

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

BRENO NASCIMENTO FARIA

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE REGIONALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DE
REGIÕES HOMOGÊNEAS NA ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS**

VITÓRIA
2017

BRENO NASCIMENTO FARIA

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE REGIONALIZAÇÃO E DEFINIÇÃO DE
REGIÕES HOMOGÊNEAS NA ESTIMATIVA DE VAZÕES MÁXIMAS ANUAIS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, na área de concentração Recursos Hídricos.

Orientador: Prof. Ph. D. Antônio Sérgio Ferreira Mendonça

**VITÓRIA
2017**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial Tecnológica,
Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Sandra Mara Borges Campos – CRB-6 ES-000593/O

F224a Faria, Breno Nascimento, 1990-
Avaliação de metodologias de regionalização e definição de
regiões homogêneas na estimativa de vazões máximas anuais /
Breno Nascimento Faria. – 2017.
180 f. : il.

Orientador: Antônio Sérgio Ferreira Mendonça.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) –
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Vazões naturais. 2. Hidrologia. 3. Regiões homogêneas.
4. Método dos momentos (Estatística). 5. Regionalização
hidrológica. 6. Método index-flood. I. Mendonça, Antônio Sérgio
Ferreira. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro
Tecnológico. III. Título.

CDU: 628



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

“Avaliação de Metodologias de Regionalização e Definição de Regiões Homogêneas na Estimativa de Vazões Máximas Anuais”

Breno Nascimento Faria

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Sergio Ferreira Mendonça
Orientador - DEA/CT/UFES

Prof. Dr. José Antônio Tosta dos Reis
Examinador Interno - DEA/CT/UFES

Prof. Dr. Silvio Bueno Pereira
Examinador Externo – DEA/UFV

Prof. Dr. Diogo Costa Buarque Coordenador do PPGEA:
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Vitória-ES, 17 de outubro 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos meus dias, tudo que sou, tudo que aprendi e tudo que conquistei.

Aos meus pais Maguigessi e Sônia pela oportunidade de estudar e minha família pelo apoio em todos os momentos.

Suellen, pessoa que foi minha companheira durante os momentos bons e nas dificuldades, me apoiando sempre. Sem ela e sem seu apoio, seria muito difícil a conclusão do curso.

Pelo aprendizado, pela paciência e pelos valiosos conselhos, agradeço ao Prof. Antônio Sérgio, obrigado pela contribuição. Agradeço também ao Prof. José Antônio por gentilmente ter aceitado contribuir em minha defesa.

Agradeço ao Prof. Charles Carpes da Universidade Federal do Pampa, pela inestimável ajuda com FORTRAN.

Agradeço Yuri Rocha pela ajuda nas traduções, desculpe pedir em cima da hora.

Agradeço a Selenia e Mônica pela disposição em ajudar.

Agradeço a todos os amigos de classe e todos os professores do PPGEA, valioso aprendizado.

Agradeço a iniciativas como Sci-Hub.

Agradeço a CAPES pela bolsa concedida.

RESUMO

Cheias são fenômenos naturais que ocorrem em cursos d'água, tendo potencial para causar sérios problemas econômicos e sociais. Estimativas de vazões máximas são de grande valor no planejamento e adoção de medidas que reduzam os impactos causados por esse tipo de evento. No entanto, nem sempre estão disponíveis dados suficientes para estimativas, porque se apresentam escassos ou inexistentes. Dessa forma, se faz necessária utilização de métodos de regionalização hidrológica. O presente trabalho analisa o desempenho dos métodos Index-Flood com utilização de momentos-L, Método de regressão múltipla direta e Método da curva adimensional, comparando com resultados obtidos posto a posto. Os diferentes métodos foram aplicados nas bacias do rio Doce e em outras bacias localizadas predominantemente no estado do Espírito Santo. Para o método Index-Flood/Momentos-L foram feitas três aplicações: utilizando série com período base definido (1940-2005), série com totalidade de dados disponíveis incluindo dados que não passaram por análise de consistência e adotando para definição de regiões homogêneas, os critérios propostos pelo software RH 4.1. Foram estimadas vazões para os períodos de retorno 2, 10, 20, 50 e 100 anos. Os resultados obtidos a partir de séries 1940-2005, quando comparados com os obtidos posto a posto, mostraram que o método Index-Flood /Momentos-L apresentou melhor desempenho do que os demais métodos de Regionalização. As variações de aplicações de Index-Flood/Momentos-L produziram resultados próximos. Porém, a que utilizou totalidade de dados apresentou melhores resultados para menores períodos de retorno. Diversas regiões consideradas como homogêneas pela metodologia adotada pelo software RH 4.1 seriam consideradas heterogêneas, caso fosse considerada a medida de Heterogeneidade (H). Diversos postos foram retirados da análise por todas metodologias aplicadas, por apresentarem alguma discordância ou não se encaixarem em quaisquer regiões definidas. Este fato pode indicar algum tipo de inconsistência em suas séries de descargas líquidas.

Palavras-chaves: Vazão máxima. Index-Flood. Momentos-L. Regionalização.

ABSTRACT

Floods are natural phenomena that occur in watercourses and have potential to cause serious economic and social problems. Estimates of maximum stream flows have a great value in the planning and adoption of measures that reduce the impacts caused by this type of event. However, sufficient data are not always available for estimation because they are scarce or nonexistent. Thereby, it is necessary to use hydrological regionalization methods. This work analyzes the performance of the Index-Flood/L-Moments method with those obtained by at-site methodology and direct multiple regression and dimensionless curve regionalization methods. These different methods were applied to Doce river basins and basins located predominantly in Espírito Santo. Three different Index-Flood/L-Moments applications were made: utilizing series for a defined base period (1940-2005), utilizing series presenting the totality of available data including some that were not submitted to consistence analyses and adopting the criteria proposed by the software RH 4.1. for the definition of homogeneous regions. Flows were estimated for the return periods of 2, 10, 20, 50 and 100 years. The results obtained from the 1940-2005 base period series, when compared to the obtained by at-site methodology, showed that the Index-Flood method/L-Moments reached better performance than those from the other regionalization methods. The different Index-Flood/L-Moments applications presented close results. However, the one that considered the totality of data presented better results for shorter return periods. Several regions classified as homogeneous by the methodology adopted by the software RH 4.1 would be considered heterogeneous if the Heterogeneity measure (H) was considered. Several stations were removed from the analysis by all applied methodologies because they presented some discordancy or did not fit in any region. This fact indicates possible inconsistency in their streamflow series.

Key words: Maximum stream flows. Index-Flood. L-Moments. Hydrological regionalization

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de estações divididas por responsável e operador.....	34
Tabela 2 - Valores críticos de Di em função da quantidade de postos no grupamento	44
Tabela 3 - Medidas de aderência, Z , referentes aos grupamentos.	63
Tabela 4 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição	64
Tabela 5 - Medida de aderência Z referente aos grupamentos.....	69
Tabela 6 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição	70
Tabela 7 - Modelos de regressão que melhor definem as regiões homogêneas para vazão média máxima (m^3s^{-1}).	73
Tabela 8 - Modelos recomendados para as vazões específicas máximas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$) para as diferentes regiões, para diferentes períodos de retorno.....	77
Tabela 9 - Avaliação dos ajustes das distribuições considerando coeficientes de determinação (R^2), erros padronizados (E.p.) e teste F	82
Tabela 10 - Modelos recomendados para as vazões médias máximas (m^3s^{-1}) para cada uma das regiões homogêneas.	84
Tabela 11 - Termos adimensionais das curvas de frequência regionais $\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$ para diversos períodos de retorno e intervalos de confiança 95 e 99%	84
Tabela 12 - Medida de aderência Z referente aos grupamentos.....	88
Tabela 13 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição	89
Tabela 14 - Médias quadráticas dos erros relativos para as estimativas de vazões máximas obtidas posto a posto e por regionalização.	93
Tabela 15 - Vazões máximas (m^3/s) estimadas por Rocha (2001) para estações comuns ao presente trabalho	95
Tabela 16 - Vazões máximas (m^3/s) estimadas posto a posto por Rocha (2001) para estações comuns ao presente trabalho.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Região de estudo	33
Figura 2 – Número de postos apresentando registros em cada ano	35
Figura 3 – Estações fluviométricas selecionadas	37
Figura 4 – Estações pluviométricas selecionadas	39
Figura 5 – Exemplo de região com postos pluviométricos suficientes para aplicação do método de Thiessen	52
Figura 6 – Áreas formadas pelas mediatrizes dos segmentos de reta entre cada posto	52
Figura 7 – Áreas de influência de cada posto na região de interesse	53
Figura 8 – Modelo digital de elevação	59
Figura 9 – Grupamentos definidos nas Bacias do Rio Doce e regiões litorâneas do Espírito Santo	62
Figura 10 – Grupamentos definidos usando a totalidade de dados nas Bacias do Rio Doce e regiões litorâneas do Espírito Santo	68
Figura 11 – Regiões homogêneas definidas nas bacias do Rio Doce e regiões litorâneas do Espírito Santo	75
Figura 12 – Comparação entre os métodos que usaram mesmo período base, pelo erro relativo médio	92
Figura 13 – Comparação entre as diferentes aplicações Index-Flood utilizando momentos-L, através do erro relativo médio	92

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1. INTRODUÇÃO	16
3.2. MEDIDAS DESCRITIVAS DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS	18
3.3. MOMENTOS PONDERADOS POR PROBABILIDADE (MPP)	20
3.4. MOMENTOS-L	21
3.5. ESTIMATIVA DE PARÂMETROS DE DISTRIBUIÇÕES	23
3.6. REGIÕES HOMOGÊNEAS	23
3.7. MÉTODOS UTILIZADOS NA ESTIMAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS	25
4. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.1. ÁREA DE ESTUDO	30
4.2. OBTENÇÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS	34
4.2.1. Dados Fluviométricos	34
4.2.2. Dados Pluviométricos	38
4.3. OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES A RESPEITO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS	40
4.4. MÉTODO INDEX-FLOOD UTILIZANDO MOMENTOS-L	42
4.4.1. Descrição do procedimento	42
4.4.2. Momentos-L amostrais	42
4.4.3. Consistência dos dados	43
4.4.4. Identificação de regiões homogêneas	45
4.4.5. Escolha da distribuição de frequências	47
4.4.6. Estimação da distribuição regional de frequências	47
4.4.7. Variações na aplicação da metodologia	48
4.5. MÉTODOS DE REGRESSÃO MÚLTIPLA DIRETA E DA CURVA ADIMENSIONAL	49
4.5.1. Descrição do procedimento	49
4.5.2. Preenchimento de falhas	50
4.5.3. Determinação da precipitação média nas sub-bacias	51

4.5.4.	Delimitação de regiões homogêneas	53
4.5.5.	Método de Regressão Múltipla Direta	54
4.5.6.	Método da Curva Adimensional	55
4.6.	COMPARAÇÃO DE RESULTADOS	56
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	58
5.1.	OBTENÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS	58
5.2.	INDEX FLOOD UTILIZANDO MOMENTOS-L	60
		60
5.2.1.	Momentos-L e a medida de discordância	60
5.2.2.	Definição de grupamentos	61
5.2.3.	Escolha e estimativa das distribuições de frequências	63
5.3.	INDEX-FLOOD UTILIZANDO MOMENTOS-L CONSIDERANDO A TOTALIDADE DE DADOS	65
5.3.1.	Momentos-L e medidas de discordância	66
5.3.2.	Definição das regiões agrupadas	66
5.3.3.	Escolha e estimativa da distribuição de frequência	69
5.4.	MÉTODO DE REGRESSÃO MULTIPLA DIRETA	71
5.4.1.	Preenchimento de falhas	71
5.4.2.	Precipitações médias nas sub-bacias	72
5.4.3.	Definição de regiões homogêneas	72
5.4.4.	Escolha de modelos	76
5.5.	MÉTODO DA CURVA ADIMENSIONAL	82
5.5.1.	Dados de entrada para o método	82
5.5.2.	Modelos gerados pelo método	82
5.6.	MÉTODO INDEX-FLOOD/MOMENTOS-L COM VARIAÇÃO DAS REGIÕES HOMOGÊNEAS	87
5.6.1.	Definição dos grupamentos	87
5.6.2.	Escolha e estimativas da distribuição de frequências	88
5.7.	COMPARAÇÃO DE RESULTADOS	90
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	98
6.1.	CONCLUSÕES	98
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
	APÊNDICE A - Estações fluviométricas reunidas	107
	APÊNDICE B - Lista das Estações Fluviométricas selecionadas	111
	APÊNDICE C - Lista das Estações Pluviométricas selecionadas	114

APÊNDICE D – Características físicas e climáticas das bacias dos postos fluviométricos	119
APÊNDICE E - Momentos-L, quocientes-L amostrais e medidas de discordância referentes a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L utilizando série de 1940 a 2005.....	123
APÊNDICE F – Definição de grupamentos referente a aplicação do método Index- Flood/Momentos-L utilizando série de 1940 a 2005	126
APÊNDICE G - Momentos-L, quocientes-L amostrais e medidas de discordância referentes a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L considerando a totalidade de dados	129
APÊNDICE H – Definição de grupamentos referente a aplicação do método Index- Flood/Momentos-L considerando a totalidade de dados	133
APÊNDICE I – Resultados dos preenchimentos de falhas em postos fluviométricos	136
APÊNDICE J – Precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes as bacias hidrográficas das estações fluviométricas analisadas	138
APÊNDICE K - Definição de regiões homogêneas para os métodos de Regressão Múltipla Direta e da Curva Adimensional.....	142
APÊNDICE L – Distribuições apresentando 20% de significância pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e seus respectivos valores de C.V.	145
APÊNDICE M - Definição de grupamentos referente a aplicação do método Index- Flood/Momentos-L variando o método de definição de regiões homogêneas	148
APÊNDICE N - Resultados de todas as aplicações e suas comparações com resultados posto a posto pelo Erro relativo, para os períodos de retorno 2, 10, 20, 50 e 100 anos.....	151

1. INTRODUÇÃO

Enchentes em cursos d'água podem causar grandes impactos sociais, econômicos e ambientais. Os alagamentos são seguidos de desabrigo de pessoas, destruição de edificações, obstruções de vias de transporte e criação de ambientes de proliferação de doenças na área urbana. Na área rural pode resultar em destruição de plantações, perda de animais, destruição de benfeitorias e demais empreendimentos. Dessa forma, enchentes são responsáveis por grandes prejuízos em diversas partes do mundo.

No Brasil, as cheias que ocorrem periodicamente causam graves problemas socioeconômicos em todos os estados. São bem conhecidas as ocorrências de inundações em níveis catastróficos em áreas urbanas em cidades de pequeno, médio ou grande porte. Mendonça e Simões (1989) citam como exemplos de grandes cidades Blumenau, Fortaleza e Recife. Segundo Rocha (2001), no Estado do Espírito Santo em particular, são lembradas por seus efeitos desastrosos as cheias ocorridas em 1960, 1979 e recentemente 2013.

Segundo Rocha (2001), cheias em cursos d'água são fenômenos periódicos que sofrem influência de varios fatores, que inclui explosões na crosta solar, El Niño e La Niña. No entanto, suas ocorrências não podem ser previstas deterministicamente. A frequência de ocorrência pode ser analisada probabilisticamente. Nesta análise a utilização do máximo de informações disponíveis a partir de ocorrências passadas tem grande valor. Frequentemente os locais estudados não apresentam tais informações ou possuem período de coleta de dados muito curtos. Nestes casos a análise de frequência regional assume grande importância. Mesmo em casos onde o local apresenta grandes períodos de registros de vazões, os métodos de regionalização são importantes para análise da confiabilidade dos dados.

A regionalização hidrológica é uma ferramenta que pode ser utilizada para estimativa de vazões máximas e, dentre diversas metodologias, pode ser destacada a utilização dos momentos-L. Além de análise de eventos máximos de vazões, momentos-L foram usados em diversos campos, incluindo estudos de precipitações, como apresentado em Zakaria, Shabri e Ahmad (2012), Franco et al (2014),

Malekinezhad e Garizi (2014), Beskow et al (2015), velocidades do vento em Ouarda, Charron e Chebana (2016) e tempestades de areia em Dodangeh, Shao e Daghestani (2012).

Métodos de regionalização e verificação de consistência que utilizam momentos-L e seus quocientes foram aplicados por diversos autores no âmbito nacional, podendo ser citados Rocha (2001), Fernandes (2005), Souza (2006), Coelho Filho (2010), Santos (2012) e Wolff (2013). Como exemplos de aplicações em nível internacional, incluem-se Rao e Hamed (1997), Saf (2009), Gubareva e Gartsman (2010), Seckin, Haktanir e Yurtal (2011), Eslamian et al. (2012), Dodangeh et al. (2014), Mosaffaie (2015) e Vivekanandan (2015).

O estudo proposto abrangeu a aplicação e análise do método Index-Flood utilizando momentos-L, sendo feitas comparações com os métodos de Regressão múltipla direta e da Curva adimensional. Como estudo de caso foi desenvolvido estudo de regionalização de vazões máximas considerando registros fluviométricos de estações localizadas na bacia do Rio Doce e em bacias que possuem porções de suas áreas de drenagem localizadas no Estado do Espírito Santo.

O conhecimento a respeito dos riscos de ocorrência de cheias e de suas magnitudes é fundamental para planejamento de medidas estruturais e não estruturais de controle de recursos hídricos. Os resultados gerados por esse estudo poderão fornecer parâmetros e indicar metodologias potencialmente utilizáveis, dentre outros fins, no dimensionamento de barragens, diques, sistemas de drenagem e na determinação de cotas de terreno acima das quais, a ocupação humana ocorreria com menores riscos.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

Maior conhecimento a respeito de métodos de regionalização de vazões máximas, incluindo o Index-Flood/Momentos-L.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente estudo foram:

- Aplicar os métodos Index-Flood/Momentos-L, de Regressão múltipla direta e da Curva adimensional a um conjunto de sub-bacias hidrográficas do rio Doce e do estado do Espírito Santo, objetivando estimar quantis para vazões máximas;
- Agrupar postos definindo os limites das áreas de regiões hidrológicas homogêneas, dentro da bacia do rio Doce e do estado do Espírito Santo, de forma a permitir a transferência de dados hidrológicos para seções transversais de cursos d'água com poucos ou sem registros de vazões;
- Avaliar o desempenho dos métodos de regionalização, através da comparação de resultados com os obtidos a partir de postos fluviométricos individuais;
- Analisar a resposta das variáveis independentes e ajuste de distribuições nos modelos regionais gerados;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. INTRODUÇÃO

Devido à dificuldade na obtenção direta de dados significativos para estudos hidrológicos para seções de cursos d'água de interesse, é comum o uso de outras formas indiretas de conseguir tais dados, como por exemplo, através de transferência de informações obtidas em outras seções.

