORI	GEV	7461,3844	4148,7540	-0,0993
42	73600000	ORI	GEV	52,3977	20,2702	0,0051	ORI	GEV	329,5475	157,7465	-0,0318
43	73610000	ORI	GEV	12,3768	7,3380	-0,2715	ORI	GEV	277,8248	222,8629	-0,2201
44	73690001	ORI	GEV	19,6403	8,4185	-0,0319	ORI	GEV	207,5218	151,4042	-0,0089
45	73700000	ORI	GEV	27,8084	11,7749	0,1572	ORI	GEV	225,3753	125,2264	0,3069
46	73730000	ORI	GEV	129,9615	55,1269	0,3233					
47	73750000	ORI	GEV	133,8529	51,4622	0,3308	ORI	GEV	1136,2539	528,7211	0,0067
48	73765000	ORI	GEV	6,7608	3,3316	-0,0520	ORI	GEV	144,3674	98,3256	-0,1547
49	73770000	ORI	GEV	151,8115	50,3663	-0,0859	ORI	GEV	1330,6210	549,0249	0,2549
50	73780000	ORI	GEV	14,9429	7,1862	0,0425	ORI	GEV	353,9720	175,9026	-0,0075
51	73820000	ORI	GEV	22,2408	10,1071	0,0713	ORI	GEV	361,8170	152,8063	-0,0390
52	73850000	ORI	GEV	156,9202	64,3795	-0,0047	ORI	GEV	1449,2920	876,8456	-0,0163
53	73900000	ORI	GEV	11,1245	4,5918	-0,0072	ORI	GEV	134,9864	58,4137	0,1310
54	73960000	ORI	GEV	189,2854	72,0465	-0,0715	ORI	GEV	1886,8560	854,0850	-0,0006
55	73970000	ORI	GEV	205,0359	84,4519	0,2350	ORI	GEV	1654,4666	753,9514	0,0694

Obs. ESC: escala dos dados; DIS: distribuição de probabilidade selecionada; ORI: dados na escala original (sem transformação); GEV: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.5 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 74 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
56	74100000	ORI	GEV	1311,3584	491,4945	0,0242	ORI	GEV	9126,2625	4868,2499	-0,1379
57	74205000	ORI	GEV	9,4302	4,1862	0,1716	ORI	GEV	160,1997	68,0669	0,1853
58	74210000	ORI	GEV	71,3860	38,3413	-0,0144	ORI	GEV	713,2488	421,4528	0,1680
59	74270000	ORI	GEV	116,7306	57,3300	-0,0300	ORI	GEV	1649,8287	1010,5080	0,0691
60	74295000	ORI	GEV	8,2756	3,2642	-0,0138	ORI	GEV	130,6088	74,6203	-0,0650
61	74310000						ORI	GEV	303,0082	206,5668	-0,0571
62	74320000	ORI	GEV	15,4572	7,1195	0,0798	ORI	GEV	245,4553	124,3433	-0,2877
63	74345000	ORI	GEV	11,4061	5,4278	-0,1210	ORI	GEV	55,6559	35,2518	-0,2990
64	74370000	ORI	GEV	54,1810	23,6156	0,0763	ORI	GEV	490,5890	250,5594	-0,0212
65	74420000	ORI	GEV	8,2029	2,4773	0,6682	ORI	GEV	119,1872	27,8565	-0,0363
66	74450000	ORI	GEV	12,8680	5,2782	-0,0682	ORI	GEV	67,4462	31,9041	-0,0951
67	74460000	ORI	GEV	13,8736	5,4062	0,2740	ORI	GEV	50,2277	18,3143	0,0653
68	74470000	ORI	GEV	34,8513	14,8463	-0,0013	ORI	GEV	294,4732	138,6197	-0,0692
69	74600000	ORI	GEV	41,9977	20,5964	0,0000	ORI	GEV	507,3551	200,2630	0,0335
70	74700000	ORI	GEV	22,9550	11,4977	0,0136	ORI	GEV	219,2538	125,9113	0,1964
71	74750000	ORI	GEV	7,2074	3,3369	0,1201	ORI	GEV	114,5087	55,6921	0,1139
72	74800000	ORI	GEV	1691,0677	583,3309	0,2582	ORI	GEV	13844,5556	7532,5211	0,0761
73	74880000	ORI	GEV	17,3023	7,9881	0,1557	ORI	GEV	172,6534	55,7200	0,0303
74	74900000	ORI	GEV	30,7926	16,8934	0,1538	ORI	GEV	370,3306	94,7370	0,4314

Obs. ESC: escala dos dados; DIS: distribuição de probabilidade selecionada; ORI: dados na escala original (sem transformação); GEV: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.6 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 75 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
75	75155000	ORI	GEV	43,8192	19,6051	0,1423	ORI	GEV	307,9163	133,7666	-0,2090
76	75185000	ORI	GEV	13,7755	5,7842	0,1702	ORI	GEV	94,3625	44,3413	-0,2324
77	75200000	ORI	GEV	17,2043	7,8743	0,0785	ORI	GEV	156,4802	61,1891	0,2919
78	75205000	ORI	GEV	22,4234	9,3731	0,1059	ORI	GEV	178,8874	63,2948	-0,0991
79	75230000	ORI	GEV	109,8927	50,2042	0,0336	ORI	GEV	691,5913	258,7253	-0,3196
80	75270000	ORI	GEV	18,1396	8,2417	-0,1462	ORI	GEV	178,9522	116,4303	-0,3735
81	75295000	ORI	GEV	55,1150	25,5205	0,1095	ORI	GEV	552,6845	249,5560	0,4446
82	75300000	ORI	GEV	152,5130	65,2370	-0,0336	ORI	GEV	1075,9475	478,7820	0,0659
83	75320000	ORI	GEV	217,7053	105,6006	0,1881	ORI	GEV	1243,9822	550,2992	0,0751
84	75350000						ORI	GEV	1142,5194	265,4355	-0,0719
85	75400000	ORI	GEV	20,8786	10,4085	0,0757	ORI	GEV	388,4299	206,3956	-0,0805
86	75430000	ORI	GEV	15,9157	6,8542	0,0569	ORI	GEV	254,6976	105,0355	-0,1312
87	75450000	ORI	GEV	71,7198	35,5595	0,1749	ORI	GEV	744,4131	394,2468	-0,0549
88	75500000	ORI	GEV	97,9251	48,1945	0,0774	ORI	GEV	814,1085	363,5821	-0,0833
89	75550000	ORI	GEV	2388,7448	932,5686	0,2135	ORI	GEV	13268,3298	5372,6489	-0,1256
90	75700000	ORI	GEV	67,8047	43,4609	0,1200	ORI	GEV	919,7540	773,4106	0,0075