De acordo com Tucci (2000), são altos os custos de implantação, operação e manutenção de redes hidrométricas. Além disso, muitos postos apresentam períodos de registros fluviométricos insuficientes. A escassez de dados pode estar relacionada com disponibilidade temporal e espacial de informações, sendo necessário muitas das vezes a aplicação de estudos para melhor aproveitamento das informações disponíveis.

Para estimativa de disponibilidade hídrica, é necessário conhecer o regime de vazões, comportamento dos rios, regimes pluviométricos e suas variações espaciais e temporais. Para isso é necessário trabalho constante de coleta e interpretação de dados, formando extensas séries históricas, envolvendo eventos de cheias e de secas (BAENA, 2002).

A frequência com que ocorrem eventos extremos deve ser estudada de forma probabilística. Para essa análise é necessário utilizar o máximo de informação que possa ser obtida a partir de coletas ocorridas no passado. Porém não é incomum existirem pequenos registros de dados ou mesmo ausência deles no local de interesse do estudo (STEDINGER; VOGEL; FOUFOULA-GEORGIU, 1993).

A estimativa da probabilidade da ocorrência de um evento extremo é uma extrapolação com base em dados limitados. Dessa forma, quanto maior for a base de dados, mais precisa será a estimativa. Do olhar estatístico, estimativas partindo de uma amostra pequena podem gerar parâmetros pouco razoáveis ou irrealistas (MOSAFFAIE, 2015).

Por outro lado, segundo Schendel e Thongwichian (2017), os registros históricos são limitados, pois eles se iniciam no primeiro dado conhecido e o tamanho do período histórico verdadeiro permanece desconhecido.

De forma a suprir a deficiência da rede hidrométrica no país e melhor utilizar os dados disponíveis, pode-se utilizar a técnica chamada de regionalização hidrológica, que apresenta resultados satisfatórios (ELETROBRÁS, 1985).

A regionalização hidrológica é um conjunto de ferramentas que tem como objetivo explorar ao máximo as informações existentes na área de estudo, para a estimativa de variáveis hidrológicas quando dados são escassos ou inexistentes. São as principais utilidades da regionalização hidrológica: melhor explorar as amostras pontuais e, em consequência, melhorar as estimativas das variáveis; verificar a consistência das séries de dados hidrológicos e identificar a falta de postos de coleta de dados (TUCCI, 2000).

Eventos extremos são de ocorrência rara, por este motivo são desejáveis longos períodos de registros em estudos de análise de frequência, o que torna os registros de diversos postos insuficientes. Os métodos de regionalização de vazões máximas de bacias hidrográficas produzem conhecimento a respeito de eventos extremos, sendo opções adequadas para análise de frequência em locais com carência de dados históricos. O método dos Momentos-L é considerado como um desenvolvimento na estatística que pode ser utilizada para facilitar o processo de estimação dentro da análise de frequência regional (ROCHA, 2001).

Hosking (1986), partindo dos Momentos Ponderados por Probabilidade, definiu quantidades denominadas Momentos-L, demonstrando que são alternativas para se caracterizar um conjunto de dados observados, podendo ser usados para se estabelecer uma distribuição de probabilidades a partir de uma amostra aleatória de dados. O autor ainda mostrou que nestas aplicações os momentos-L podem ser usados com vantagem em comparação com o uso do método de momentos tradicionais.

Para Dodangeh et al. (2014), o método dos momentos-L tem vantagens teóricas sobre os momentos convencionais, uma vez que pode caracterizar uma ampla gama de distribuições além de ser mais robusto com a presença de outliers.

Em amostras pequenas o método dos momentos-L apresenta frequentemente maior precisão e também produz estimadores de parâmetros com qualidade bem próxima quando comparado ao método da verossimilhança (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

Ao contrário dos momentos convencionais, apenas as funções lineares de valores das amostras da variável são utilizadas para estimar os momentos-L com base numa série de observação. Como resultado as estimativas amostrais de momentos-L são menos sensíveis a outliers aleatórios e erros grosseiros de observação (GUBAREVA; GARTSMAN, 2010).

3.2. MEDIDAS DESCRITIVAS DE VARIÁVEIS ALEATÓRIAS

Seja $F_x(x)$ uma função de distribuição cumulativa (FDC), $p_x(x)$ a função massa de probabilidades (FMP), X uma variável aleatória e x um valor possível de X . A probabilidade de uma variável aleatória X ser menor ou igual a x é $F_x(x) = P(X \leq x) = \sum p_x(x_i)$ (somatório de todos $x \leq x_i$).

Variáveis aleatórias contínuas como, por exemplo, as variações de descarga de um rio, entre um período de estiagem e um período de cheia, são descritas por valores reais positivos. A função densidade de probabilidade (FDP) descreve a probabilidade relativa de que uma variável X assumira valores diferentes. A FDP poderá ser obtida pela diferenciação da FDC.

$$f_x(x) = \frac{dF_x(x)}{dx} \quad (1)$$

Em hidrologia, percentis ou quantis de uma distribuição são com frequência usados para descrever eventos. O quantil x_p é o valor da probabilidade cumulativa p , apresentando probabilidade de exedência $1 - p$.

$$F_x(x_p) = p \quad (2)$$

O período de recorrência, ou período de retorno, é mais frequentemente citado que a probabilidade de se exceder. O quantil x_p representa a cheia com período de retorno de T anos.

$$T = \frac{1}{p} \quad (3)$$

Os momentos e quantis são utilizados para descreverem a locação ou a tendência central de uma variável aleatória e sua dispersão. O valor esperado, representado por $E[X]$, é equivalente à média populacional μ_x , que indica a abscissa do centróide da função $f_x(x)$. O valor esperado de X resulta de valores possíveis da variável aleatória ponderados por $f_x(x)$ e $p_x(x)$. As equações 4 e 5 definem as médias populacionais nos casos discreto e contínuo respectivamente.

$$\mu_x = E[X] = \sum_{i=1}^N x_i p_x(x_i) \quad (4)$$

$$\mu_x = E[X] = \int_{-\infty}^{+\infty} x f_x(x) dx \quad (5)$$

A variância populacional de uma variável aleatória X , denotada como $Var[X]$ ou também σ_x^2 é o momento central de segunda ordem e também corresponde à medida populacional utilizada com mais frequência para caracterizar dispersão em funções como $f_x(x)$.

$$Var[X] = \sigma_x^2 = E[(X - \mu_x)^2] \quad (6)$$

Define-se desvio padrão populacional σ_x , raiz quadrada positiva da variância tendo, dessa forma, as mesmas unidades de X .

Uma medida adimensional da variabilidade em X , apta para uso com variáveis aleatórias positivas ($X > 0$), é o coeficiente de variação CV_x , definido pela expressão:

$$CV_x = \frac{\sigma_x}{\mu_x} \quad (7)$$

O coeficiente de assimetria de uma variável aleatória X é um número adimensional definido por:

$$\gamma = \frac{\mu^3}{(\sigma_x)^3} = \frac{E[(X - \mu_x)^3]}{(\sigma_x)^3} \quad (8)$$

O coeficiente de curtose κ da variável aleatória X é uma medida que serve para indicar o quanto pontiaguda é a função $f_x(x)$. O coeficiente adimensional κ também serve para estabelecer uma medida relativa do peso das caudas superior e inferior

das distribuições de probabilidade. O coeficiente de curtose é definido pela expressão:

$$\kappa = \frac{\mu_4}{(\sigma_x)^4} = \frac{E[(X - \mu_x)^4]}{(\sigma_x)^4} \quad (9)$$

3.3. MOMENTOS PONDERADOS POR PROBABILIDADE (MPP)

Os momentos ponderados por probabilidade (MPP) foram introduzidos por Greenwood et al (1979), sendo definidos pela seguinte expressão geral:

$$M_{p,r,s} = E[X^p [F_x(x)]^r [1 - F_x(x)]^s] = \int_0^1 [x(F)]^p F^r (1 - F)^s dF \quad (10)$$

Em que $x(F)$ é a função de quantis, $E[\dots]$ representa o valor esperado e p , r e s representam números reais. Quando r ou s assume valores nulos e p um número positivo, são momentos ditos convencionais de ordem p , em relação à origem. Os momentos $M_{1,0,s}$ e $M_{1,r,0}$ são de utilidade frequente na caracterização de distribuições de probabilidades e são chamados, pela facilidade de notação como α_s e β_r , sendo representados por:

$$\alpha_s = E[X^p [1 - F_x(x)]^s] = \int_0^1 [x(F)] (1 - F)^s dF \quad (11)$$

$$\beta_r = E[X^p [F_x(x)]^r] = \int_0^1 [x(F)] F^r dF \quad (12)$$

Hosking (1986) demonstrou que os MPP's α_s e β_r , como funções lineares de x , possuem generalidade suficiente para estimar parâmetros de distribuições e também estão menos propensos a flutuações amostrais. Portanto são mais robustos do que os momentos convencionais. De uma amostra $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$, as estimativas não viesadas de α_s e β_r podem ser calculadas pelas expressões:

$$a_s = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\binom{N-i}{s}}{\binom{N-i}{s}} x_i \quad (13)$$

$$b_r = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\binom{N-i}{r}}{\binom{N-i}{r}} x_i \quad (14)$$

Os MPPs α_s e β_r estão relacionados entre si através das expressões:

$$\alpha_s = \sum_{i=1}^s \binom{s}{i} (-1)^i \beta_i \text{ ou } \beta_r = \sum_{i=1}^r \binom{r}{i} (-1)^i \alpha_i \quad (15)$$

3.4. MOMENTOS-L

Apesar de os MPP's α_s e β_r possam ser utilizados para estimar parâmetros, eles não são de fácil interpretação como descritores de forma das distribuições de probabilidades. Por esse motivo Hosking (1990) inseriu o conceito de momentos-L, que são grandezas diretamente interpretáveis como descritores de escala e forma das distribuições de probabilidades. Os momentos-L de ordem r , representados por λ_r , são combinações lineares dos MPP's α_s e β_r e definidos como:

$$\lambda_r = (-1)^{r-1} \sum_{k=0}^{r-1} p_{r-1,k} \alpha_k = \sum_{k=0}^{r-1} p_{r-1,k} \beta_k \quad (16)$$

Onde $p_{r-1,k} = (-1)^{r-k-1} \binom{r-1}{k} \binom{r+k-1}{k}$.

A aplicação da Equação 16 para os momentos-L, de ordem inferior ou igual a 5 são:

$$\lambda_1 = \alpha_0 = \beta_0 \quad (17)$$

$$\lambda_2 = \alpha_0 - 2\alpha_1 = 2\beta_1 - \beta_0 \quad (18)$$

$$\lambda_3 = \alpha_0 - 6\alpha_1 + 6\alpha_2 = 6\beta_2 - 6\beta_1 + \beta_0 \quad (19)$$

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

$$\begin{aligned} \lambda_5 &= \alpha_0 - 20\alpha_1 + 90\alpha_2 - 140\alpha_3 + 70\alpha_4 \\ &= 70\beta_4 - 140\beta_3 + 90\beta_2 - 20\beta_1 + \beta_0 \end{aligned} \quad (21)$$

Os momentos-L amostrais, definidos como l_r , são calculados pela substituição de a_s e b_r no lugar de α_s e β_r respectivamente, nas equações 17 a 21. Sendo l_r um estimador não tendencioso de λ_r .

O momento-L λ_1 equivale à média. Consequentemente, é uma medida populacional de posição. Quocientes de momentos-L de ordem superior a 1 são úteis na descrição de escala e forma das distribuições de probabilidades. A medida equivalente ao coeficiente de variação convencional, τ , é dada por:

$$\tau = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (22)$$

Que pode ser interpretado como uma medida populacional de dispersão ou escala. Os coeficientes de assimetria e curtose são definidos, respectivamente, por τ_3 e τ_4 , sendo:

$$\tau_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_2} \quad (23)$$

$$\tau_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_2} \quad (24)$$

Segundo Terrazas (1991), tratando-se da aplicabilidade, os momentos-L se assemelham aos momentos convencionais, são obtidos por meio de amostras e podem ser úteis para as seguintes finalidades:

- Resumo das propriedades básicas de um conjunto de dados;
- Estimar propriedades de uma distribuição de probabilidades a partir de dados obtidos por amostragem;
- Estimar os parâmetros de uma distribuição;

3.5. ESTIMATIVA DE PARÂMETROS DE DISTRIBUIÇÕES

Para estimar parâmetros de distribuições de probabilidades, o método dos momentos-L é semelhante aos convencionais. Tal método consiste em se igualar os momentos-L populacionais aos momentos-L amostrais. Como resultado dessa operação, produzirá estimativas dos parâmetros de distribuição de probabilidades em questão.

Assumindo $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ como observações constituintes de uma amostra aleatória simples retirada de uma população de uma variável aleatória distribuída conforme $f_y(y; \theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k)$ de k parâmetros. E se $[\lambda_1, \lambda_2, \tau_j]$ e $[l_1, l_2, t_j]$ são os momentos-L (e seus quocientes) populacionais e amostrais respectivamente, o sistema fundamental de equações do método momentos-L é:

$$\lambda_i(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) = l_i \text{ com } i = 1, 2 \quad (25)$$

$$\tau_j(\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_k) = t_j \text{ com } j = 3, 4, \dots, k - 2 \quad (26)$$

As soluções $\hat{\theta}_1, \hat{\theta}_2, \dots, \hat{\theta}_k$ desse sistema de k equações e k incógnitas serão as estimativas dos parâmetros θ_j pelo método dos momentos-L.

3.6. REGIÕES HOMOGÊNEAS

Uma das etapas da regionalização hidrológica e a definição de regiões homogêneas, na qual são definidas as regiões com características semelhantes e que servirão para transferência de dados entre si.

De acordo com Tucci (2000), uma região homogênea se define de acordo com um determinado tipo de comportamento do sistema hídrico. No caso da regionalização hidrológica o autor afirma que homogeneidade é caracterizada como a resposta

similar das funções regionais obtidas, que no caso pode ser representada pela curva adimensional de probabilidade e a equação de regressão.

A etapa de identificação e delimitação das regiões homogêneas é a mais difícil, pois é a mais sujeita a subjetividades. Para uma região ser considerada como homogênea, devem existir evidências de que as diferentes amostras do grupo possuem a mesma distribuição de frequências, a menos, do fator de escala local (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

Segundo Hosking e Wallis (2005) o critério de definição das regiões homogêneas não precisa necessariamente ser geográfico. Os autores lembram que análise de frequência regional é vantajosa quando os postos que formam uma região têm distribuições de frequências semelhantes e que apesar do termo região sugerir postos em vizinhança, a proximidade nem sempre pode ser considerado como indicador homogeneidade. Mas é razoável identificar regiões medindo em cada um dos locais as variáveis que se acreditam influenciar a distribuição de frequências e agrupa-los em regiões adjacentes onde compartilham das mesmas características.

Para o método Index-Flood/Momentos-L, Hosking e Wallis (2005) propõem a análise de grupamentos ou clusters, que é um método de análise estatística multivariada usada para separar um conjunto de dados em grupos. Nele se associa a cada posto um vetor de dados que contém as características e também as estatísticas locais, logo após os postos são agrupados e reagrupados de forma que seja possível identificar maior ou menor semelhança entre os vetores de dados. Para auxílio na decisão, os autores propõem uso de medidas de heterogeneidade e discordância.

Em um estudo na província de Mazandaran no norte do Iran, Farsadnia et al (2014) aplicou o método Self-organization feature maps combinado com Fuzzy C-means, K-means e Ward para definição de grupamentos. Foi usada a medida de discordância D_i e a medida de heterogeneidade H para avaliação dos casos.

Também no Iran no Iran, Abdi, Hassanzadeh e Ouarda (2017), em uma de análise de frequência regional de precipitação, apresentam uma comparação entre os métodos Growing Neural Gas, K-means, Fuzzy C-means, Ward e Self-organizing Map. Como critério de comparação foi usado a medida de heterogeneidade H para definição do método que gerou grupamentos mais homogêneos.

Estudando 8 medidas de heterogeneidade, incluindo a medida H , Requena, Chebana e Ouarda (2017) apresentam o resultado de uma comparação que engloba a análise de sensibilidade variando os fatores de uma região, taxa de sucesso na identificação da região mais heterogênea, evolução da variabilidade para a média da medida de heterogeneidade em relação ao grau de heterogeneidade regional e estudo dos efeitos de postos discordantes. Os mesmos autores afirmam que a utilização de diferentes critérios pode ajudar na identificação de regiões com baixo grau de heterogeneidade.

Wolff (2013) apresentou uma proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo, na qual foi adotada a medida de heterogeneidade H para auxiliar na definição das regiões homogêneas. Como resultado confirmou inicialmente 6 regiões homogêneas para o estado, no entanto, duas regiões se caracterizaram pela presença de um pequeno número de postos atípicos. Dessa forma o autor priorizou as características físicas sobre as estatísticas reduzindo assim para 4 a quantidade de regiões homogêneas no estado.

Segundo Viglione, Laio e Claps (2007), numa comparação entre as medidas de heterogeneidade H de Hosking e Wallis, teste amostra K de Anderson-Darling e teste de Durbin-Knott, as medidas de heterogeneidade H , baseadas em $L-C_v$, apresentaram vantagem para valores de assimetria- L baixos e na presença de amostras ligeiramente distorcidas. Os autores apresentam diagramas do tipo $\tau \times \tau_3$ onde é possível realizar análises dos resultados.