Obs. ESC: escala dos dados; DIS: distribuição de probabilidade selecionada; ORI: dados na escala original (sem transformação); GEV: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.7 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações das sub-bacias 76-77 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	μ	σ	γ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
91	76085000	LN	PE3	3,7179	0,4974	-0,6939	ORI	GEV	679,3072	247,2948	0,2710
92	76100000	LN	PE3	3,9814	0,5321	-0,3911	ORI	GEV	764,2581	317,1758	0,3603
93	76120000	LN	PE3	4,0776	0,4215	-0,0973	ORI	GEV	557,7292	195,7290	0,2096
94	76200000						ORI	GEV	748,5939	221,1317	0,5383
95	76250000						ORI	GEV	153,1919	46,0767	0,8750
96	76300000	LN	PE3	4,4425	1,0028	-3,0485	ORI	GEV	686,5605	366,9104	0,3942
97	76310000	LN	PE3	5,2525	0,5831	-0,9993	ORI	GEV	1437,3847	828,9896	-0,0242
98	76360001	LN	PE3	3,1082	0,5583	-0,5061	ORI	GEV	259,1184	85,5924	0,1508
99	76380000	LN	PE3	3,2748	0,7132	-0,5236	ORI	GEV	229,1597	137,2751	-0,3116
100	76440000	LN	PE3	3,9896	0,4454	-0,6658	ORI	GEV	746,0699	333,1527	-0,0175
101	76460000	LN	PE3	3,2202	0,4163	-0,5713	ORI	GEV	411,8150	165,1789	-0,1341
102	76470000						ORI	GEV	315,2136	40,9780	1,5922
103	76490000	LN	PE3	4,4635	0,4602	-0,1531	ORI	GEV	878,6896	397,7169	0,0266
104	76500000	LN	PE3	6,2417	0,4541	-0,3312	ORI	GEV	2097,6304	888,3104	0,1774
105	76550000	LN	PE3	2,2795	0,2214	0,8457	ORI	GEV	71,9038	35,3769	0,3004
106	76560000	LN	PE3	6,2741	0,5054	-0,4930	ORI	GEV	2475,7128	1136,5696	0,2054
107	76600000	LN	PE3	6,1988	0,4498	0,4776	ORI	GEV	2053,7691	869,4551	-0,0537
108	76630000						ORI	GEV	263,6567	88,9839	0,3892
109	76650000	LN	PE3	4,0164	0,3216	-0,0100	ORI	GEV	357,7684	176,9693	-0,2406
110	76700000						ORI	GEV	452,7513	154,6582	0,5733
111	76742000						ORI	GEV	281,9195	143,0462	0,1645
112	76750000	LN	PE3	4,6670	0,4976	-0,5165	ORI	GEV	911,9526	335,5841	0,4668
113	76800000	LN	PE3	6,6750	0,4886	-0,4450	ORI	GEV	3413,6113	1672,8408	0,1824
114	77150000	LN	PE3	8,3957	0,3241	0,1901					
115	77500000	LN	PE3	4,3679	0,5218	-0,6901	ORI	GEV	1003,3641	513,7098	0,2514

Obs. ESC: escala dos dados; DIS: distribuição de probabilidade selecionada; ORI: dados na escala original (sem transformação); LN: logaritmo natural dos dados; PE3: Distribuição Pearson-III; GEV: Distribuição do Valor Extremo Generalizado. A combinação “LN-PE3” corresponde à distribuição LogPearson-III.

Tabela N.8 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 85 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
116	85400000	ORI	GEV	266,4208	127,9489	0,0330					
117	85438000	ORI	GEV	23,0222	12,6376	0,2563	ORI	GEV	214,9985	97,1387	0,1569
118	85460000	ORI	GEV	6,8434	3,9339	-0,0658	ORI	GEV	91,9724	37,3850	0,2732
119	85470000	ORI	GEV	14,5845	7,7488	0,1497	ORI	GEV	245,1358	148,3540	-0,0175
120	85480000	ORI	GEV	44,0195	22,9067	0,0914	ORI	GEV	418,7863	196,6019	0,0108
121	85580000	ORI	GEV	56,5416	30,5114	-0,0004	ORI	GEV	430,0294	134,6075	0,1511
122	85600000	ORI	GEV	83,1903	49,8513	0,0007	ORI	GEV	667,7986	297,9694	0,3911
123	85610000	ORI	GEV	1,3720	0,7740	0,4453	ORI	GEV	40,6595	23,4573	0,1275
124	85615000						ORI	GEV	51,2755	29,1123	0,3059
125	85620000	ORI	GEV	6,9085	3,5220	-0,0680	ORI	GEV	193,2644	89,2048	0,1962
126	85623000	ORI	GEV	14,0615	6,3879	0,3627	ORI	GEV	200,9384	89,9732	0,3179
127	85630000	ORI	GEV	8,5417	5,0367	-0,0258	ORI	GEV	210,8976	87,4949	0,3479
128	85642000	ORI	GEV	606,3567	201,3905	0,2272					
129	85650000						ORI	GEV	2157,5968	679,5757	-0,2844
130	85730000	ORI	GEV	25,4767	9,3396	-0,0176	ORI	GEV	396,3146	164,2943	-0,0656
131	85740000						ORI	GEV	518,9213	128,9491	0,1517
132	85780000						ORI	GEV	177,5483	30,5570	-0,3051
133	85830000	ORI	GEV	20,1537	5,6437	0,3405					
134	85850000	ORI	GEV	13,0916	3,4167	-0,0319	ORI	GEV	131,4743	41,0139	0,3929
135	85900000	ORI	GEV	639,6296	325,3678	0,0237	ORI	GEV	2982,4097	1181,1029	-0,0614