Para Halbert et al (2016), estudos de análise de frequência regionais podem ter seu desempenho significativamente afetado quando existe heterogeneidade em uma região, mesmo quando em baixo grau e quando não é detectado em testes de homogeneidade.

3.7. MÉTODOS UTILIZADOS NA ESTIMAÇÃO DE VAZÕES MÁXIMAS

Uma das maneiras de se estimar vazões é por meio da regionalização hidrológica, existindo métodos em que é possível até ser aplicado em regiões com dados escassos. De acordo com Tucci (2000), dentre os que métodos que compreendem a regionalização de funções estatísticas, existem três tipos básicos:

- Métodos que regionalizam parâmetros de uma distribuição estatística

Estes métodos admitem que uma distribuição estatística tenha um bom ajuste aos dados das estações de uma região homogênea. Dessa forma os dados de cada estação são ajustados a uma distribuição. Tendo como parâmetros μ e σ , se obtém as estimativas $\mu_1, \sigma_1; \mu_2, \sigma_2; \dots; \mu_n, \sigma_n$, em que n é o numero de bacias ou postos.

Depois se relaciona as características físicas e climáticas das bacias com os parâmetros obtidos, chegando à seguinte relação:

$$\mu = f1(A, P, S, \dots) \quad (27)$$

$$\sigma = f2(A, P, S, \dots) \quad (28)$$

Onde A , P e S representam as características físicas e climáticas das sub-bacias.

Para o caso de postos sem dados ou com quantidade insignificante de dados, os parâmetros μ e σ serão estimados nas equações regionais 27 e 28. Conhecendo os parâmetros da distribuição, são estimadas as vazões com determinado risco.

- Métodos que regionalizam a vazão com um determinado risco

É um método de regionalização de regressão múltipla direto. Igualmente aos métodos que regionalizam parâmetros de uma distribuição estatística, ajustam-se distribuições as vazões de diferentes postos. Vazões relacionadas a um período de retorno especificado são conseguidas das distribuições ajustadas a cada posto, ou seja.

$$Q_{T1}^1 = g1(\mu_1, \sigma_1, T_1); Q_{T2}^1 = g1(\mu_1, \sigma_1, T_2) \dots Q_{Tm}^1 = g1(\mu_1, \sigma_1, T_m)$$

$$Q_{T1}^2 = g2(\mu_2, \sigma_2, T_1); Q_{T2}^2 = g2(\mu_2, \sigma_2, T_2); \dots Q_{Tm}^2 = g2(\mu_2, \sigma_2, T_m) \quad (29)$$

...

$$Q_{T1}^n = gn(\mu_n, \sigma_n, T_1); Q_{T2}^n = gn(\mu_n, \sigma_n, T_2); \dots Q_{Tm}^n = gn(\mu_n, \sigma_n, T_m)$$

Onde, o índice superior n representa o posto ou bacia, o índice inferior indica o tempo de retorno, m representa o numero de tempos de retorno estudados, o termo $gi(\mu_i, \sigma_i, T_j)$ representa a solução da equação $\int_{gi}^{\infty} p(xi) dxi = \frac{1}{T}$, onde $p(x)$ é a distribuição do posto i com parâmetros μ_i e σ_i .

Baseado nesses valores se estabelece uma regressão entre as vazões e as características físicas e climáticas, chegando as seguintes relações:

$$Q_{T1} = G_1(A, P, S \dots) \quad (30)$$

$$Q_{T2} = G_2(A, P, S \dots) \quad (31)$$

...

$$Q_{Tm} = G_m(A, P, S \dots) \quad (32)$$

Onde $G_m(A, P, S \dots)$ é a equação de regressão referente ao tempo de retorno T_j .

Tucci (2000) orienta que se usem diretamente as equações acima para bacias com ausência de dados. O autor também lembra que podem ser utilizadas diferentes distribuições para as estações.

- Métodos da curva de probabilidade adimensional e regionalização do fator de adimensionalização

Tal método se baseia no que foi apresentado por Dalrymple (1960) e ficou conhecido e referido na literatura como Index-Flood. Consiste na adimensionalização das curvas individuais de probabilidade utilizando o seu valor médio para isso e estabelecimento de uma curva adimensional regional média das

estações com mesma tendência. A curva adimensional regional é descrita da seguinte forma:

$$F1\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right) = \frac{1}{T} \quad (33)$$

Onde Q_m representa o valor médio, Q_T é a valor com tempo de retorno T . Regionaliza-se o valor médio em função das características físicas e climáticas das sub-bacias por meio de uma equação de regressão.

$$Q_m = F2(A, P, S, \dots) \quad (34)$$

Onde $F2(A, P, S, \dots)$ representa a equação de regressão.

A metodologia proposta por Hosking e Wallis (2005) reúne um conjunto de procedimentos para análise regional de frequências de diversas variáveis, sendo uma das principais as hidrológicas. A metodologia se baseia nos princípios do Index-Flood além de estatísticas concebidas utilizando momentos-L.

Rocha (2001) aplicou a metodologia descrita por Hosking e Wallis (2005) para estimativa de vazões máximas no estado do Espírito Santo, utilizando dados de 40 estações do estado além de outras localizadas no oeste de Minas Gerais e sul da Bahia. Também foram estimadas vazões máximas para cada posto individualmente para diversas distribuições, com parâmetros estimados pelos métodos dos momentos e máxima verossimilhança. O trabalho dividiu os 29 postos restantes, após verificação de discordâncias, em 9 grupamentos e estimou vazões com período de retorno 2, 10, 20 e 100 anos. O autor relata que a medida em que se aumenta o período de retorno, os resultados obtidos posto a posto e os regionalizados, ficam cada vez mais distantes. O autor também se refere a quantidade de postos com séries longas e confiáveis de dados no estado, que segundo ele são em numero pequeno, tendo dificuldades principalmente em trabalhar na região do rio Doce e extremo nordeste do estado.

Em um estudo na Turquia, Seckin, Haktanir e Yurtal (2011), usaram Index-Flood /Momentos-L. O método foi aplicado em 498 estações no território da Turquia. Chegando ao resultado de que a Turquia é uma região heterogênea, de acordo com o elevado valor da medida de heterogeneidade. De acordo com a medida de melhor ajuste, a distribuição Generalizada de valores extremos (GEV) apresentou melhor

aderência. Testes realizados usando coeficiente de determinação e erro relativo absoluto médio indicam que as distribuições Wakeby e GEV com parâmetros estimados por momentos-L são adequadas para estimar quantis de cheia.

No estudo de Malekinezhad, Nachtnebel e Klik (2011) no Iran, houve uma comparação entre Index-Flood /Momentos-L com um método de regressão múltipla. O estudo chegou a 3 regiões homogêneas utilizando 21 postos. Duas das regiões obtiveram melhores resultados para o método Index-Flood de acordo com a medida de erro adotada.

Zaman, Rahman e Haddad (2012) realizaram um estudo em regiões áridas na Austrália baseado em Index-Flood /Momentos-L. De acordo com os autores é muito escassa a quantidade de dados hidrológicos e por esse motivo existem poucos estudos nesse tipo de região, embora em diversos casos possam sofrer severas inundações.

No Quênia, Nobert, Mugo e Gadain (2014), aplicaram o Index-flood utilizando 14 postos com objetivo de transferir informações para regiões sem dados por meio de regressão. Para definição das regiões homogêneas foram utilizados dados de elevação, perímetro, área e precipitação média anual além de um teste de heterogeneidade diferente do proposto por Hosking e Wallis (2005).

Em eventos máximos, a estimação empírica da probabilidade de excedência associada a um ponto específico, geralmente é referida como a determinação da posição de plotagem, que é definida como um valor entre 0 e 1 ou em porcentagem de 0 a 100%. A fórmula que estima a posição de plotagem deve mostrar a frequência em que um elemento, dentre os n valores organizados de forma decrescente, será igualado ou superado, ou seja $P(X \geq x)$ sendo X uma variável e x um certo quantil. Posições de plotagem iguais a 0 e 1, ou seja, o maior é o menor valor respectivamente, devem ser evitadas, porque nunca se sabe se uma amostra contém ou não o maior ou o menor valor de uma população (NAGHETTINI; PINTO, 2007).

Em um estudo realizado na bacia de Ceyhan na Turquia, Seckin et al (2010) comparou as fórmulas de posição de plotagem Landwehr, Hosking, Cunnane e Weibull na estimação das probabilidades de não superação de eventos, para o cálculo dos

parâmetros de distribuição pelo método dos momentos ponderados por probabilidade. Encontrando resultados bem próximos para Landwehr, Hosking, Cunnane, porém os resultados usando Weibull se distanciaram dos demais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este capítulo apresenta as metodologias e suas variações adotadas no presente estudo, assim como a obtenção de dados referentes a área de aplicação.

4.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreendeu a bacia do rio Doce, que está situada na região Sudeste, entre os paralelos 17° 45' e 21° 15' S e os meridianos 39 ° 30' e 43° 45' W e bacias de postos fluviométricos cujas bacias de drenagem, total ou parcialmente, se localizam no Estado do Espírito Santo.

A bacia do rio Doce abrange 230 municípios, com uma área de drenagem de aproximadamente 86.715 km² onde 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e o restante ao território do Espírito Santo. As nascentes do rio Doce estão localizadas no Estado de Minas Gerais, nas Serras da Mantiqueira e do Espinhaço. O rio Doce percorre aproximadamente 879 km até o oceano. Os principais afluentes, considerando a margem esquerda são os rios do Carmo, Piracicaba, Santo Antônio, Corrente e Suaçuí Grande em Minas Gerais; rio São José e Pancas no Espírito Santo. Pela margem direita estão os rios Casca, Matipó, Caratinga e Manhuaçu em Minas Gerais; no Espírito Santo estão os rios Guandu, Santa Joana e Santa Maria do Rio Doce. (CBH-DOCE, 2010).

O clima da bacia pode ser classificado como tropical de altitude com chuvas de verão e verões quentes nas nascentes dos afluentes, clima tropical de altitude com chuvas de verão e verões frescos nas nascentes, nas vertentes das Serras do Espinhaço e da Mantiqueira e quente com chuvas de verão nos trechos médio e

baixo. Sua precipitação média anual varia de 1500 mm para as nascentes do rio Doce até 900 mm na região entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, voltando a aumentar nas regiões litorâneas. (CPRM, 2014).

A bacia possui mais de 3,5 milhões de habitantes sendo 70% na zona urbana. As áreas populacionais mais densas são as do Vale do Aço e de Governador Valadares. Por outro lado, cerca de 85% dos municípios da bacia possuem até 20 mil habitantes. Na bacia está instalado o maior complexo siderúrgico da América Latina, com presença da Companhia Siderúrgica Belgo Mineira, Acesita e Usiminas. Também estão presentes empresas de mineração, destacando-se a Companhia Vale do Rio Doce, além de empresas da indústria da celulose. Dessa forma, a região é origem de considerável parte das exportações de aço, ferro e celulose no país (CBH-DOCE, 2010).

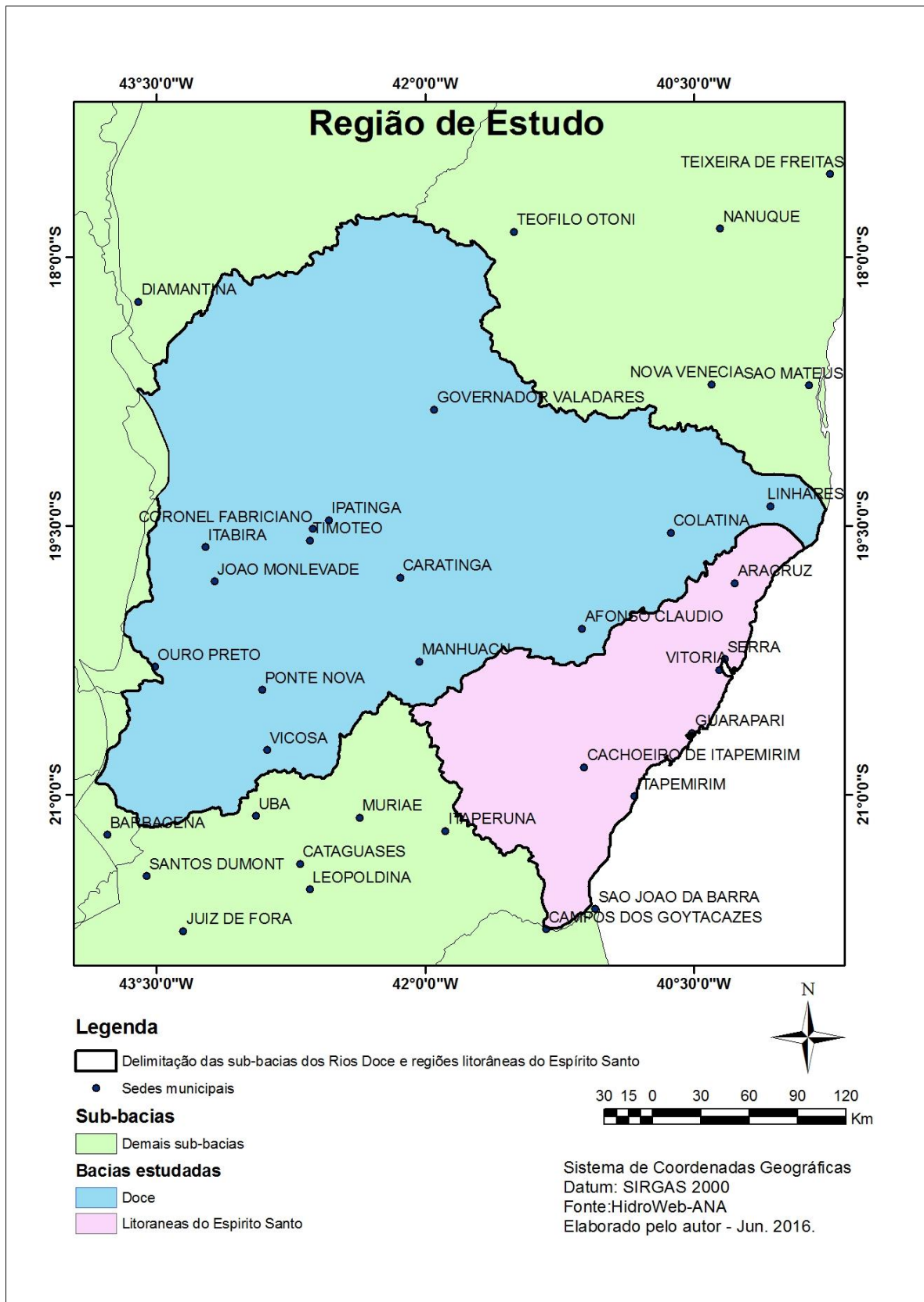
Os demais postos fluviométricos considerados nos estudos de regionalização pertencem às bacias Litorâneas do Espírito Santo. Localizam-se ao sul da bacia do rio Doce, no estado do Espírito Santo, nas seguintes regiões hidrográficas:

- Bacia do rio Itabapoana – Com área de 4.875,45 Km², a bacia é limitada pelas bacias dos rios Itapemirim, Paraíba do Sul e Doce. A bacia abrange no Espírito Santo os municípios Guaçuí, Dorés do Rio Preto, Mimoso do Sul, Divino de São Lourenço, São José do Calçado, Bom Jesus do Norte, Apiacá e partes de Muqui e Presidente Kennedy.
- Bacia do rio Itapemirim – Possui área de drenagem de aproximadamente 5.952 Km², é delimitado pelas bacias dos rios Itabapoana, Novo, Jucu e Guandú, nos municípios Alegre, Atílio Vivacqua, Cachoeiro do Itapemirim, Castelo, Conceição de Castelo, Ibitirama, Jerônimo Monteiro, Muniz Freire e Venda Nova, além de parte de Ibatiba, Iúna, Irupí, Itapemirim, Marataízes, Muqui, Presidente Kennedy e pequena parte do município de Lajinha em Minas Gerais.
- Bacia do rio Novo – Possui área de drenagem de aproximadamente 788 Km², localizada entre as bacias do rio Benevente e rio Itapemirim. Nela estão inseridos os municípios de rio Novo do Sul e parte de Iconha, Itapemirim, Piúma e Vargem Alta.

- Bacia do rio Benevente – Com drenagem de aproximadamente 1.260 Km², é limitado pelas bacias do rio Jucu, Itapemirim e Novo. Na bacia estão os municípios Alfredo Chaves e Anchieta além de partes dos municípios Iconha, Piúma e Guarapari.
- Bacia do rio Jucu – Possui área de drenagem de aproximadamente 2.032 Km², entre as bacias dos rios Santa Maria da Vitória, Benevente, Guandú e Itapemirim, abrangendo os municípios Domingos Martins, Marechal Floriano e Viana e partes de Cariacica, Guarapari e Vila Velha.
- Bacia do rio Santa Maria da Vitória – Possui área de drenagem de aproximadamente 1.876 Km², localizada ao norte da bacia do rio Jucu, abrangendo os municípios de Santa Maria de Jetibá e partes de Cariacica, Santa Leopoldina, Serra e Vitória. Cabe observar que a série correspondente ao posto Santa Leopoldina não foi considerada devido à influência da operação das PCHs Rio Bonito e Suiça sobre as vazões monitoradas.
- Bacias hidrográficas do Litoral Centro-Norte – Possui área de drenagem de aproximadamente 3.100 Km², localizada no litoral capixaba entre a foz do rio Doce e a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória. Estão presentes os municípios Aracruz e Fundão e partes de Ibiraçu, João Neiva, Linhares, Santa Leopoldina e Santa Tereza.

A Figura 1 apresenta a região estudada, a Bacia do rio Doce e a região denominada Bacias Litorâneas do Espírito Santo.

Figura 1 - Região de estudo



Fonte: Autor

4.2. OBTENÇÃO DE DADOS HIDROLÓGICOS

Os dados utilizados nesse trabalho, tanto de vazões como de chuvas, foram obtidos a partir do banco de dados HidroWeb disponibilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA). Os dados foram retirados no período compreendido entre 06/2016 a 12/2016.

4.2.1. Dados Fluviométricos

Inicialmente foram listadas 236 estações fluviométricas, localizadas nas sub-bacias do rio Doce e dos rios Itabapoana, Itapemirim, Novo, Benevente, Santa Maria da Vitória, Jucu além de bacias do Litoral Centro-Norte. As estações são operadas pela ANA e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). A origem dos dados está organizada conforme a Tabela 1.

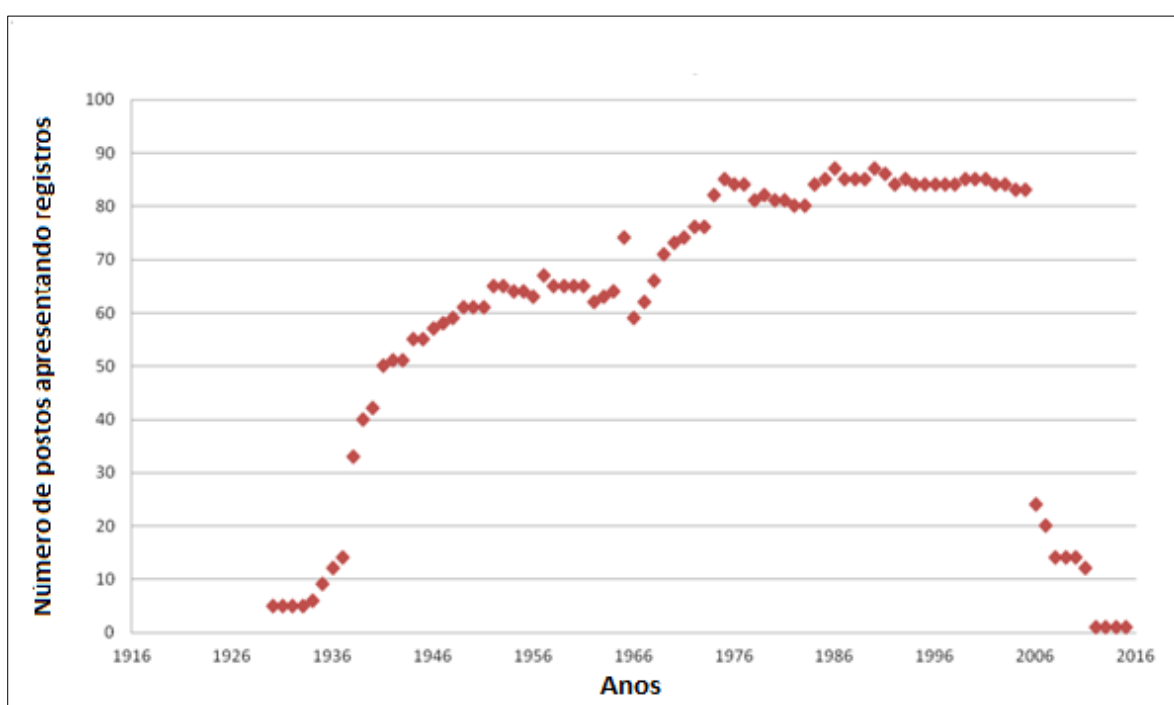
Tabela 1 - Número de estações divididas por responsável e operador

Sub-bacia	Responsável	Operadora	Quantidade de estações
Rio Doce	ANA	ANA	129
		CPRM	70
Rio Itabapoana, Itapemirim, Novo, Benevente, Santa Maria da Vitória, Jucu além de bacias do Litoral Centro-Norte.	ANA	ANA	12
		CPRM	25
Total			236

Foram eliminadas estações fluviométricas com menos de 20 anos de registros de dados, considerando apenas dados classificados, no HidroWeb, como consistidos e ano hidrológico iniciando em outubro.

Para auxiliar na definição do período base de estudo realizou-se, para cada ano entre 1935 e 2016, a soma da quantidade de postos com dados disponíveis. Com esses dados, foi traçado gráfico, mostrado pela Figura 2, para análise dos períodos apresentando mais dados de vazões.

Figura 2 – Número de postos apresentando registros em cada ano



Fonte: Autor

A partir de 2005 é notável a diminuição de postos que apresentem dados consistidos, apesar da continuação do registro de informações.

Considerando os números de postos apresentando dados de vazões consistidos, segundo o HidroWeb, foi definido como período base: 1940 a 2005.

Com o auxílio do software SisCAH 1.0, os dados de todas as estações fluviométricas passaram pelo seguinte tratamento:

- Descarte de estações sem dados de vazão;
- Descarte dos registros de anos apresentando falhas;

Registros relativos a alguns anos apresentando falhas apenas em períodos de estiagem, geralmente entre abril e setembro, foram considerados.

A estação Santa Leopoldina código 57130000, não foi considerada, devido à influência da operação dos aproveitamentos hidrelétricos Rio Bonito e Suíça, localizadas no rio Santa Maria da Vitória, a montante.

Com uso da ferramenta SisCAH 1.0 foram montadas séries de vazões máximas anuais para todas as estações consideradas.

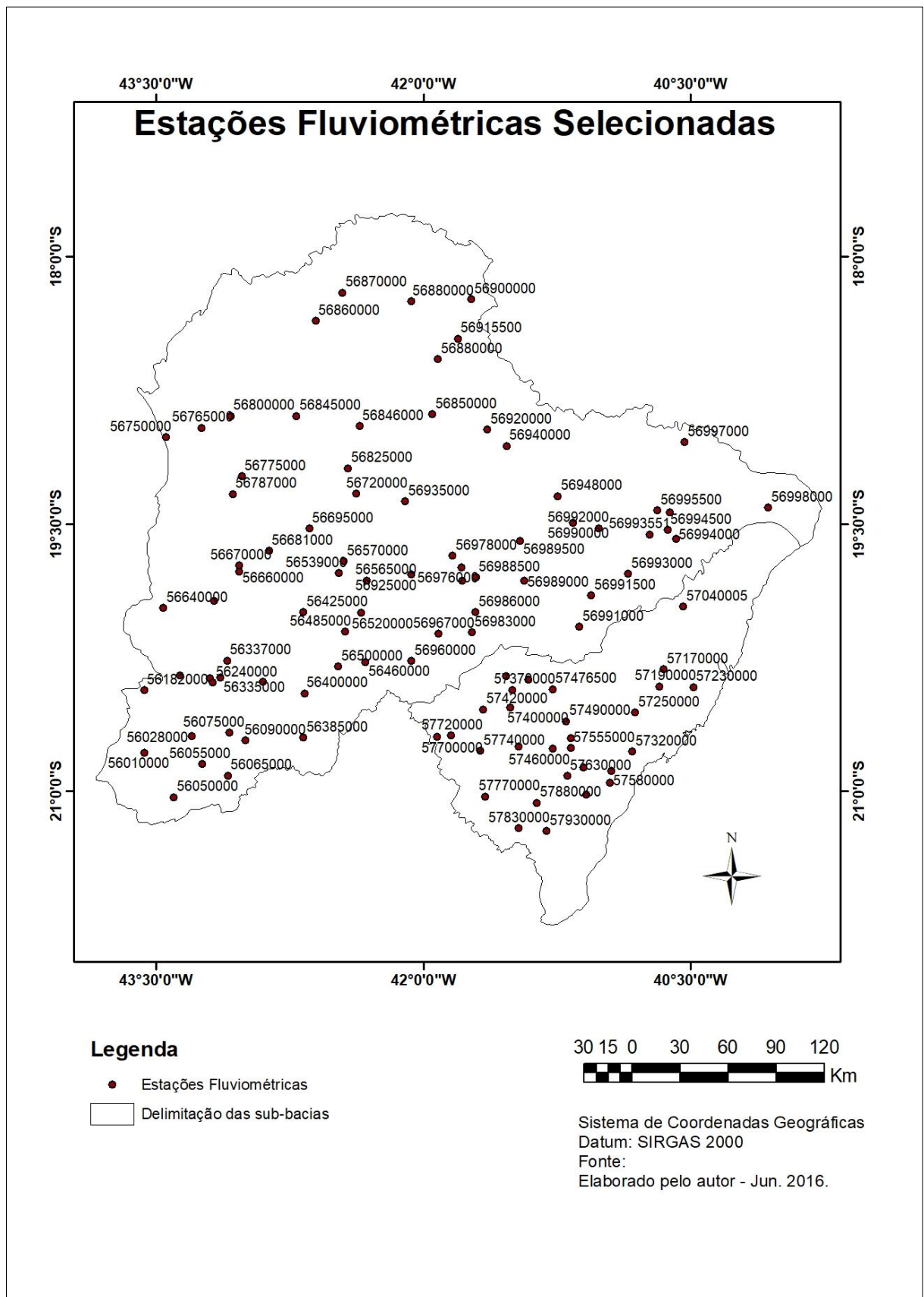
Estações instaladas em locais muito próximos e que apresentavam datas de desativação próximas dos inícios das atividades de outra, passaram por análise de estacionariedade, para verificação da propriedade de união de séries.

Para análise da viabilidade de junção dos dados, foram formados pares de estações e foram verificadas as identidades de média e de variância dos dados relativos aos dois intervalos de tempo através dos testes de Student e Fisher. No caso de heterogeneidade, apenas os dados da estação apresentando série mais longa foram considerados. As estações, a metodologia e os resultados foram apresentados no APÊNDICE A.

As séries das estações Colatina (56994500) e Colatina – Corpo de Bombeiros (56994510) também foram reunidas. Apesar de não coincidirem datas de início e fim de operação como nos casos das demais, tiveram suas séries reunidas.

A partir dos 236 postos iniciais, após todos os procedimentos restaram 102 apresentados no APÊNDICE B e visualmente na Figura 3.

Figura 3 – Estações fluviométricas selecionadas



Fonte: Autor

4.2.2. Dados Pluviométricos

Foram listadas inicialmente 235 estações pluviométricas localizadas nas bacias dos rios Doce, Itabapoana, Itapemirim, Novo, Benevente, Santa Maria, Jucu e bacias do Litoral Centro-Norte. Também foram inseridas estações localizadas nas sub-bacias dos rios Paraíba do Sul, São Francisco, Grande e Jequitinhonha, no entorno da área de estudo, para evitar ausência de dados nas bordas.

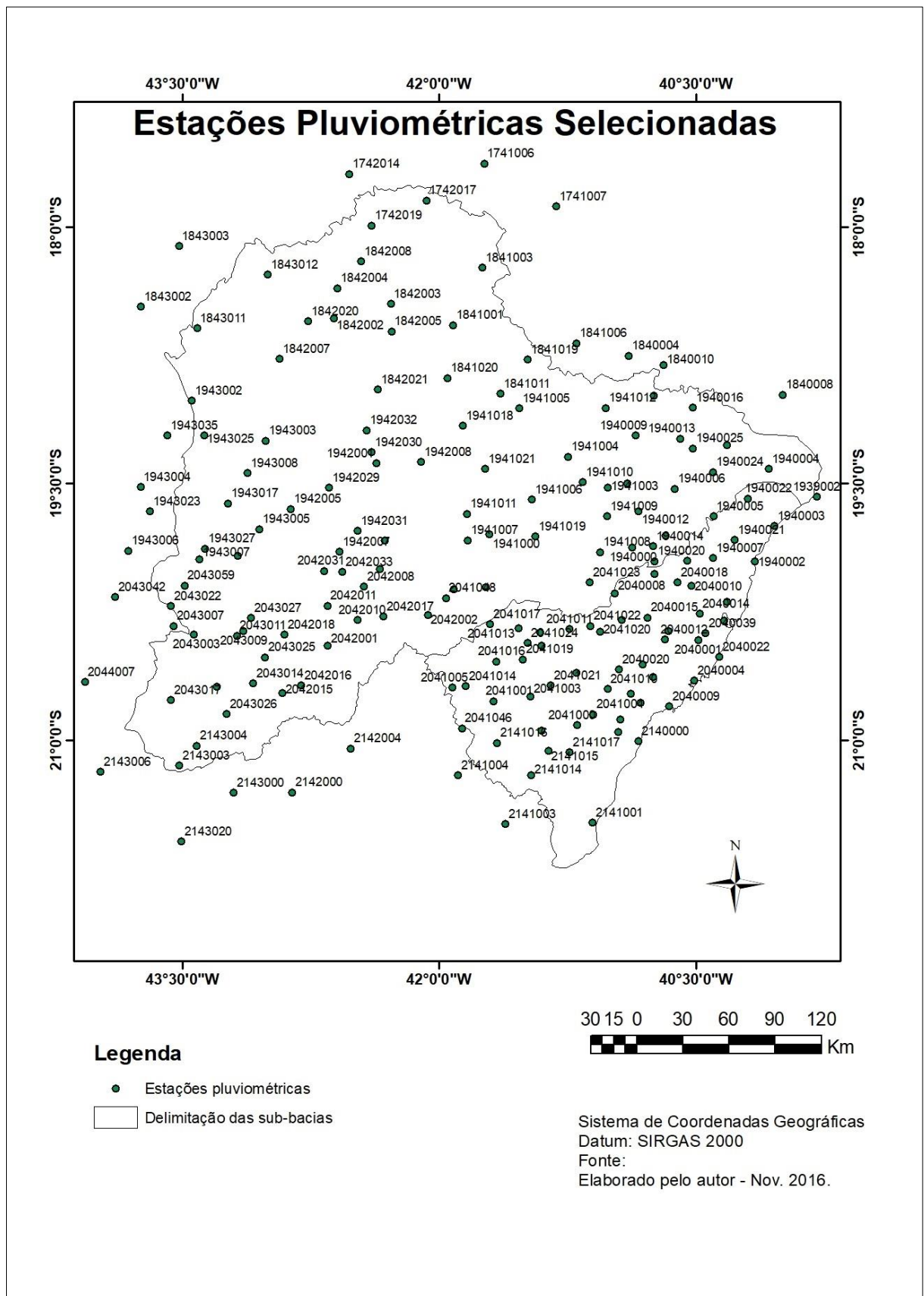
Foram considerados apenas dados classificados como consistentes, segundo o HidroWeb. Foram adotados alguns critérios para eliminação de estações:

- Descarte de estações com menos de 20 anos de registros;
- Descarte dos registros de anos apresentando falhas;
- Em casos de estações muito próximas, foi escolhida aquela apresentando maior quantidade de dados no período base. Reservando a estação excluída para fins de preenchimento de dados de outras estações;

O Período base relativo às chuvas foi o mesmo definido para vazões, 1940 a 2005.

No APÊNDICE C estão apresentadas as 174 estações pluviométricas selecionadas. A Figura 4 representa visualmente as estações selecionadas.

Figura 4 – Estações pluviométricas selecionadas



Fonte: Autor

4.3. OBTENÇÃO DE INFORMAÇÕES A RESPEITO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS

Áreas de drenagem e altitudes foram obtidas através do HidroWeb no site da ANA. Devido à ausência de dados de altitude em diversas estações e a necessidade de obter dados de comprimentos dos rios principais, declividade entre nascente e foz e densidade de drenagem, foi necessária elaboração de modelo digital de elevação (MDE), para extração das informações. Para tal, foi utilizado o software de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), Quantum GIS 2.18.

Para a elaboração do MDE da região de estudo, em primeiro lugar foi adquirido o shapefile que abrange as regiões de interesse no site do HidroWeb. Após isso, foi realizada aquisição de imagens SRTM disponíveis pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no site Topodata, com escala de 1:250.000. Foram necessárias 16 imagens para cobrir a totalidade da área de estudo. Para unir todas as imagens em apenas um raster, usando o software Quantum GIS 2.18, foi aplicada a ferramenta Mosaico. Desta forma foi gerado um raster com mais informação que a necessária. Assim Utilizando como máscara o shapefile das regiões de interesse, foi empregada a ferramenta Recortar, resultando no MDE.

Para auxiliar no processo de definição das bacias hidrográficas, foi utilizado o conjunto de ferramentas TauDEM 5.1.2, no software Quantum GIS 2.18, seguindo a metodologia proposta em Nicolete et al (2015).

Para preparação do MDE, foi usada a ferramenta Pit Remove, a qual identifica e corrige depressões espúrias. Esses pontos possuem baixas elevações em relação à área do entorno.

O próximo passo foi a geração das direções de fluxo usando a ferramenta D8 Flow Directions, que determina a direção do fluxo de cada célula. Existem oito possíveis direções para cada célula, considerando as oito células que a cercam, sempre usando a direção de descida mais íngreme.

Foi utilizada a ferramenta Contributing Area, que define uma linha composta pelos pixels que foram selecionados na última etapa e a área de contribuição da bacia

hidrográfica correspondente a montante de algum ponto de exutório, caso o mesmo tenha sido definido.

Utilizou-se o algoritmo Stream Definition by Threshold, que define a drenagem a partir de um limite estabelecido 100. Após essa etapa, já com a posse da rede de drenagem, foi possível colocar a estação no ponto correto de forma a limitar a região da bacia hidrográfica.

Logo após definição do ponto de exutório, foram repetidos os algoritmos Contributing Area e Stream Definition by Threshold, para utilização da ferramenta Stream Reach and Watershed, que extrai a rede de drenagem numérica e a bacia hidrográfica. Posteriormente as bacias foram transformadas de raster para vetor, para extração de dados de área e perímetro além da camada de delimitação da bacia.

O procedimento adotado para extração de altitude foi o complemento Elevation. Para todas as coordenadas em que havia presença de estações, foi extraída a altitude correspondente à mesma coordenada no MDE.

Para obtenção do comprimento principal do rio, foi utilizada a camada Stream Reach, gerada pela ferramenta Stream Reach and Watershed, com a qual se identificou as ordens hierárquicas dos trechos via tabela, e de forma visual se definiu a calha principal. Desta forma, todos os trechos foram somados, para obtenção do resultado.

As declividades entre nascente e a foz dos rios principais foram obtidas a partir da razão da diferença dos valores das cotas da nascente e do exutório pelo comprimento do rio principal.

A densidade de drenagem foi obtida pela relação do comprimento total dos cursos d'água com a área. O comprimento total dos cursos d'água foi obtido a partir da camada Stream Reach, na calculadora de campos da tabela, pela função \$length, Após este procedimento foi feito o somatório de todos os trechos.