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.9 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 86 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
136	86100000	ORI	GEV	35,4603	12,5830	0,2591	ORI	GEV	417,8350	200,3810	-0,0620
137	86160000	ORI	GEV	20,7546	9,8208	0,2397	ORI	GEV	336,9925	173,5869	0,1800
138	86340000	ORI	GEV	6,7215	3,5037	0,1044	ORI	GEV	61,3238	30,5277	0,3349
139	86410000	ORI	GEV	60,4685	26,1556	0,2818	ORI	GEV	726,3363	428,7189	-0,0763
140	86420000	ORI	GEV	8,2336	3,3667	0,2902	ORI	GEV	79,1353	39,1613	-0,0239
141	86440000	ORI	GEV	72,1441	33,7795	0,1709	ORI	GEV	926,7477	610,8400	-0,0976
142	86480000	ORI	GEV	27,8300	10,9583	0,1630	ORI	GEV	414,5476	173,4271	0,0709
143	86500000	ORI	GEV	35,3519	14,9046	0,1262	ORI	GEV	525,5296	266,4632	-0,0945
144	86510000	ORI	GEV	298,2172	142,7343	0,1692					
145	86560000	ORI	GEV	38,6921	17,0547	0,0775	ORI	GEV	554,2988	280,7047	0,0383
146	86580000	ORI	GEV	50,6269	19,4551	-0,0500	ORI	GEV	729,9212	405,2677	-0,1068
147	86700000	ORI	GEV	8,1189	3,8858	-0,0717	ORI	GEV	191,0208	131,4015	-0,0486
148	86720000	ORI	GEV	355,1645	163,5609	0,0858					
149	86745000	ORI	GEV	20,7387	8,2677	0,1556	ORI	GEV	467,2723	234,1030	-0,0362

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.10 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 87 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	ξ	α	κ	ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala	Forma			Posição	Escala	Forma
150	87040000						ORI	GEV	5789,7788	2564,7845	0,3396
151	87160000	ORI	GEV	29,1394	14,5826	0,0762	ORI	GEV	498,5627	248,3365	0,3892
152	87170000	ORI	GEV	51,5593	20,0135	0,1178	ORI	GEV	642,6808	295,6507	0,1268
153	87250000	ORI	GEV	17,4486	5,9052	0,0597	ORI	GEV	186,3197	46,4835	-0,0127
154	87316000						ORI	GEV	45,5100	13,0949	0,1728
155	87317030	ORI	GEV	12,8959	3,4827	0,3763	ORI	GEV	155,0208	49,5490	0,0210
156	87317060	ORI	GEV	41,1743	16,7630	0,1386	ORI	GEV	82,9397	27,6634	0,1475
157	87372000	ORI	GEV	5,9318	2,0679	0,0649	ORI	GEV	80,6740	22,1013	0,6554
158	87380000	ORI	GEV	58,5988	23,8704	0,2438	ORI	GEV	317,1458	127,9134	0,1850
159	87382000	ORI	GEV	80,0310	26,1626	0,1641	ORI	GEV	394,2098	206,9025	-0,2073
160	87399000	ORI	GEV	18,1419	7,0815	0,1684	ORI	GEV	93,2462	42,2411	0,0507
161	87400000	ORI	GEV	18,4028	8,4079	-0,0785	ORI	GEV	101,3830	53,3909	-0,0468
162	87590000	ORI	GEV	63,7832	37,8863	0,2688					
163	87865000	ORI	GEV	9,1676	4,2173	0,1200					
164	87905000	ORI	GEV	269,0240	137,2862	0,0845	ORI	GEV	2380,7272	1142,3262	0,2046

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado.

Tabela N.11 Parâmetros das distribuições de probabilidades utilizadas nas estações da sub-bacia 88 para estimar as vazões para um tempo de retorno de 50 anos.

ID	Código ANEEL	Vazões médias de longo prazo					Vazões médias de cheia				
		ESC	DIS	μ	σ		ESC	DIS	ξ	α	κ
				Posição	Escala				Posição	Escala	Forma
165	88220000						ORI	GEV	646,2652	284,4576	0,2198
166	88550000	ORI	NOR	37,2636	16,5322		ORI	GEV	571,6395	269,3047	0,3884
167	88575000	ORI	NOR	23,7125	11,1030						
168	88680000	ORI	NOR	99,0294	47,6438		ORI	GEV	1506,5998	831,5752	0,3338
169	88750000	ORI	NOR	2,8941	1,2625		ORI	GEV	50,4682	22,6371	0,1199
170	88850000	ORI	NOR	10,6771	4,4529		ORI	GEV	203,7474	96,8167	0,2274

Obs. *ESC*: escala dos dados; *DIS*: distribuição de probabilidade selecionada; *ORI*: dados na escala original (sem transformação); *GEV*: Distribuição do Valor Extremo Generalizado; *NOR*: Distribuição Normal.