De acordo com Baena (2002), o comprimento total dos cursos d'água é altamente influenciado pela escala utilizada e por consequência índices como densidade de drenagem variam de acordo com a escala. No entanto, todos os dados relativos a

drenagem tiveram a mesma escala e metodologia, de forma a padronizar o resultado e possibilitar o processo de regionalização.

4.4. MÉTODO INDEX-FLOOD UTILIZANDO MOMENTOS-L

4.4.1. Descrição do procedimento

A metodologia descrita por Hosking e Wallis (2005) está organizada em 4 etapas que são: verificação regional da consistência dos dados, identificação de regiões homogêneas, escolha da distribuição de frequências e estimação da distribuição regional de frequências.

Foram aplicados os programas computacionais “LMOMENTS”, disponibilizados ao acesso público no endereço <http://lib.stat.cmu.edu/general/lmoments>, as séries de dados de vazões máximas.

O programa “LMOMENTS” apresenta quatro subprogramas chamados: “X-Fit”, “X-Clust”, “X-Test” e “X-Sim”. Destes programas, foram aplicados os três primeiros, que são descritos a seguir.

4.4.2. Momentos-L amostrais

Para a estimativa dos MPPs, de uma amostra de vazões máximas anuais com n elementos, organizados em ordem crescente $(x_1 \leq x_2 \leq x_3 \cdots \leq x_n)$ foram empregadas as Equações 13 e 14 dos estimadores de MPPs não enviesados, a_s e b_r , respectivamente.

Os estimadores não enviesados de λ_r são definidos analogamente na Equação 16, pelos momentos-L amostrais:

$$l_1 = b_0 \quad (35)$$

$$l_2 = 2b_1 - b_0 \quad (36)$$

$$l_3 = 6b_2 - 6b_1 + b_0 \quad (37)$$

$$l_4 = 20b_3 - 30b_2 + 12b_1 - b_0 \quad (38)$$

$$l_5 = 70b_4 - 140b_3 + 90b_2 - 20b_1 + b_0 \quad (39)$$

Os quocientes dos momentos-L amostrais foram calculados de acordo com as Equações 48 e 49.

Para CV-L amostral:

$$t = \frac{l_2}{l_1} \quad (40)$$

Para $r \geq 3$:

$$t_r = \frac{l_r}{l_2} \quad (41)$$

O programa usado para esse fim foi o X-Fit.

4.4.3. Consistência dos dados

Essa etapa tem como objetivo investigar algum tipo de erro nas séries de dados de algum posto, através de análise em nível regional. Neste sentido, Hosking e Wallis (2005) propõem a utilização da medida de discordância D_i . Tal medida identifica os postos que apresentem características estatísticas muito discrepantes das demais.

A medida D_i é expressa como uma estatística única, envolvendo as estimativas dos principais quocientes de momentos-L τ , τ_3 e τ_4 .

Supondo N postos de observação, a medida de discordância é dada por:

$$D_i = \frac{1}{3} N(u_i - \bar{u})^T A^{-1} (u_i - \bar{u}) \quad (42)$$

Onde u_i representa o vetor $u_i = [t^i \quad t_3^i \quad t_4^i]^T$, em que T indica que é uma matriz transposta e t , t_3 e t_4 representam CV-L, assimetria-L e curtose-L respectivamente. O símbolo \bar{u} indica a média aritmética de u_i , sendo uma representação regional do mesmo. O termo A é representado pela expressão dada por:

$$A = \sum_{i=1}^N (u_i - \bar{u})(u_i - \bar{u})^T \quad (43)$$

Um posto é classificado como discordante quando o valor de D_i é grande. A definição se um valor de D_i é grande é função da quantidade de postos em cada grupamento. Dessa forma, Hosking e Wallis (2005) sugerem valores críticos para os quais superação, sugere discordância. Tais valores são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores críticos de D_i em função da quantidade de postos no grupamento

Postos por grupamento	D_i Crítico	Postos por grupamento	D_i Crítico
5	1,333	11	2,632
6	1,648	12	2,757
7	1,917	13	2,869
8	2,140	14	2,971
7	2,329	≥ 15	3
10	2,491		

Valores de $N < 5$, D_i apresentam certas limitações, porque para $N \leq 3$ a matriz A é singular o que impede o cálculo da medida. Quando se tem $N=4$ o valor de D_i é sempre 1.

Valores aceitáveis de D_i também podem ser obtidos respeitando expressão dada por:

$$D_i \leq \frac{(N - 1)}{3} \quad (44)$$

Postos acusados como discordantes pela medida anteriormente discutida foram descartados nessa etapa inicial.

O primeiro programa utilizado foi X-Fit, com o qual se obteve os momentos e seus quocientes, mais precisamente τ , τ_3 e τ_4 , para depois aplicá-los por meio do X-Test para obtenção dos valores de D_i .

4.4.4. Identificação de regiões homogêneas

Para a formação dos grupamentos (clusters), foi utilizado o programa X-Clust. Os atributos considerados para cada posto são características bem simples, que compreendem informações de localização que são latitude e longitude e as características físicas área de drenagem e altitude.

Em uma fase inicial, o programa faz simulações baseadas no algoritmo de Ward, que utiliza análise de variância para avaliar as distâncias entre os grupos, e a cada iteração, aglomera de forma a minimizar a soma dos quadrados de quaisquer pares de dois agrupamentos hipotéticos.

Com o resultado obtido pelo método de Ward, é feito um ajuste nos grupamentos formados utilizando o algoritmo K-Médias. O procedimento gera grupamentos um pouco mais compactos no espaço das características usadas.

Com os postos agrupados, momentos-L e seus quocientes foi verificada a medida de heterogeneidade (H), por meio do programa X-Test. Tal medida compara a variabilidade dos momentos-L amostrais entre postos de um grupo, com o que seria esperado para uma região hidrologicamente homogênea.

O calculo de H é dado pela expressão:

$$H = \frac{V - \mu_v}{\sigma_v} \quad (45)$$

Onde V é a dispersão dos CV-L das amostras, encontrado pela Equação 54 .

$$V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N n_i (t^i - t^R)^2}{\sum_{i=1}^N n_i}} \quad (46)$$

Na qual n_i é o numero de observações no posto i , t^i são os quocientes dos momentos-L amostrais, t^R são as médias regionais dos quocientes ponderadas pelo número de observações e N são os números de postos.

Os termos μ_v e σ_v da Equação 53 são a média e o desvio padrão de V , obtido por meio de simulações de regiões homogêneas. Essas simulações são obtidas ajustando a distribuição Kappa aos momentos-L regionais 1, t^R , t_3^R e t_4^R . Foram feitas 500 simulações de regiões homogêneas sem correlação cruzada ou serial cada uma com N postos.

Uma região é considerada como heterogênea quando o valor de H é suficientemente grande. Hosking e Wallis (2005) sugerem que uma região com valor de $H < 1$ é aceitavelmente homogênea, regiões dentro do intervalo $1 \leq H < 2$ são possivelmente homogêneas e regiões são consideradas heterogêneas quando $H \geq 2$. O caso de valores como $H < -2$, pode estar indicando que há muita correlação cruzada entre as distribuições individuais ou regularidade em excesso dos valores de CV-L amostrais, sendo prudente a verificação dos dados com mais cuidado.

Regiões classificadas como heterogêneas pela medida H foram divididas ou tiveram postos removidos para melhoria os resultados. A medida D_i também foi utilizada nessa etapa para eliminar ou realocar postos de regiões, considerando os mesmos critérios descritos na Tabela 2, para definição de postos discordantes.

4.4.5. Escolha da distribuição de frequências

Para seleção de uma distribuição de frequências para uma região homogênea, Hosking e Wallis (2005) sugerem o uso da medida de aderência Z , que se baseia na comparação das médias regionais de assimetria-L e curtose-L com as respectivas estatísticas de cada distribuição. O programa que auxilia essa etapa é o X-Test.

De uma distribuição qualquer, quando ajustada aos dados da região pelo método dos momentos-L ela reproduz a média de assimetria-L e curtose-L. Assim, em um diagrama $\tau_3 \times \tau_4$, julga-se a qualidade do ajuste pela diferença entre a curtose-L da distribuição ajustada e a referente a media regional. A medida de aderência Z para uma distribuição é denotada pela Equação 55.

$$Z^{DIST} = \frac{t_4^R - \tau_4^{DIST} + B_4}{\sigma_4} \quad (47)$$

Onde t_4^R refere-se a curtose-L regional, τ_4^{DIST} representa a curtose-L de uma distribuição, σ_4 é o desvio padrão de t_4^R e B_4 é obtido por meio de uma simulação semelhante a referida no item 4.4.4. e expresso pela Equação 56.

$$B_4 = \frac{\sum_{m=1}^{N^{sim}} (t_4^m - t_4^R)}{N^{sim}} \quad (48)$$

Em que N^{sim} são o numero de simulações e t_4^m é a curtose-L para a m-ésima região simulada.

Hosking e Wallis (2005) sugerem que quanto mais próximo de zero melhor será o ajuste, no entanto propõem o limite $|Z| \leq 1,64$ para se considerar uma distribuição.

4.4.6. Estimação da distribuição regional de frequências

Com os resultados anteriores, os postos foram agrupados em regiões com certa homogeneidade, onde as distribuições de frequência dos membros são idênticas a

menos de um fator de escala local e podem ter seus dados ajustados a distribuição de probabilidades selecionada.

O ajuste realizado através do método dos momentos-L consiste em igualar os momentos-L amostrais $t_1^R, t_3^R, t_4^R, \dots$ com seus respectivos momentos-L populacionais $\lambda_1, \tau, \tau_3, \tau_4, \dots$ da distribuição considerada. Para se obter as estimativas regionais dos quocientes dos momentos-L pondera-se os quocientes locais conforme o tamanho de sua amostra, em seguida são empregados para a inferência estatística. A ponderação das estimativas locais para conseguir as estimativas regionais é expressa pela Equação 57.

$$\hat{\lambda}_k^R = \frac{\sum_{j=1}^N n_j \hat{\lambda}_k^{(j)}}{\sum_{j=1}^N n_j} \quad (49)$$

Onde $\hat{\lambda}_k^R$ refere-se a estimativa regional e $\hat{\lambda}_k^{(j)}$ as estimativas no local j e índice de parâmetro $k = 1, \dots, p$.

Uma distribuição F definida por p parâmetros θ_k resulta num sistema de p equações e p incógnitas com soluções $\hat{\theta}_k$. Assim pode-se obter a estimativa da curva regional de quantis adimensionais $\hat{x}(F) = x(F; \hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_p)$.

Os quantis de um posto j são obtidos por meio do produto de $\hat{x}(F)$ e $\hat{\mu}_j$.

$$\hat{X}(F) = l_1^j \hat{x}(F) \quad (50)$$

4.4.7. Variações na aplicação da metodologia

O método Index-flood utilizando momentos-L foi aplicado três vezes no total, diferenciando entre si a série histórica de vazões e as regiões homogêneas.

A primeira aplicação manteve o método, mas considerou a série limitada entre 1940 a 2005 incluindo apenas dados que passaram por análise de consistência segundo HidroWeb.

A segunda aplicação levou em conta a totalidade de dados disponíveis inclusive os dados que não passaram por análise de consistência segundo HidroWeb.

A terceira aplicação considerou a definição de regiões homogêneas pelos critérios definidos no item 4.5.4. No entanto manteve-se o critério do teste de aderência

Tais variações do método tornaram possível a verificação da utilização de dados limitados ou dados sem consistência e também a comparação entre metodologias de definição de regiões homogêneas.

4.5. MÉTODOS DE REGRESSÃO MÚLTIPLA DIRETA E DA CURVA ADIMENSIONAL

4.5.1. Descrição do procedimento

Os Métodos de Regressão Múltipla direta e o da Curva adimensional compartilharam os mesmos procedimentos iniciais, sendo eles:

- A primeira etapa consistiu na preparação dos dados das variáveis explicativas: área de drenagem, comprimento do rio principal, a densidade de drenagem, declividade média, precipitação total anual e precipitação total no semestre mais chuvoso;
- O passo seguinte foi o preenchimento e extensão dos dados de vazão e chuva, que apresentem falhas;
- Após isso se buscou dividir a região em partes menores, de forma que estas partes apresentassem mesmo comportamento, ou seja, formado por regiões homogêneas;

Método de Regressão Múltipla direta: consistiu na análise de frequência local, para encontrar os quantis relacionados a um período de retorno específico para cada uma das estações aplicadas no método. Com os resultados da análise de frequência e as regiões homogêneas definidas, partiu-se para a análise de regressão múltipla para

estabelecer uma relação entre os quantis encontrados com as características físicas e climatológicas para cada período de retorno definido.

Método da Curva adimensional: consistiu na adimensionalização das curvas individuais de probabilidade por seu valor médio, e no estabelecimento de uma curva adimensional regional média das estações com mesma tendência. O valor médio foi regionalizado por meio de regressão com as características físicas e climáticas selecionadas nas sub-bacias.

Como ferramenta, foi utilizado o software RH 4.1, para preparação dos dados, definição das regiões homogêneas e para obtenção de equações regionais, conforme em Euclides et al (2001) e Euclides (2007).

4.5.2. Preenchimento de falhas

Postos com dados incompletos ou que tiveram alguma parte de seus dados retirados anteriormente foram consideradas para o preenchimento. O preenchimento de falhas de dados foi realizado por meio de correlações com dados de estações vizinhas.

Para dados de vazão, o primeiro critério para escolha de estações candidatas a preencherem uma estação com dados faltantes foi a verificação de que estivessem no mesmo curso d'água. Depois a exigência de 0,7 como valor mínimo do coeficiente de determinação. Quando esse segundo critério não era atendido, foi aceito trabalhar com postos na vizinhança, desde que respeitassem o valor mínimo estabelecido para o coeficiente de determinação.

Para o preenchimento das falhas, empregou-se a regressão linear simples e potencial.

$$Y = \beta_0 X + \beta_1 \quad (51)$$

$$Y = \beta_0 X^{\beta_1} \quad (52)$$

Onde Y representa a vazão do posto com falha, X a vazão do posto com dados e β_0 e β_1 representam os parâmetros ajustados pela regressão.

Para preenchimento de dados pluviométricos foi utilizado um método que Tucci (2000) denominou Ponderação regional com base em regressões lineares. Tal método se baseia em estabelecer regressões lineares do posto com falhas, Y , e cada um dos n postos vizinhos, $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, exigindo que tivessem pelo menos 0,85 como valor do coeficiente de determinação. Em cada uma das regressões lineares efetuadas se obteve um coeficiente de correlação r , e estabelecendo fatores de peso, um para cada posto. De acordo com a expressão:

$$W_{xj} = \frac{r_{yxj}}{r_{yx1} + r_{yx2} + r_{yx3} \dots + r_{yxn}} \quad (53)$$

Onde W_{xj} representa o fator de peso entre os postos Y e X_j , r_{yxj} o coeficiente de correlação entre os postos citados e n é igual a quantidade de postos vizinhos considerados, sendo a soma de todos os fatores de peso igual a unidade.

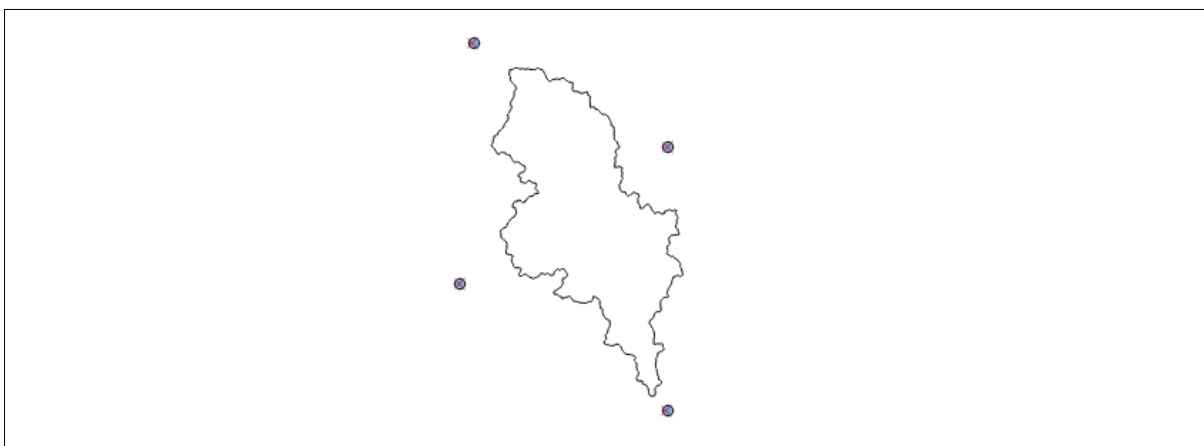
A Equação 62 representa o valor a se preencher no posto Y . Dessa forma os dados com melhor correlação possuem maior peso no calculo de preenchimento.

$$y_c = x_1W_1 + x_2W_2 + x_3W_3 + \dots + x_nW_n \quad (54)$$

4.5.3. Determinação da precipitação média nas sub-bacias

O dado de precipitação para cada bacia foi calculado pelo método de Thiessen, o qual foi sugerido no software RH 4.1. Tal método estabelece a média de precipitação ponderada pela área de influencia de cada posto pluviométrico. Os postos utilizados são aqueles próximos ou no interior da região de interesse.

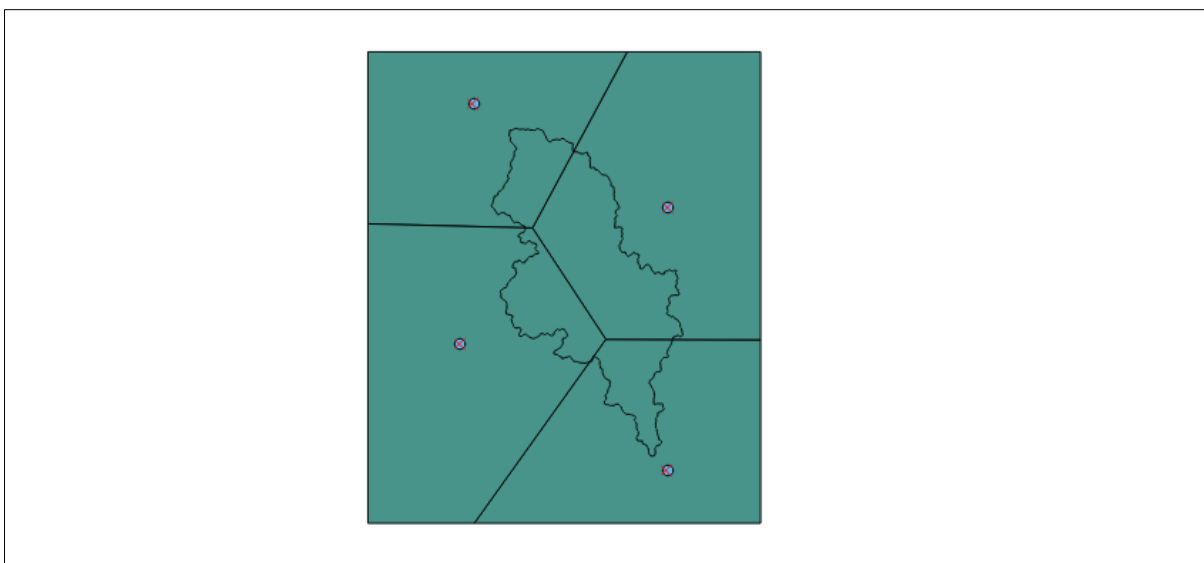
Figura 5 – Exemplo de região com postos pluviométricos suficientes para aplicação do método de Thiessen



Fonte: Autor

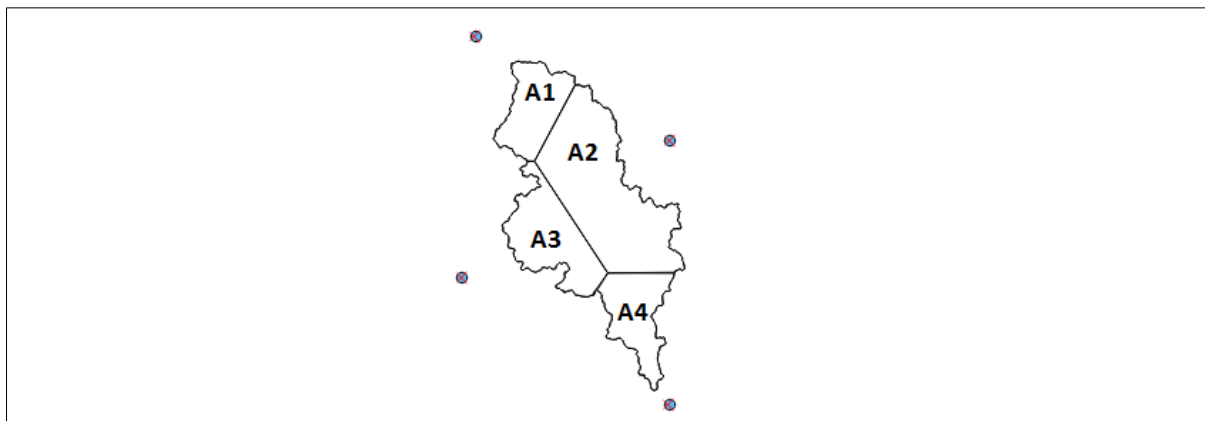
Villela e Mattos (1975) comentam que, a área de influencia de cada posto pluviométrico é obtida ligando os postos por retas e logo em seguida traçam-se no ponto médio desse segmento uma reta perpendicular, formando polígonos de Thiessen, conforme as Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Áreas formadas pelas mediatrizes dos segmentos de reta entre cada posto



Fonte: Autor

Figura 7 – Áreas de influência de cada posto na região de interesse.



Fonte: Autor

Cada polígono formado limita uma região de influência referente uma das estações pluviométricas. Então se calcula a precipitação média da bacia pela Equação 63.

$$P_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i P_i}{A} \quad (55)$$

Sendo P_m a precipitação média, A_i a área de influência do posto i , P_i a precipitação referente ao posto i e A é igual a área total da bacia.

4.5.4. Delimitação de regiões homogêneas

A divisão da área de estudo em regiões menores, de comportamento hidrologicamente homogêneo para assim se estabelecer as equações regionais, se deu por meio de dois critérios:

- 1º Critério – Análise da distribuição de frequência das vazões adimensionalizadas por seu valor médio de cada estação em papel probabilístico. O critério considera que são idênticas as distribuições de frequências das vazões adimensionalizadas de estações localizadas em regiões ditas homogêneas.

As distribuições de frequências das series adimensionalizadas foram representadas pelas distribuições teóricas de probabilidade Normal, Log-Normal, Normal com transformação generalizada, Gumbel e Log-Gumbel. Para cada uma das estações foram plotadas as vazões adimensionalizadas em papel de probabilidade, permitindo que as vazões se comportem em linha reta. Assim se obteve a equação da função de distribuição de frequências por regressão linear.

Uma equação do tipo $y = a + bx$ foi ajustada as vazões adimensionalizadas de cada uma das estações plotadas em papel probabilístico. Os parâmetros foram estimados pelo método gráfico e o ajuste pelo método dos mínimos quadrados.

Estações que apresentaram o coeficiente angulares próximos entre si foram consideradas pelo critério, parte de uma região homogênea.

- 2º Critério – Análise do ajuste de um modelo de regressão múltipla das vazões médias máximas com variáveis independentes, as características físicas e climáticas. Para a definição das regiões homogêneas, foram analisados os coeficientes da regressão, a tendência e a classificação dos resíduos padronizados e o erro percentual da comparação entre os valores de vazões observadas e as estimadas pelo modelo.

Os casos em que a divisão das estações apresentavam bons resultados, segundo os dois critérios, foram consideradas homogêneas, caso contrário, foi necessário mais uma subdivisão e retomada da análise do início.

4.5.5. Método de Regressão Múltipla Direta

O método proposto por Euclides (1992) se baseia em ajustar distribuições teóricas de probabilidades às series históricas de vazões máximas de cada estação considerando diferentes períodos de retorno. Após, é aplicada regressão múltipla com estes dados de vazão e as características físicas e climáticas das sub-bacias.

Para representar as vazões foram utilizadas sete distribuições, que são a Normal, Log-Normal dois e três parâmetros, Gumbel, Pearson III, Log-Pearson III e Weibull, que são todas as distribuições disponibilizadas pelo software RH 4.1. Para a estimativa dos parâmetros das distribuições foi utilizado o método dos momentos a partir dos dados amostrais.

O teste de aderência utilizado para escolher qual a distribuição melhor descreve o comportamento dos eventos, foi o de Komogorov-Smirnov, o qual é disponibilizado pelo software, bem como a visualização gráfica das condições de ajuste da curva da distribuição com os dados observados.

A seleção dos melhores modelos se deu pela análise do coeficiente de determinação, coeficiente de determinação ajustado, erro padrão fatorial e teste F .

4.5.6. Método da Curva Adimensional

O método resume-se na adimensionalização das curvas individuais de probabilidade por seu valor médio, e no estabelecimento de uma curva adimensional média da região de estações de mesma tendência. O valor médio é assim regionalizado por meio de regressão com as características físicas e climáticas selecionadas nas sub-bacias.

De acordo com a metodologia adotada por Euclides (2007), em cada região homogênea, é determinada a curva adimensional regional de frequência, se ajustando a equação da reta de regressão, que tem a forma $y = a + bx$ às vazões adimensionalizadas, plotadas em papel probabilístico.

Os parâmetros foram estimados pelo método gráfico e o ajuste foi verificado pelo método dos mínimos quadrados. Foram aplicados limites de confiança de 95% e determinado o erro padrão de estimativa de frequências com auxílio da reta regional.

Como expressado pela Equação 64, a partir da equação de regressão múltipla da vazão média (Q_{mr}) e o termo $\frac{Q_T}{Q_m}$ obtido por meio da curva de frequência regional, se determina QT , a vazão máxima para o tempo de retorno T .

$$Q_T = \left(\frac{Q_T}{Q_m} \right)_R Q_{mr} \quad (56)$$

Onde Q_T representa a vazão máxima estimada para o período de retorno T , $\left(\frac{Q_T}{Q_m} \right)_R$ é o termo adimensional da curva de frequência regional para o período de retorno T e Q_{mr} é a vazão média máxima estimada por meio de regressão múltipla.

4.6. COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Como referência de comparação entre os métodos regionais anteriormente citados, foram estimadas as vazões posto a posto pelo método dos momentos-L com dados ajustados a distribuição que apresentou melhor resultado de aderência regionalmente.

A comparação entre os resultados das vazões máximas de postos individuais e as estimadas por métodos de regionalização e suas variações foi feita por meio do erro relativo.

$$ER\% = \left(\frac{Q_o - Q_e}{Q_o} \right) \times 100 \quad (57)$$

Onde Q_o é o resultado posto a posto que foi usado como referencia e Q_e é a vazão estimada por algum dos métodos.

Para uma comparação que incluísse todos os resultados de uma aplicação, foi aplicada a Média quadrática dos erros relativos, Equação 66. Principalmente nesse caso, o erro relativo foi usado como forma de padronizar os erros encontrados entre bacias de diferentes dimensões e evitar distorções no momento de comparação. Foram utilizadas apenas estações que não foram eliminadas em nenhum método, para haver o mesmo tipo de informação na comparação.

$$MQER = \left[\frac{1}{N \times T} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N \left(\frac{Q_{ot} - Q_{et}}{Q_{ot}} \right)_i^2 \right]^{1/2} \quad (58)$$

Onde Q_{ot} e Q_{et} representam a vazão máxima observada e estimada para um dos T períodos de retorno considerados (2, 10, 20, 50 e 100), o índice i representa a contagem e identificação dos N postos considerados.

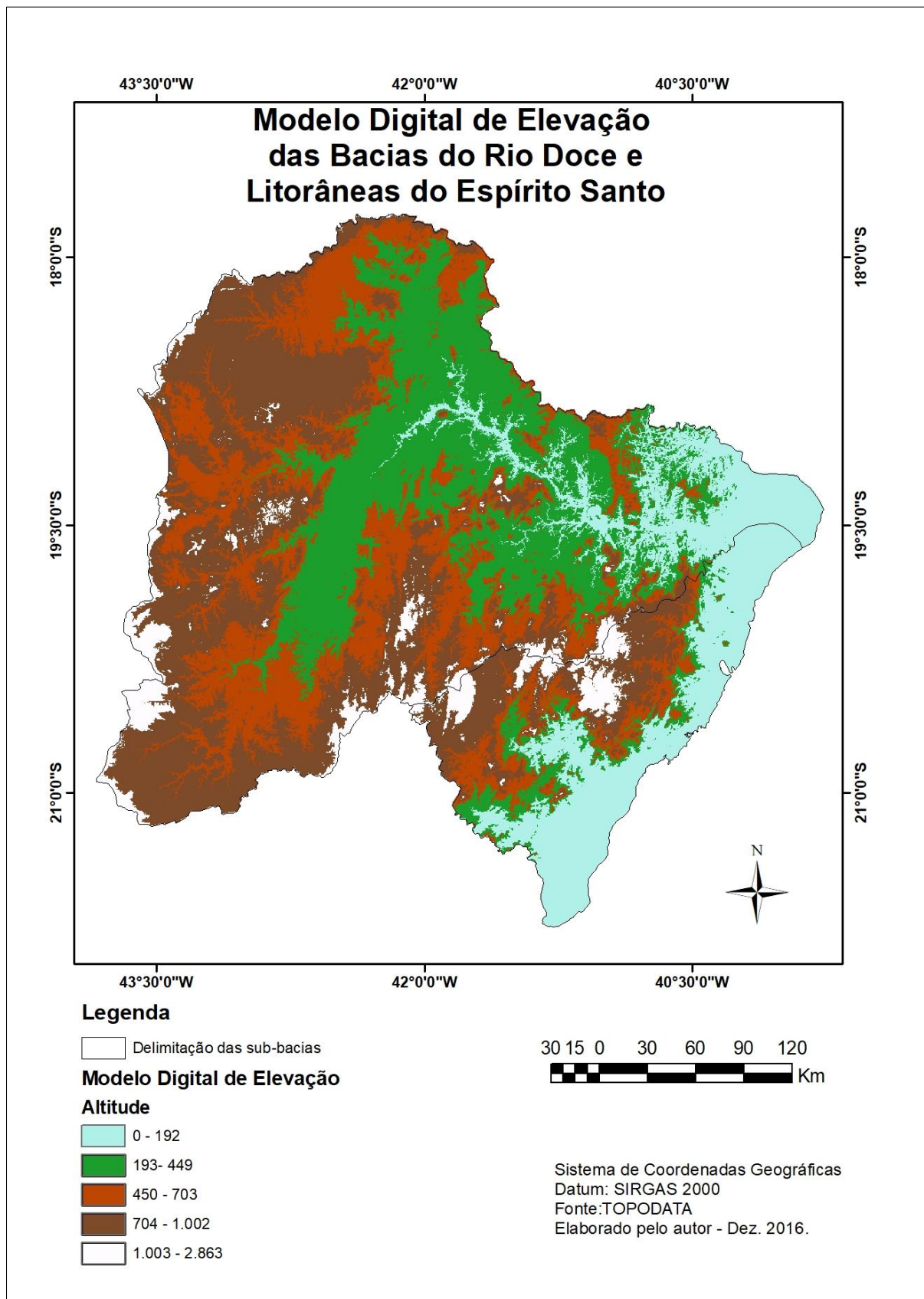
Também foi feita uma comparação com os resultados obtidos por Rocha (2001). Como o autor não apresentou nenhum estudo para auxiliar uma comparação, foi aplicado o MQER. Para tal, foram utilizados resultados de Rocha (2001), comparando os resultados locais com os regionais e comparando os resultados locais do presente trabalho com os regionais do referido autor, considerando apenas dados de estações comuns em ambos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. OBTENÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS BACIAS

A partir de 16 imagens coletadas e tratadas como descrito no capítulo 4.3, foi possível ajustar o MDE, apresentado na Figura 8, a partir do qual foram obtidas características físicas de interesse para a regionalização.

Figura 8 – Modelo digital de elevação



Fonte: Autor

No APÊNDICE D são apresentadas características físicas das bacias dos postos fluviométricos considerados: Áreas de drenagem, comprimentos dos rios principais, densidades de drenagem e declividades médias.

Para estações Conceição do Mato Dentro, Chapada, Antonio Dias, Caratinga, Santa Maria e Barra de São Gabriel, houve divergência entre as áreas de contribuição obtidas e as fornecidas pela ANA, já Linhares apresentou uma inconsistência no MDE, o que impossibilitou a localização do rio principal e seu exutório. Por esses motivos se optou por remover as estações do estudo.

5.2. INDEX FLOOD UTILIZANDO MOMENTOS-L

Tais resultados referem-se à aplicação utilizando série de 1940 a 2005 de dados que passaram por análise de consistência de acordo com o HidroWeb

5.2.1. Momentos-L e a medida de discordância

Os momentos e seus quocientes estimados para as 95 estações utilizadas no estudo são apresentados no APÊNDICE E. São apresentados ainda os resultados relativos às medidas de discordância, que são usadas em critério para eliminação de postos considerados discordantes.

O teste de discordância, conforme indicado na Tabela 2 para grupamentos maiores que 15 membros, indicou 7 postos com $D_i > 3$: ALTO RIO DOCE (56050000), FURQUIM (56148000), BOM JESUS DO GALHO (56565000), ITAGUAÇU JUSANTE (56993000), FAZENDA BRAGANÇA (56976000), VALSUGANA VELHA (57040005) e FAZENDA CACHETA (57650000). Tais postos foram retirados das etapas posteriores.

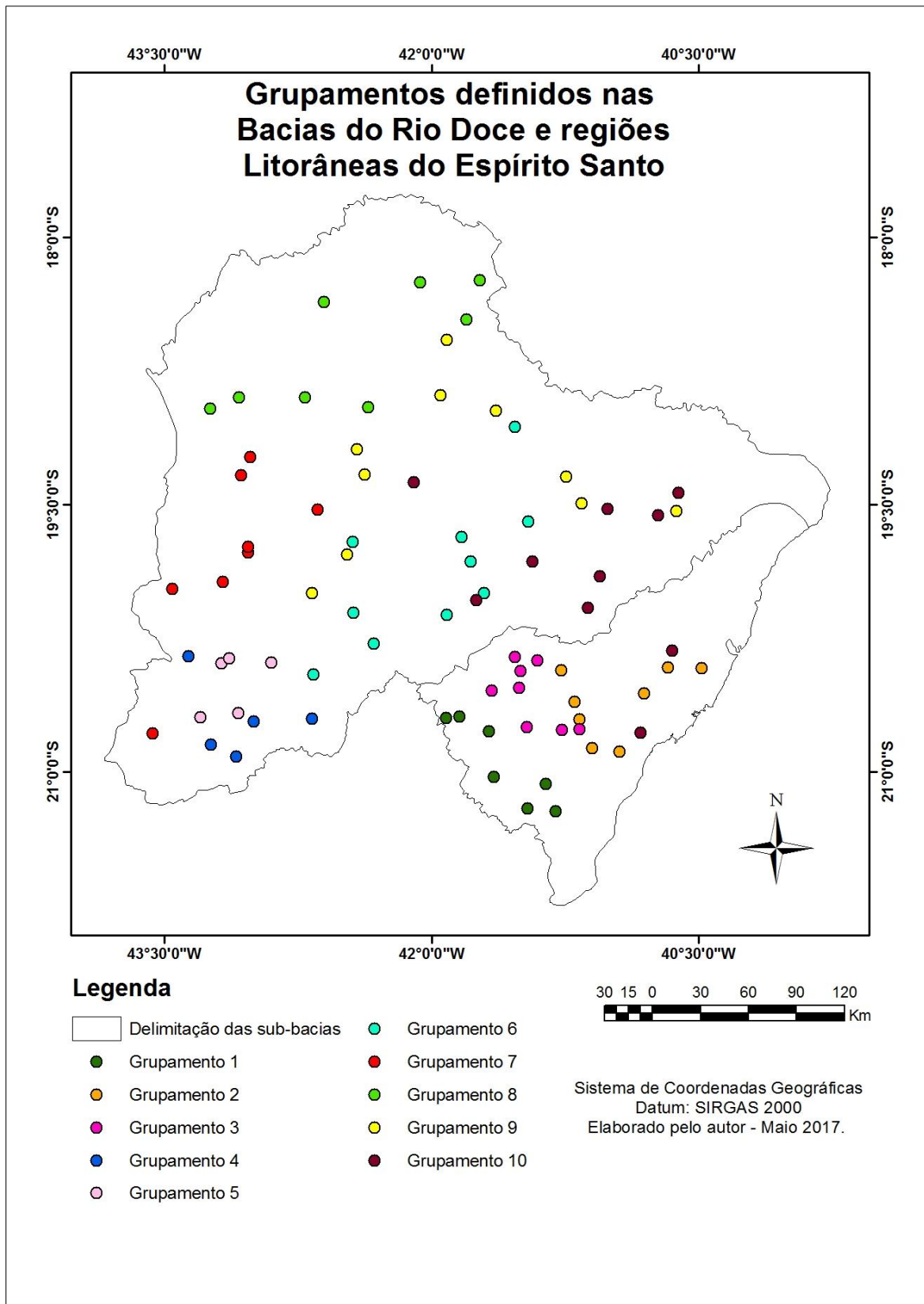
5.2.2. Definição de grupamentos

Considerando os 88 postos que restaram, foi iniciado o procedimento de definição dos grupamentos pelo método de Ward e algoritmo K-means.