ANEXO O

**RESÍDUOS DA REGRESSÃO DAS EQUAÇÕES DE
REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES**

Tabela O.1 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 71.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
6	71200000	5,5358	0,5620	0,2162	0,6882
7	71250000	0,5220	2,3343	0,1936	0,8868
8	71300000	0,6110	0,1582	1,6962	0,1144
9	71350000	1,1447	2,0139	3,8222	2,5107
10	71350001	0,7718	1,0026	0,8631	0,6054
11	71380000		0,7903		0,8279
12	71383000	0,3791	1,3058	0,3949	1,2920
13	71385000	0,3450	0,4929	0,7574	0,3976
14	71490000	5,1122	8,6081	1,6554	9,2148
15	71495000	0,3762	0,3543	0,7169	0,5843
16	71496000	1,9590	0,4380	3,3779	1,1946
17	71498000	0,1408	2,0545	5,3921	1,5878
18	71550000	1,9530		1,2686	
19	71800000	2,5885	1,1050	0,1558	1,2273

Tabela O.2 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 72.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
20	72300000	1,0057	1,0252	1,0619	1,9778
21	72400000	0,1312	0,3040	0,2396	0,2424
22	72430000	1,6818	0,2653	0,9916	0,2950
23	72530000	1,3666	1,7196	1,0492	4,5395
24	72580000	2,3932	1,2348	0,7354	0,5412
25	72630000	2,2180	7,2540	3,0273	3,8009
26	72680000	4,4160	0,8373	4,3936	1,4390
27	72715000	1,3483		1,2282	
28	72750000	0,8064	0,5607	5,9603	0,6103
29	72810000	0,9842	2,5011	0,9247	2,2198
30	72849000	*	*	*	*
31	72870000	0,3074		0,3881	
32	72980000	0,1558	0,5392	0,1633	0,4449

Tabela O.3 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 73.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
33	73010000	0,6246	1,1550	2,4040	1,6303
34	73150000		*		*
35	73180000	0,1506	13,8804	0,1528	7,8696
36	73200000	0,6107	1,1014	0,2671	0,7857
37	73300000	0,8075	0,4497	0,5656	0,3803
38	73330000	2,8252	1,4143	1,9854	2,2612
39	73350000	6,2070	2,1363	3,5782	1,4431
40	73480000	0,4111	0,1892	0,9221	0,9298
41	73550000	1,3581	1,5198	0,8149	1,7870
42	73600000	6,9301	0,3458	3,7990	0,4961
43	73610000	0,5700	3,1992	2,9687	5,6567
44	73690001	1,2550	0,7562	1,5399	1,3860
45	73700000	0,1416	0,1640	0,1349	0,1492
46	73730000	1,0832		0,5834	
47	73750000	0,8561	0,9510	0,3086	0,6781
48	73765000	1,0989	2,1412	1,8610	4,4062
49	73770000	3,1028	*	3,1625	*
50	73780000	0,7573	3,5416	0,9197	1,8162
51	73820000	0,3033	0,3694	0,3845	0,1743
52	73850000	0,6223	1,0240	1,2928	0,9970
53	73900000	1,9776	0,5075	1,3931	0,3700
54	73960000	1,8494	1,6761	3,4533	0,8652
55	73970000	1,7216	0,8563	0,8823	0,4730

Tabela O.4 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 74.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
56	74100000	1,3464	0,3373	3,6887	0,8699
57	74205000	0,4145	1,2148	0,3330	0,3291
58	74210000	1,8429	0,9497	1,8991	0,6623
59	74270000	1,4502	9,9323	1,7452	11,5383
60	74295000	1,7590	1,5361	2,8013	0,9933
61	74310000		0,7397		0,7676
62	74320000	1,6740	0,8517	1,3193	2,5191
63	74345000	*	*	*	*
64	74370000	2,5402	0,3173	0,8281	0,3383
65	74420000	0,1892	0,7629	0,1559	0,4744
66	74450000	0,1667	0,2297	0,3830	0,3806
67	74460000	5,4820	0,6302	2,8185	1,0282
68	74470000	1,2179	0,3481	1,0391	0,4348
69	74600000	0,2339	0,4896	0,1708	0,3157
70	74700000	0,7157	0,5201	1,3235	0,6438
71	74750000	1,2484	5,4463	2,5615	7,6746
72	74800000	0,6405	2,3317	0,3426	0,9593
73	74880000	0,7520	0,8999	0,6614	1,5134
74	74900000	3,5154	4,0288	3,3712	1,8726

Tabela O.5 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 75.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
75	75155000	1,9526	0,6080	0,6571	0,6993
76	75185000	0,8634	0,7404	0,4514	1,3168
77	75200000	0,5677	0,2056	0,7779	0,1590
78	75205000	1,4382	0,5341	0,7995	0,7109
79	75230000	1,2946	0,5043	2,0098	0,9741
80	75270000	1,1053	0,2449	4,0127	0,2542
81	75295000	6,0796	0,9617	3,6004	0,6480
82	75300000	0,3273	0,6098	0,6481	0,3862
83	75320000	4,7903	0,5784	2,4364	0,3487
84	75350000		*		*
85	75400000	2,4985	10,5365	6,6323	7,0319
86	75430000	0,1654	3,5556	0,2057	3,0710
87	75450000	1,1707	1,0554	0,4959	0,9784
88	75500000	0,4244	2,3505	0,4182	3,4346
89	75550000	0,3893	5,3567	0,6378	6,9915
90	75700000	0,3665	0,6658	0,6509	0,6872