Inicialmente foram gerados 7 grupamentos que não se adequaram aos critérios definidos para a medida de heterogeneidade (H). Os grupos tiveram que ser divididos, principalmente porque em muitos grupamentos haviam vários membros dispersos por toda extensão da área de estudo. O processo de reagrupamento foi repetido até que fossem alcançadas boas condições de homogeneidade segundo a medida H e sem postos discordantes, de acordo medida D_i . Os grupamentos, bem como as medidas consideradas na definição destes, são apresentados no APÊNDICE F.

Ficaram fora de grupos 8 postos que não conseguiram se inserir em nenhum grupamento e nem formar novo sem desrespeito aos critérios. As estações que ficaram fora de grupos foram: SANTA MARIA DO SUAÇUÍ (56870000), VERMELHO VELHO (56520000), ABRE CAMPO (56500000), FAZENDA OCIDENTE (56337000), MANHUAÇU (56960000), DORES DE MANHUMIRIM (56983000), USINA PAINEIRAS (57580000) e ATÍLIO VIVACQUA (57630000). Representação visual da definição dos grupamentos é apresentada na Figura 9.

Figura 9 – Grupamentos definidos nas Bacias do Rio Doce e regiões litorâneas do Espírito Santo



Fonte: Autor

5.2.3. Escolha e estimativa das distribuições de frequências

A seleção das distribuições de frequência foi baseada na medida de aderência Z , seguindo o critério $|Z| \leq 1,64$. O respeito a tal valor limite foi considerado suficiente para aprovação de distribuições candidatas, no entanto valores mais próximos de zero apresentam melhor ajuste. Na Tabela 3 são apresentados os valores da medida Z , para os 10 grupamentos com as distribuições: Logística Generalizada (GLO), Generalizada de Valores Extremos (GEV), Generalizada Normal (GNO), Pearson III (PE3) e Generalizada de Pareto (GPA). Cabe observar que na Tabela 3 estão destacadas todas as distribuições apresentando menores valores absolutos da medida Z .

Tabela 3 - Medidas de aderência, Z , referentes aos grupamentos.

Região	GLO	GEV	GNO	PE3	GPA
1	0,51	-0,81	-1,32	-2,26	-4
2	1,27	-0,51	-0,67	-1,2	-4,36
3	3,96	2,1	1,64	0,7	-2,18
4	1,31	-0,51	-0,5	-0,83	-4,29
5	1,41	0,62	-0,18	-1,55	-1,65
6	0,58	-0,44	-1,03	-2,06	-3,07
7	1,03	-0,77	-0,88	-1,35	-4,61
8	2,02	0,06	-0,12	-0,71	-4,16
9	0,27	-0,96	-1,56	-2,64	-4,02
10	1,07	-0,36	-0,94	-1,99	-3,83

Legenda: GLO - Logística Generalizada, GEV - Generalizada de Valores Extremos, GNO - Generalizada Normal, PE3 - Pearson III e GPA - Generalizada de Pareto.

Pode ser observado que a distribuição GEV apresentou menores valores Z , em valor absoluto, para metade dos grupamentos. Por outro lado, a distribuição GPA não foi selecionada para qualquer dos grupamentos.

Na Tabela 4 são apresentados os quantis adimensionais referentes aos grupamentos anteriormente definidos. Na tabela são mostradas as distribuições que apresentaram $|Z| \leq 1,64$ e a distribuição Wakeby (WAK).

Tabela 4 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição (continua)

Região	Distribuições	Quantis					
		0,5	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
1	GLO	0,912	1,527	1,819	2,272	2,679	4,603
	GEV	0,905	1,562	1,847	2,247	2,571	3,813
	GNO	0,903	1,573	1,852	2,231	2,528	3,606
	WAK	0,905	1,565	1,865	2,276	2,600	3,754
2	GLO	0,945	1,472	1,698	2,028	2,307	3,487
	GEV	0,939	1,503	1,715	1,987	2,189	2,843
	GNO	0,939	1,504	1,713	1,980	2,180	2,848
	PE3	0,938	1,511	1,714	1,966	2,148	2,718
	WAK	0,935	1,513	1,733	1,999	2,184	2,709
3	GNO	0,917	1,560	1,815	2,153	2,413	3,322
	PE3	0,914	1,573	1,819	2,129	2,355	3,078
	WAK	0,908	1,595	1,833	2,105	2,282	2,731
4	GLO	0,966	1,364	1,528	1,760	1,951	2,721
	GEV	0,962	1,388	1,538	1,722	1,854	2,250
	GNO	0,962	1,386	1,535	1,721	1,857	2,295
	PE3	0,962	1,389	1,535	1,713	1,841	2,234
	WAK	0,969	1,380	1,541	1,746	1,894	2,351
5	GLO	0,863	1,584	1,973	2,624	3,256	6,729
	GEV	0,855	1,621	2,013	2,627	3,181	5,799
	GNO	0,849	1,653	2,042	2,614	3,094	5,035
	PE3	0,838	1,699	2,068	2,553	2,920	4,136
	WAK	0,84	1,672	2,063	2,612	3,053	4,695
6	GLO	0,889	1,581	1,926	2,475	2,983	5,516
	GEV	0,881	1,620	1,961	2,458	2,879	4,617
	GNO	0,877	1,638	1,973	2,440	2,816	4,231
	WAK	0,873	1,642	1,992	2,471	2,848	4,189
7	GLO	0,939	1,548	1,807	2,181	2,496	3,806
	GEV	0,933	1,585	1,826	2,131	2,355	3,069

Tabela 4 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição. (conclusão)

Região	Distribuições	Quantis					
		0,5	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
7	GNO	0,933	1,584	1,822	2,125	2,349	3,092
	PE3	0,932	1,591	1,823	2,109	2,315	2,959
	WAK	0,95	1,554	1,815	2,177	2,464	3,507
8	GEV	0,936	1,531	1,755	2,043	2,257	2,953
	GNO	0,936	1,531	1,752	2,036	2,247	2,955
	PE3	0,935	1,539	1,754	2,020	2,212	2,816
	WAK	0,937	1,539	1,768	2,047	2,243	2,803
9	GLO	0,909	1,501	1,791	2,247	2,664	4,701
	GEV	0,902	1,535	1,819	2,229	2,569	3,935
	GNO	0,9	1,548	1,827	2,212	2,520	3,659
	WAK	0,907	1,527	1,827	2,262	2,622	4,041
10	GLO	0,902	1,581	1,905	2,408	2,862	5,022
	GEV	0,894	1,619	1,936	2,382	2,745	4,148
	GNO	0,891	1,632	1,942	2,364	2,696	3,906
	WAK	0,882	1,646	1,967	2,385	2,696	3,696

Legenda: GLO - Logística Generalizada, GEV - Generalizada de Valores Extremos, GNO - Generalizada Normal, PE3 - Pearson III, GPA - Generalizada de Pareto e WAK - Wakeby.

5.3. INDEX-FLOOD UTILIZANDO MOMENTOS-L CONSIDERANDO A TOTALIDADE DE DADOS

Os resultados apresentados, a seguir, referem-se à aplicação utilizando a totalidade de dados, incluindo dados que não passaram por análise de consistência.

5.3.1. Momentos-L e medidas de discordância

Os momentos, seus quocientes e as medidas de discordância para as 95 estações, considerando a totalidade de dados disponíveis em cada série, são apresentados no APÊNDICE G.

Seguindo o critério inicial de eliminação de postos discordantes, $D_i > 3$, foram excluídos das etapas posteriores 5 postos: ALTO RIO DOCE (56050000), FURQUIM (56148000), BOM JESUS DO GALHO (56565000), MANHUAÇU (56960000) e ITAGUAÇU JUSANTE (56993000).

5.3.2. Definição das regiões agrupadas

Considerando os 90 postos pré-selecionados, procedeu-se a definição dos grupamentos. Considerando que as variáveis área, altitude e localização geográfica são as mesmas consideradas na aplicação descrita no item 5.2, os grupamentos estabelecidos foram muito parecidos. Conforme ocorrido na aplicação anterior obteve-se 10 grupamentos. Com exceção foi o grupamento 2 que apresenta, adicionalmente, os postos VALSUGANA VELHA (57040005) e USINA PAINEIRAS (57580000), os demais grupamentos são idênticos se tratando de membros.

A relação de postos de cada um dos grupamentos e suas medidas de heterogeneidade e de discordância são apresentadas no APÊNDICE H.

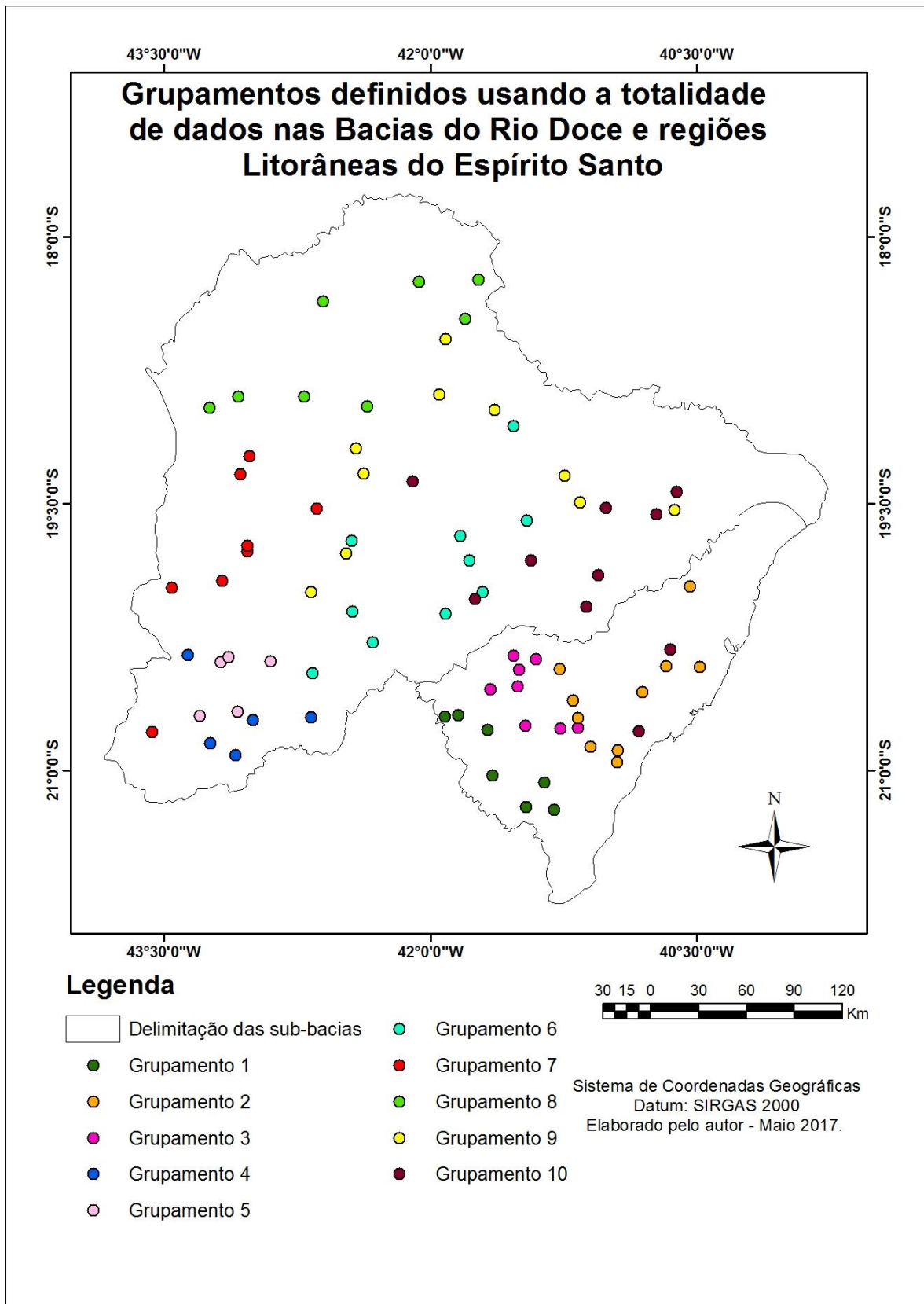
Não foi possível, adotando os critérios, inserir nos grupos 8 postos. As estações que ficaram fora de grupos foram: VERMELHO VELHO (56520000), ABRE CAMPO (56500000), ATÍLIO VIVACQUA (57630000), FAZENDA CACHETA (57650000), FAZENDA OCIDENTE (56337000), SANTA MARIA DO SUAÇUÍ (56870000), FAZENDA BRAGANÇA (56976000) e DORES DE MANHUMIRIM (56983000).

Pode ser observado que o grupamento 5 atingiu o valor $H=2,2$, podendo ser considerado heterogêneo. Contudo, mesmo assim decidiu-se manter a mesma

configuração de divisão obtida seção 5.3, para melhor comparação entre os casos e evitar uma ocasional redução do conjunto de postos.

A Figura 10 mostra a representação visual da definição dos grupamentos para a presente aplicação.

Figura 10 – Grupamentos definidos usando a totalidade de dados nas Bacias do Rio Doce e regiões litorâneas do Espírito Santo



Fonte: Autor

5.3.3. Escolha e estimativa da distribuição de frequência

A escolha das distribuições de frequência foi baseada na medida de aderência Z , seguindo o critério $|Z| \leq 1,64$ e valores de Z mais próximos de zero. Na Tabela 5 são apresentados os valores da medida Z , para os 10 grupamentos com as distribuições: Logística Generalizada (GLO), Generalizada de Valores Extremos (GEV), Generalizada Normal (GNO), Pearson III (PE3) e Generalizada de Pareto (GPA). Cabe observar que na Tabela 5 estão destacadas todas as distribuições apresentando menores valores absolutos da medida Z .

Tabela 5 - Medida de aderência Z referente aos grupamentos

Região	GLO	GEV	GNO	PE3	GPA
1	2,06	0,33	-0,21	-1,25	-3,73
2	1,67	-0,73	-0,78	-1,29	-5,75
3	5,12	2,77	2,4	1,49	-2,45
4	1,69	-0,29	-0,36	-0,81	-4,48
5	1,93	0,99	0,14	-1,32	-1,63
6	0,88	-0,28	-0,87	-1,92	-3,19
7	1,63	-0,55	-0,61	-1,1	-5,14
8	2,97	0,5	0,42	-0,13	-4,69
9	0,6	-0,72	-1,37	-2,54	-4,02
10	1,26	-0,11	-0,75	-1,89	-3,51

Legenda: GLO - Logística Generalizada, GEV - Generalizada de Valores Extremos, GNO - Generalizada Normal, PE3 - Pearson III e GPA - Generalizada de Pareto.

Assim como na aplicação descrita na seção 5.3, a distribuição GEV apresentou menores valores de Z , em valor absoluto, para metade dos grupamentos. Da mesma forma a distribuição GPA não foi selecionada para qualquer grupamento.

Para o grupamento 5 devido ao fato de ser considerado heterogêneo, a distribuição considerada foi a Wakeby. Hosking e Wallis (2005) orientam que em caso de regiões heterogêneas deve-se optar por distribuições mais robustas, com 5 parâmetros.

Na Tabela 6 são apresentados os quantis adimensionais referentes aos agrupamentos anteriormente definidos. Na tabela são mostradas as distribuições que apresentam o resultado $|Z| \leq 1,64$ e de Wakeby (WAK).