Tabela O.6 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacias hidrográficas 76-77.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
91	76085000	4,9820	1,6506	2,9191	0,9448
92	76100000	0,3669	0,7083	1,4985	0,6359
93	76120000	0,2117	0,1776	0,2923	0,3675
94	76200000		0,5593		0,4418
95	76250000		*		*
96	76300000	1,2311	0,4979	0,2892	0,1893
97	76310000	1,9273	2,7326	0,7074	3,1711
98	76360001	1,1465	1,0479	1,0832	1,0577
99	76380000	0,1701	0,7868	8,0621	4,7769
100	76440000	2,0283	3,6405	1,5765	4,1074
101	76460000	2,2579	3,1795	1,1887	0,9585
102	76470000		*		*
103	76490000	0,6830	1,3871	1,4986	3,0782
104	76500000	1,5227	1,2780	0,9535	1,2623
105	76550000	0,2311	0,4758	0,0772	0,8966
106	76560000	1,5864	*	0,7697	*
107	76600000	0,3411	0,3668	0,8633	0,5439
108	76630000		0,2207		0,2060
109	76650000	2,3432	0,2083	0,3295	0,4503
110	76700000		2,3539		1,0090
111	76742000		5,0062		3,5819
112	76750000	3,9932	0,7206	2,3769	0,2834
113	76800000	0,5527	2,3837	0,6717	2,9462
114	77150000	0,7935		1,1856	
115	77500000	*	*	*	*

Tabela O.7 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 85.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
116	85400000	0,6908		0,7529	
117	85438000	3,3465	1,3083	6,2938	1,2798
118	85460000	0,1447	0,0977	0,1967	0,1227
119	85470000	1,9980	2,8952	2,2667	4,8573
120	85480000	2,6591	1,1905	3,8671	1,5876
121	85580000	0,4276	0,3978	0,2638	0,3786
122	85600000	0,2964	0,5122	0,4141	0,3521
123	85610000	0,5992	1,3162	0,4253	1,8237
124	85615000		1,5926		1,5335
125	85620000	0,4023	1,7830	0,7527	1,5818
126	85623000	2,8481	1,3786	1,2644	1,0983
127	85630000	0,6458	1,4364	3,3652	1,0548
128	85642000	3,0100		0,8312	
129	85650000		1,1595		1,5222
130	85730000	1,6435	3,5665	2,0973	3,5767
131	85740000		4,0626		2,1387
132	85780000		0,2619		0,3591
133	85830000	4,2371		0,8406	
134	85850000	1,3512	0,2829	0,3636	0,2068
135	85900000	0,9601	2,6127	1,5646	3,0157

Tabela O.8 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 86.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
136	86100000	0,8778	0,2687	0,1869	0,3746
137	86160000	0,2603	0,4498	0,2227	0,3542
138	86340000	0,5439	0,3332	1,0648	0,2839
139	86410000	1,0410	0,9554	0,7544	1,0877
140	86420000	1,3937	0,5124	0,3389	0,6348
141	86440000	0,9764	2,2947	1,5820	2,4707
142	86480000	1,1456	0,7306	1,0737	0,5078
143	86500000	0,4288	0,7967	0,7667	0,9635
144	86510000	0,6945		0,6681	
145	86560000	0,5829	0,5657	1,8077	0,4664
146	86580000	5,6872	2,0324	7,3841	2,0316
147	86700000	0,4303	4,4806	2,8330	6,7027
148	86720000	1,1266		0,8973	
149	86745000	10,6861	7,4997	3,2002	4,8291

Tabela O.9 Resíduos das equações de regionalização de vazões médias (QMD) e máximas (QMX). Bacia hidrográfica 87.

Tempo de retorno / Série de vazão		TR=2,33 anos / QMD	TR=2,33 anos / QMX	TR=50 anos / QMD	TR=50 anos / QMX
ID	Código ANEEL	(Equações da tabela 6.9)	(Equações da tabela 6.10)	(Equações da tabela 6.15)	(Equações da tabela 6.16)
		Resíduos	Resíduos	Resíduos	Resíduos
150	87040000		2,0483		1,7952
151	87160000	0,2491	1,0937	0,4847	0,9035
152	87170000	0,6268	1,0342	0,3923	1,1417
153	87250000	1,6050	2,2283	1,7623	1,9664
154	87316000		0,3416		0,4308
155	87317030	2,8833	6,3704	1,6076	6,4519
156	87317060	2,5323	0,1516	3,3028	0,1780
157	87372000	0,3063	2,1232	0,2282	1,9120
158	87380000	3,1798	0,3516	1,7195	0,2439
159	87382000	4,7857	1,1848	3,6756	2,2212
160	87399000	0,5234	1,1693	0,2118	0,9355
161	87400000	0,2184	0,5909	0,6862	0,6429
162	87590000	0,7800		0,7447	
163	87865000	2,3461		4,2974	
164	87905000	0,9697	2,3455	1,3724	2,3887

ANEXO P

**DESCARGAS MÉDIAS ANUAIS DE LONGO PRAZO E DE
CHEIA SELECIONADAS PARA A REGIONALIZAÇÃO**

Tabela P.1 Descargas médias anuais de longo prazo e de cheia selecionada para a regionalização.

ID	Código	Nome da Estação	Vazão média de longo prazo (m ³ /s)				Vazão média de cheia (m ³ /s)			
			NObs.	Tr = 2,33 anos	Tr = 50 anos	Distribuição utilizada	NObs.	Tr = 2,33 anos	Tr = 50 anos	Distribuição utilizada
1	70100000	Despraiado	26	16,6	31,1	GEV	27	238,4	527,3	GEV
2	70200000	Invernada Velha	38	79,3	143,7	GEV	39	1356,3	3752,5	GEV
3	70300000	Fazenda Mineira	56	29,2	57,1	GEV	59	498,3	1317,1	GEV
4	70500000	Coxilha Rica	56	18,6	43,1	GEV	56	339,7	869,0	GEV
5	70700000	Passo Socorro	56	201,4	386,1	GEV	59	2211,2	5434,2	GEV
6	71200000	Vila Canoas	38	30,7	59,6	GEV	40	188,7	317,1	GEV
7	71250000	Ponte Rio João Paulo	36	13,1	20,9	GEV	34	99,7	159,1	GEV
8	71300000	Rio Bonito	55	52,0	99,5	GEV	33	161,9	212,7	GEV
9	71350000	Encruzilhada	33	79,9	164,3	GEV	33	338,1	838,7	GEV
10	71350001	Encruzilhada II	15	93,0	179,4	GEV	11	323,9	486,8	GEV
11	71380000	Canoas					15	401,3	784,7	GEV
12	71383000	Ponte Alta do Sul	42	114,9	201,6	GEV	45	480,7	908,3	GEV
13	71385000	Ponte do Rio Antinhas	11	0,7	1,6	GEV	14	7,0	17,9	GEV
14	71490000	Ponte Marombas	37	9,8	17,0	GEV	34	96,1	208,8	GEV
15	71495000	Ponte do Rio Timbó	9	4,4	7,9	GEV	9	38,6	75,0	GEV
16	71496000	Ponte do Rio Correntes	16	11,7	21,0	GEV	20	72,2	174,3	GEV
17	71498000	Passo Marombas	60	86,8	187,0	GEV	62	659,7	1745,2	GEV
18	71550000	Passo Caru	51	252,3	528,0	GEV				
19	71800000	Colonia Santana	19	284,7	429,7	GEV	21	1980,5	5316,2	GEV
20	72300000	Passo do Virgilio	17	747,1	1400,5	GEV	20	4836,2	12668,5	GEV
21	72400000	Passo São Geraldo	20	31,6	55,5	GEV	21	271,5	419,0	GEV
22	72430000	Passo do Granzotto	45	42,0	77,2	GEV	46	366,3	684,1	GEV
23	72530000	Passo do Ligeiro	41	14,0	28,2	GEV	44	181,7	436,4	GEV
24	72580000	Ponte do Rio Tapejara	32	31,1	57,4	GEV	33	390,2	714,4	GEV
25	72630000	Passo Santa Tereza	43	70,8	127,1	GEV	45	822,4	1833,2	GEV
26	72680000	Passo Colombelli	62	97,6	211,8	GEV	63	1191,0	3216,1	GEV
27	72715000	Rio Das Antas	20	23,1	46,5	GEV				
28	72750000	Videira	22	29,6	67,9	GEV	23	381,1	816,4	GEV
29	72810000	Tangara	25	51,2	95,5	GEV	26	765,4	1948,9	GEV
30	72849000	Joaçaba I	17	107,6	205,9	GEV	15	1386,7	3159,0	GEV
31	72870000	Barra do Rio Pardo	25	12,4	30,3	GEV				
32	72980000	Rio Uruguai	59	116,1	224,5	GEV	60	1517,7	3502,2	GEV
33	73010000	Marcelino Ramos	57	907,6	1807,4	GEV	59	8168,3	22237,3	GEV
34	73150000	Jacutinga					15	199,5	319,2	GEV
35	73180000	Engenho Velho	45	24,8	49,1	GEV	47	385,1	798,1	GEV
36	73200000	Itá	37	957,0	1565,2	GEV	43	8550,4	20570,4	GEV
37	73300000	Bonito	46	19,2	39,1	GEV	44	187,6	361,7	GEV
38	73330000	Passo Alto Irani	43	30,0	62,8	GEV	44	355,4	919,1	GEV
39	73350000	Barca Iraní	29	53,9	111,1	GEV	33	561,3	1225,3	GEV
40	73480000	Ponte do Rio Passo Fundo	32	97,7	209,5	GEV	34	791,4	2724,9	GEV
41	73550000	Passo Caxambú	56	1172,0	2034,8	GEV	63	10305,1	27233,2	GEV
42	73600000	Abelardo Luz	45	64,0	130,7	GEV	42	425,7	984,9	GEV
43	73610000	Ponte Saudades	7	19,3	63,3	GEV	9	467,8	1655,3	GEV
44	73690001	Coronel Passos Maia	26	24,8	54,6	GEV	25	296,3	808,6	GEV
45	73700000	Chapecozinho	24	33,0	62,2	GEV	26	267,6	510,2	GEV
46	73730000	Porto Elvino	9	148,0	252,2	GEV				
47	73750000	Porto Fae	18	150,5	246,6	GEV	18	1437,9	3172,5	GEV
48	73765000	Passo Quilombo	25	8,9	21,2	GEV	27	218,7	671,1	GEV
49	73770000	Porto Fae Novo	19	185,5	385,3	GEV	21	1534,4	2687,8	GEV
50	73780000	Jardinópolis	23	18,8	40,8	GEV	27	456,8	1050,5	GEV
51	73820000	Passo Pio X	38	27,4	56,7	GEV	43	456,1	1005,8	GEV
52	73850000	Passo Nova Erechim	26	194,4	410,4	GEV	27	1969,7	4981,6	GEV
53	73900000	Saudades	39	13,8	29,3	GEV	42	161,9	313,4	GEV
54	73960000	Barra do Chapecó (Aux.)	24	236,3	513,5	GEV	29	2380,4	5223,7	GEV
55	73970000	Barra do Chapecó	17	237,5	420,7	GEV	19	2041,0	4231,9	GEV
56	74100000	Iraní	43	1583,5	3141,3	GEV	56	12698,8	34286,8	GEV
57	74205000	Linha Cescon	43	11,2	21,3	GEV	43	188,8	349,3	GEV
58	74210000	Potreiro Bonito	13	94,1	225,3	GEV	15	895,6	1919,5	GEV
59	74270000	Passo Rio da Várzea	60	151,6	354,0	GEV	61	2168,2	5106,3	GEV
60	74295000	Linha Jatai	21	10,2	21,4	GEV	27	178,8	462,1	GEV

Tabela P.1 Descargas médias anuais de longo prazo e de cheia selecionada para a regionalização (continuação).

ID	Código	Nome da Estação	Vazão média de longo prazo (m ³ /s)				Vazão média de cheia (m ³ /s)			
			Nobs.	Tr = 2,33 anos	Tr = 50 anos	Distribuição utilizada	Nobs.	Tr = 2,33 anos	Tr = 50 anos	Distribuição utilizada
61	74310000	Linha Polaca					9	434,6	1205,8	GEV
62	74320000	Ponte do Sargento	35	19,0	39,3	GEV	37	366,0	1141,3	GEV
63	74345000	Ponte Guarita	14	15,3	38,5	GEV	15	90,6	316,3	GEV
64	74370000	Palmitinho	38	66,1	133,9	GEV	39	640,6	1509,7	GEV
65	74420000	São Miguel do Oeste I	8	8,5	11,6	GEV	10	136,3	235,9	GEV
66	74450000	Engenho	19	16,3	36,5	GEV	19	89,2	218,2	GEV
67	74460000	Ponte do Rio Turvo	26	15,8	26,8	GEV	27	59,7	113,3	GEV
68	74470000	Três Passos	37	43,4	92,9	GEV	39	384,6	915,5	GEV
69	74600000	Cascata Burica	55	53,9	122,4	GEV	54	616,5	1239,9	GEV
70	74700000	Tucunduva	59	29,4	66,6	GEV	60	271,1	562,4	GEV
71	74750000	Linha Cascata	37	8,8	17,6	GEV	39	141,0	290,0	GEV
72	74800000	Porto Lucena	16	1906,3	3125,3	GEV	25	17662,2	39275,4	GEV
73	74880000	Passo São João	57	20,8	40,7	GEV	61	203,2	377,7	GEV
74	74900000	Linha União	31	38,3	80,4	GEV	33	395,4	549,1	GEV
75	75155000	Passo Faxinal	61	52,7	102,5	GEV	58	419,6	1114,5	GEV
76	75185000	Ponte Nova do Potiribu	32	16,3	30,3	GEV	33	133,0	376,0	GEV
77	75200000	Conceição	52	21,2	43,7	GEV	55	177,7	299,0	GEV
78	75205000	Ponte Nova do Conceição	24	26,9	52,4	GEV	24	222,3	480,4	GEV
79	75230000	Santo Ângelo	55	137,3	293,5	GEV	56	958,9	2699,5	GEV
80	75270000	Ponte Queimada	9	24,3	61,5	GEV	9	313,4	1206,1	GEV
81	75295000	Colônia Mousquer	23	67,3	136,2	GEV	23	616,8	1015,0	GEV
82	75300000	Passo Viola	28	192,4	424,5	GEV	28	1322,9	2723,2	GEV
83	75320000	Ponte Mística	38	261,8	509,6	GEV	39	1523,3	3105,0	GEV
84	75350000	Passo Florida					7	1316,0	2338,1	GEV
85	75400000	Passo do Dias	51	26,2	56,0	GEV	51	525,3	1334,5	GEV
86	75430000	Passo Major Zeferino	36	19,5	39,9	GEV	37	330,9	789,9	GEV
87	75450000	Passo Santa Maria	39	86,9	172,3	GEV	40	994,5	2459,8	GEV
88	75500000	Passo do Sarmento	56	122,3	260,2	GEV	56	1056,4	2490,4	GEV
89	75550000	Garruchos	25	2761,4	4858,0	GEV	27	17125,9	40322,9	GEV
90	75700000	Passo do Novo	18	88,2	203,2	GEV	21	1360,5	3893,6	GEV
91	76085000	Cachoeira 5 Veados	19	45,4	91,6	LP3	20	768,5	1274,9	GEV
92	76100000	Vila Clara	54	60,7	135,3	LP3	54	861,0	1428,8	GEV
93	76120000	Ponte Toropi	19	63,8	132,5	LP3	28	636,5	1079,3	GEV
94	76200000	Passo Santa Vitória					23	794,6	1109,1	GEV
95	76250000	Dom Pedrito					25	155,6	204,1	GEV
96	76300000	Ponte Ibicuí da Armada	8	105,0	185,0	LP3	31	791,2	1417,4	GEV
97	76310000	Rosário do Sul	30	219,0	456,5	LP3	33	1936,2	4829,9	GEV
98	76360001	Azevedo Sodre	7	24,9	56,7	LP3	11	297,3	511,6	GEV
99	76380000	Cacequí	30	32,7	92,8	LP3	40	368,7	1274,6	GEV
100	76440000	Jaguari	53	58,9	114,3	LP3	58	944,2	2091,3	GEV
101	76460000	Ernesto Alves	35	27,0	51,4	LP3	39	532,2	1258,6	GEV
102	76470000	Passo do Jaguarzinho					10	304,4	340,9	GEV
103	76490000	Passo do Loreto	15	95,2	213,7	LP3	29	1098,0	2352,7	GEV
104	76500000	Jacaquã	15	561,1	1137,9	LP3	36	2475,8	4599,0	GEV
105	76550000	Ponte do Miracatu	11	10,0	16,3	LP3	14	84,0	153,2	GEV
106	76560000	Manoel Viana	24	591,1	1234,5	LP3	30	2936,4	5526,5	GEV
107	76600000	Passo do Itaum	12	538,9	1296,4	LP3	16	2604,3	5828,1	GEV
108	76630000	Cachoeira Santa Cecília					7	289,3	442,2	GEV
109	76650000	Passo da Cachoeira	30	58,1	103,6	LP3	36	514,5	1503,0	GEV
110	76700000	Passo dos Britos					19	482,2	693,7	GEV
111	76742000	Passo do Osório					21	344,2	693,8	GEV
112	76750000	Alegrete	49	118,6	252,0	LP3	58	994,2	1514,5	GEV
113	76800000	Passo Mariano Pinto	35	879,3	1842,1	LP3	41	4119,4	8083,3	GEV
114	77150000	Uruguaiana	26	4646,3	8623,0	LP3				
115	77500000	Quaraí	12	87,6	184,2	LP3	17	1195,2	2280,7	GEV
116	85400000	Dona Francisca (PCD INPE)	60	336,2	734,8	GEV				
117	85438000	Restinga Seca	16	27,7	54,2	GEV	23	257,8	498,4	GEV
118	85460000	Santa Brígida	23	9,4	24,3	GEV	31	105,4	181,7	GEV
119	85470000	Ponte São Gabriel	31	18,1	37,5	GEV	34	333,4	844,3	GEV
120	85480000	Passo do Rocha	27	55,3	119,2	GEV	31	530,2	1170,0	GEV

Tabela P.1 Descargas médias anuais de longo prazo e de cheia selecionada para a regionalização (continuação).

ID	Código	Nome da Estação	Vazão média de longo prazo (m ³ /s)				Vazão média de cheia (m ³ /s)			
			Nobs.	Tr = 2,33 anos	Tr = 50 anos	Distribuição utilizada	Nobs.	Tr = 2,33 anos	Tr = 50 anos	Distribuição utilizada
121	85580000	Passo do Verde	12	74,2	175,7	GEV	17	490,0	826,8	GEV
122	85600000	Passo das Tunas	52	111,9	277,5	GEV	59	753,3	1264,1	GEV
123	85610000	Passo do Freire	17	1,6	2,8	GEV	18	51,5	112,8	GEV
124	85615000	Passo do Lajeado					12	61,1	117,6	GEV
125	85620000	Pulqueria	18	9,2	22,6	GEV	19	230,0	436,5	GEV
126	85623000	São Sepé - Montante	16	16,0	27,4	GEV	17	230,7	402,1	GEV
127	85630000	Passo São Sepé	31	11,6	29,2	GEV	16	238,2	397,7	GEV
128	85642000	Passo São Lourenço	18	684,9	1127,5	GEV				
129	85650000	Cachoeira					12	2812,3	7016,3	GEV
130	85730000	Passo Linha do Rio	12	31,0	63,2	GEV	16	502,5	1126,9	GEV
131	85740000	Candelária					16	576,3	898,7	GEV
132	85780000	Passo do Meio					14	208,2	406,8	GEV
133	85830000	Santa Cruz-Montante	17	21,9	32,3	GEV				
134	85850000	Santa Cruz	20	15,2	27,3	GEV	25	143,2	213,3	GEV
135	85900000	Rio Pardo	50	819,9	1852,2	GEV	53	3740,3	8190,3	GEV
136	86100000	Passo do Gabriel	54	40,1	66,4	GEV	60	546,5	1302,4	GEV
137	86160000	Passo Tainhas	57	24,5	45,6	GEV	58	410,6	823,6	GEV
138	86340000	Ponte Santa Rita	15	8,4	18,0	GEV	24	71,1	127,8	GEV
139	86410000	Passo Barra do Guaiaveira	42	69,7	122,4	GEV	45	1008,6	2674,7	GEV
140	86420000	Ponte do Prata	38	9,4	16,1	GEV	41	102,7	239,3	GEV
141	86440000	Passo do Prata	61	86,7	168,3	GEV	62	1344,2	3827,8	GEV
142	86480000	Passo Migliavaca	40	32,6	59,5	GEV	44	503,2	1005,7	GEV
143	86500000	Passo Carreiro	52	42,3	81,3	GEV	56	706,6	1782,8	GEV
144	86510000	Muçum	53	359,8	705,9	GEV				
145	86560000	Linha Colombo	53	47,3	96,1	GEV	59	706,1	1571,7	GEV
146	86580000	Santa Lucia	51	62,9	134,4	GEV	59	1011,4	2691,7	GEV
147	86700000	Ponte Jacaré	51	10,7	25,6	GEV	56	273,5	755,5	GEV
148	86720000	Encantado	36	436,7	897,5	GEV				
149	86745000	Passo do Coimbra	34	24,4	44,9	GEV	38	611,1	1448,4	GEV
150	87040000	Passo do Raso					13	6603,5	11335,1	GEV
151	87160000	Nova Palmira	50	36,5	78,4	GEV	55	570,1	996,9	GEV
152	87170000	Barca do Caí	46	61,0	114,2	GEV	55	780,0	1552,7	GEV
153	87250000	Costa do Rio Cadeia	19	20,5	38,0	GEV	23	213,7	372,3	GEV
154	87316000	Barra dos Cornelios					14	51,1	82,7	GEV
155	87317030	Maquiné	12	13,9	20,0	GEV	20	182,6	340,6	GEV
156	87317060	Barra do João Pedro - Mont.	17	48,8	91,7	GEV	21	95,3	165,0	GEV
157	87372000	Igrejinha	12	7,0	13,1	GEV	14	84,0	111,8	GEV
158	87380000	Campo Bom	54	67,6	118,7	GEV	54	370,9	672,6	GEV
159	87382000	São Leopoldo	21	91,4	155,4	GEV	27	566,4	1637,3	GEV
160	87399000	Passo das Canoas Aux.	25	21,2	38,4	GEV	25	115,6	242,8	GEV
161	87400000	Passo das Canoas	55	24,0	56,8	GEV	55	134,8	329,9	GEV
162	87590000	Passo do Cacao	15	77,5	155,3	GEV				
163	87865000	Dom Feliciano	14	11,1	22,3	GEV				
164	87905000	Passo do Mendonca	33	337,6	725,4	GEV	36	2844,3	5450,9	GEV
165	88220000	Picada da Areia					21	758,7	1391,5	GEV
166	88550000	Ponte do Império	11	37,3	71,2	NOR	12	649,3	1112,7	GEV
167	88575000	Cerro Chato	16	23,7	46,5	NOR				
168	88680000	Passo do Ricardo	17	99,0	196,9	NOR	20	1773,4	3320,6	GEV
169	88750000	Passo dos Carros	34	2,9	5,5	NOR	36	61,1	121,0	GEV
170	88850000	Ponte Cordeiro de Farias	35	10,7	19,8	NOR	36	241,5	454,2	GEV

ANEXOS