Tabela 6 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição. (continua)

Região	Distribuições	Quantis					
		0,5	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
1	GEV	0,908	1,581	1,864	2,255	2,566	3,719
	GNO	0,906	1,589	1,867	2,240	2,529	3,561
	PE3	0,903	1,605	1,872	2,210	2,459	3,256
	WAK	0,898	1,610	1,891	2,241	2,491	3,234
2	GEV	0,948	1,492	1,687	1,931	2,106	2,646
	GNO	0,949	1,490	1,684	1,927	2,106	2,689
	PE3	0,948	1,495	1,684	1,916	2,083	2,598
	WAK	0,951	1,492	1,699	1,953	2,132	2,652
3	PE3	0,923	1,574	1,810	2,106	2,321	3,002
	WAK	0,915	1,602	1,824	2,064	2,213	2,558
4	GEV	0,956	1,408	1,572	1,777	1,926	2,389
	GNO	0,956	1,407	1,569	1,774	1,925	2,419
	PE3	0,956	1,411	1,570	1,765	1,904	2,339
	WAK	0,961	1,405	1,578	1,793	1,947	2,408
5	GEV	0,86	1,621	2,002	2,591	3,116	5,531
	GNO	0,854	1,650	2,027	2,576	3,033	4,854
	PE3	0,845	1,692	2,049	2,519	2,872	4,040
	GPA	0,843	1,702	2,055	2,505	2,834	3,861
	WAK	0,843	1,679	2,053	2,560	2,953	4,325
6	GLO	0,894	1,582	1,919	2,451	2,940	5,334
	GEV	0,886	1,620	1,952	2,431	2,831	4,442
	GNO	0,882	1,636	1,962	2,413	2,773	4,111
	WAK	0,877	1,644	1,983	2,438	2,789	3,992
7	GLO	0,942	1,561	1,820	2,191	2,501	3,769
	GEV	0,936	1,598	1,838	2,137	2,354	3,027
	GNO	0,936	1,596	1,833	2,133	2,353	3,073
	PE3	0,935	1,602	1,834	2,119	2,323	2,957
	WAK	0,955	1,562	1,819	2,177	2,464	3,523

Tabela 6 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição. (conclusão)

Região	Distribuições	Quantis					
		0,5	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
8	GEV	0,941	1,545	1,764	2,037	2,235	2,850
	GNO	0,942	1,543	1,760	2,033	2,234	2,892
	PE3	0,941	1,549	1,760	2,020	2,206	2,785
	WAK	0,94	1,559	1,776	2,028	2,194	2,627
9	GLO	0,905	1,522	1,823	2,297	2,731	4,850
	GEV	0,898	1,556	1,852	2,278	2,632	4,052
	GNO	0,896	1,570	1,860	2,261	2,581	3,766
	WAK	0,897	1,563	1,872	2,303	2,647	3,914
10	GLO	0,893	1,605	1,951	2,493	2,986	5,374
	GEV	0,884	1,646	1,985	2,469	2,869	4,454
	GNO	0,881	1,661	1,993	2,450	2,812	4,149
	WAK	0,873	1,677	2,019	2,467	2,803	3,903

Legenda: GLO - Logística Generalizada, GEV - Generalizada de Valores Extremos, GNO - Generalizada Normal, PE3 - Pearson III, GPA - Generalizada de Pareto e WAK - Wakeby.

5.4. MÉTODO DE REGRESSÃO MULTIPLA DIRETA

5.4.1. Preenchimento de falhas

No preenchimento e extensão de séries de vazões máximas, devido ao não atendimento ao valor mínimo do coeficiente de determinação, 0,70, e ao fato de que muitas estações não estavam localizadas em mesmos cursos d'água, não houve sucesso no preenchimento de falhas em vários casos.

No APÊNDICE I são apresentadas as estações utilizadas para preenchimento e extensão de séries de vazões máximas, além dos coeficientes de determinação (R^2) e os períodos para os quais foram feitos preenchimentos.

Preenchimento e extensão das séries de dados pluviométricos não foram realizados por motivo de nenhum coeficiente de determinação ser superior a 0,85 ou pelo fato

de não existir estação próxima. Desta forma, registros foram utilizados sem preenchimento.

5.4.2. Precipitações médias nas sub-bacias

No APÊNDICE J são apresentados os valores de precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes a bacia hidrográfica de cada estação fluviométrica. Estes valores foram obtidos pelo método de Thiessen, que é o método sugerido e disponibilizado pelo software RH 4.1.

5.4.3. Definição de regiões homogêneas

Os critérios para definição de regiões homogêneas foram baseados primeiramente na análise das distribuições de frequência de vazões adimensionalizada em papel probabilístico e, segundo, na análise do ajuste do modelo de regressão múltipla considerando as características físicas e climática das bacias de contribuição para cada uma das estações.

Pelo primeiro critério citado, foram ajustadas equações de regressão de vazões adimensionalizadas, na forma $y = a + bx$, para cada estação. Foram consideradas, preliminarmente, como estações da mesma região as que apresentaram inclinações da reta próximas. No entanto, esse critério não se mostrou eficaz. Apenas com ele não foi possível definir as regiões homogêneas, por motivo de existirem muitos postos dispersos ao longo de toda área de estudo compartilhando regiões homogêneas. Desta forma, passou-se para a aplicação do segundo critério de definição das regiões. As regiões precisaram ser divididas e várias estações tiveram que ser realocadas de forma a ser respeitada uma região limite. O processo de divisão em regiões e realocação de postos foi realizado até ser obtido valor de R^2 ajustado superior a 0,85, com o mínimo de variáveis aplicativas quanto possível. Desta forma, foram criadas 9 regiões homogêneas. Os modelos de regressão ajustados com valores de coeficientes de determinação (R^2), coeficientes de

determinação ajustados (R^2a), erros padrões fatoriais e teste F são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Modelos de regressão que melhor definem as regiões homogêneas para vazão média máxima (m^3s^{-1}).

Região	Modelo ajustado	R^2	R^2a	Erro padrão fatorial	F(%)
1	$Q_{m\acute{a}x} = 3,59 \times 10^{-17} A^{0,640088} P_S^{5,583015}$	0,98	0,97	1,184	3×10^{-6}
2	$Q_{m\acute{a}x} = 6,76 \times 10^{-7} A^{0,826876} P_S^{1,896199}$	0,96	0,96	1,219	5×10^{-6}
3	$Q_{m\acute{a}x} = 8,35 \times 10^{-9} L^{1,384813} P_S^{2,601755}$	0,98	0,97	1,147	$3,07 \times 10^{-7}$
4	$Q_{m\acute{a}x} = 6,56 \times 10^{-9} L^{1,200664} Dd^{9,56073} Pm^{1,689408}$	0,98	0,97	1,123	0,001202
5	$Q_{m\acute{a}x} = 4,52 \times 10^{-10} A^{0,583651} Dd^{1,617351} P_S^{18,42083} Pm^{-14,7764}$	0,99	0,99	1,234	0,001815
6	$Q_{m\acute{a}x} = A^{0,787547} S^{-0,24824}$	0,97	0,96	1,220	0,015252
7	$Q_{m\acute{a}x} = 0,001330 A^{0,817434} Dd^{-5,82663} P_S^{1,413894}$	0,97	0,95	1,233	0,152520
8	$Q_{m\acute{a}x} = 5,21 \times 10^{-13} A^{0,474222} L^{0,558453} P_S^{3,844579}$	0,99	0,98	1,190	0,001714
9	$Q_{m\acute{a}x} = 0,010495 A^{0,850755} Dd^{4,741981}$	0,99	0,99	1,093	0,025312

Legenda: R^2 - Coeficiente de determinação, R^2a Coeficiente de determinação ajustado, F(%) - Teste F , A - Área de drenagem, L - Comprimento do rio principal, Dd - Densidade de drenagem, S - Declividade, Pm - Precipitação total anual, Ps - Precipitação no semestre mais chuvoso.

Análise dos dados apresentados na Tabela 7, mostrou que as variáveis que melhor explicaram a vazão média máxima foram área de drenagem e a precipitação no semestre mais chuvoso.

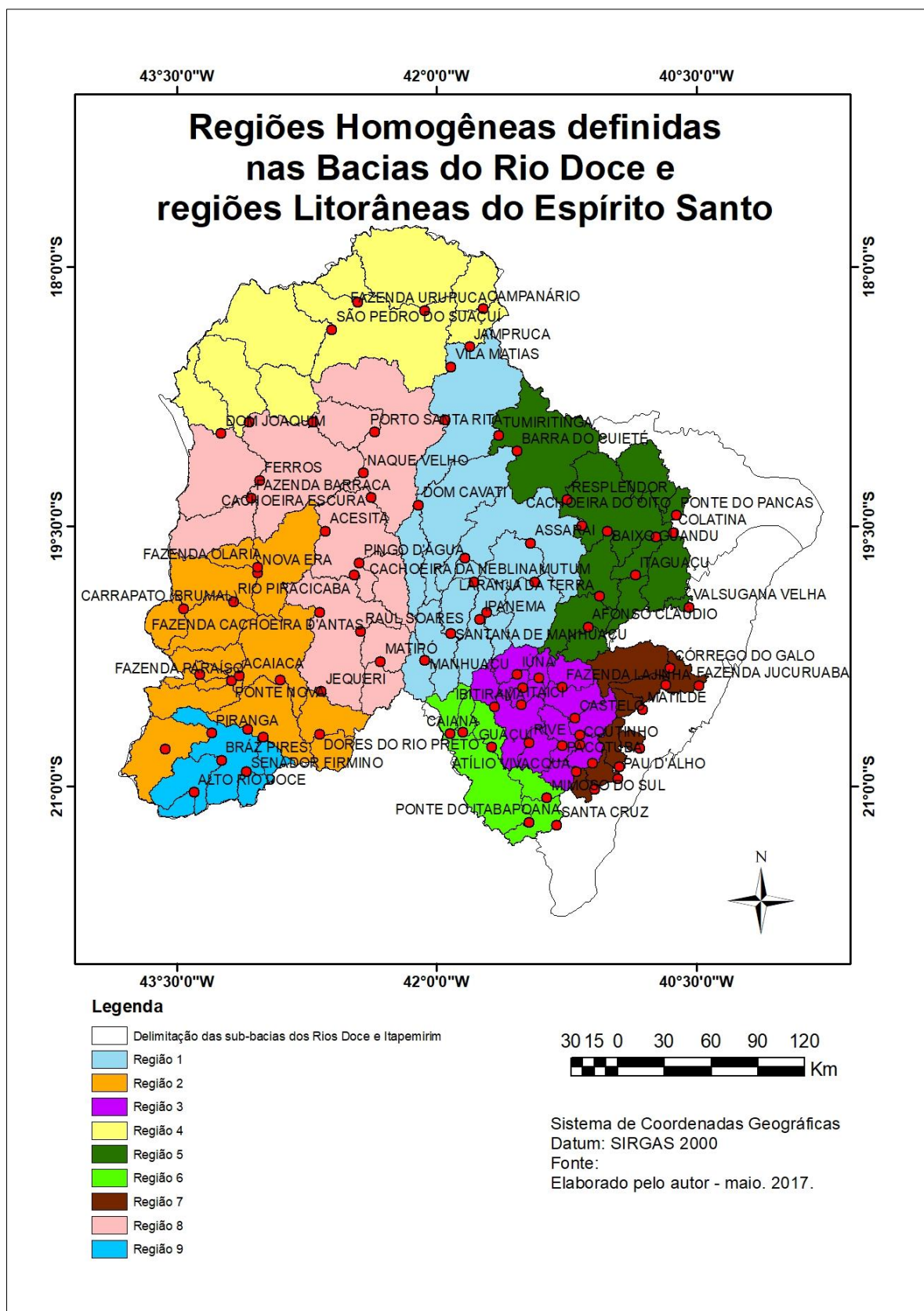
No APÊNDICE K é apresentada a relação de postos por região bem como as vazões médias máximas observadas e as geradas pelos modelos. São apresentados, também, os valores de resíduos padronizados (r.p) e os erros percentuais (%dr), considerando as vazões médias máximas observadas e estimadas pelos modelos.

Cabe observar que em nenhum dos casos houve desrespeito ao intervalo de r.p. entre -1,5 até 1,5 e ao limite 30% de %dr.

Durante o processo foram excluídas do estudo 8 estações, devido à impossibilidade de inserção em regiões adjacentes, por apresentarem altos desvios ou por suas presenças alterarem significativamente a qualidade dos resultados. Os postos excluídos foram: FURQUIM (56148000), ABRE CAMPO (56500000), FAZENDA BRAGANÇA (56976000), VERMELHO VELHO (56520000), SÃO JOSÉ DO CALÇADO (57770000), BOM JESUS DO GALHO (56565000), DORES DE MANHUMIRIM (56983000) e FAZENDA OCIDENTE (56337000).

As 9 regiões homogêneas definidas são apresentadas na Figura 1.

Figura 11 – Regiões homogêneas definidas nas bacias do Rio Doce e regiões litorâneas do Espírito Santo



Fonte: Autor

5.4.4. Escolha de modelos

No APÊNDICE L são apresentados os valores de coeficientes de variação (C.V.) obtidos na verificação de ajustes de distribuições probabilísticas para as diferentes regiões homogêneas. São apenas apresentados valores correspondentes às distribuições que apresentaram significância a 20% de probabilidade segundo o teste de aderência Kolmogorov-Smirnov (%K-S) para todos os postos da região. As regiões 4 e 7 foram exceções nesse caso, pois não apresentaram significância de 20% para todas as estações. Para estas regiões foram consideradas as distribuições com maiores quantidades de postos com significância a 20%.

Considerando os valores de C.V., foi escolhida a distribuição Log-Normal II para as regiões 1 e 8; a Log-Normal III para as regiões 2, 4, 5 e 9; Pearson III para as regiões 3 e 7 e Weibull para a região 6.

As distribuições de Log-Normal dois e três parâmetros apresentaram significância a 20% pelo teste %K-S para todos os postos de 7 regiões. Porém a Log-Normal III apresentou melhores resultados quanto aos valores de C.V.

Tais escolhas se basearam apenas nos resultados do teste de aderência adotado para todas as distribuições disponibilizadas pelo software RH 4.1.

As distribuições Normal e Log-Pearson III não apresentaram bons resultados para o teste %K-S para quaisquer das 9 regiões. Por esse motivo foi decidido não apresentar tais resultados. Resultados semelhantes foram encontrados por Baena (2002) e Araújo (2008), para distribuição Log-Pearson III.

Na Tabela 8 são apresentados os modelos selecionados para estimativa de vazões específicas máximas para cada uma das regiões homogêneas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$). Os modelos foram escolhidos de acordo com avaliação dos coeficientes de determinação ajustado (R^2a), erros padrões fatoriais, teste F e os números de variáveis no modelo.

Durante o processo buscou-se, para todos os modelos, a exclusão de variáveis para as quais a retirada das mesmas não alterava significativamente a qualidade dos

resultados. O processo para definição do modelo e escolha das variáveis foi manual com auxílio do software RH 4.1.

Tabela 8 - Modelos recomendados para as vazões específicas máximas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$) para as diferentes regiões, para diferentes períodos de retorno. (continua)

Tr	Modelos Recomendados	R ²	R ^{2a}	E. padrão fatorial	F(%)
Região 1					
2	$Q_{m\acute{a}x} = 2,78 \times 10^{-16} A^{-0,33418} P_S^{5,237167}$	0,90	0,88	1,147	0,0023
10	$Q_{m\acute{a}x} = (40,65529 + 0,029561L - 0,03988P_S)^{-1}$	0,85	0,82	0,693	0,0173
20	$Q_{m\acute{a}x} = (34,91295 + 0,026436L - 0,03448P_S)^{-1}$	0,85	0,82	0,762	0,0196
50	$Q_{m\acute{a}x} = (29,38751 + 0,023255L - 0,02924P_S)^{-1}$	0,84	0,81	0,843	0,0239
100	$Q_{m\acute{a}x} = (26,18606 + 0,021324L - 0,02618P_S)^{-1}$	0,84	0,80	0,900	0,0278
Região 2					
2	$Q_{m\acute{a}x} = (25,62563 + 0,001291A + 0,445391S - 0,02036P_S)^{-1}$	0,96	0,95	1,113	0,0001
10	$Q_{m\acute{a}x} = (18,17001 + 0,000951A + 0,454666S - 0,01647P_S)^{-1}$	0,98	0,97	2,438	0,0000
20	$Q_{m\acute{a}x} = (16,44366 + 0,000837A + 0,433503S - 0,01521P_S)^{-1}$	0,98	0,97	2,623	0,0000
50	$Q_{m\acute{a}x} = (14,68508 + 0,000714A + 0,404717S - 0,01382P_S)^{-1}$	0,97	0,96	2,694	0,0000
100	$Q_{m\acute{a}x} = (13,61380 + 0,000637A + 0,383983S - 0,01292P_S)^{-1}$	0,97	0,96	2,697	0,0000

Tabela 8 - Modelos recomendados para as vazões específicas máximas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$) para as diferentes regiões, para diferentes períodos de retorno. (continuação)

Tr	Modelos Recomendados	R ²	R ² a	E. padrão fatorial	F(%)
Região 3					
2	$Q_{m\acute{a}x} = -0,91054 - 0,00178L$ $- 0,20011Dd$ $+ 0,001165Pm$	0,92	0,90	0,021	0,0020
10	$Q_{m\acute{a}x} = -1,20848 - 0,00312L$ $- 0,3828Dd$ $+ 0,001791Pm$	0,88	0,85	0,044	0,0145
20	$Q_{m\acute{a}x} = -1,29420 - 0,00362L$ $- 0,45009Dd$ $+ 0,002003Pm$	0,87	0,83	0,055	0,0253
50	$Q_{m\acute{a}x} = -1,38993 - 0,00426L$ $- 0,53491Dd$ $+ 0,002262Pm$	0,85	0,80	0,068	0,0446
100	$Q_{m\acute{a}x} = -1,45291 - 0,00472L$ $- 0,59706Dd$ $+ 0,002446Pm$	0,84	0,79	0,078	0,0625
Região 4					
2	$Q_{m\acute{a}x} = -1,27668$ $- 0,10182 \ln(A)$ $+ 0,140248 \ln(L)$ $+ 0,921884 \ln(Dd)$ $+ 0,123867 \ln(Pm)$	0,99	0,98	0,006	0,0038
10	$Q_{m\acute{a}x} = -2,04146$ $- 0,18186 \ln(A)$ $+ 0,236234 \ln(L)$ $+ 1,761490 \ln(Dd)$ $+ 0,191532 \ln(Ps)$	0,98	0,96	0,017	0,0240
20	$Q_{m\acute{a}x} = -2,49472 - 0,21109 \ln(A) +$ $0,265919 \ln(L) + 2,130592 \ln(Dd) +$ $0,237804 \ln(Ps)$	0,96	0,93	0,027	0,1031

Tabela 8 - Modelos recomendados para as vazões específicas máximas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$) para as diferentes regiões, para diferentes períodos de retorno. (continuação)

Tr	Modelos Recomendados	R ²	R ² a	E. padrão fatorial	F(%)
Região 4					
50	$Q_{m\acute{a}x} = -3,12132$ $- 0,24818 \ln(A)$ $+ 0,298978 \ln(L)$ $+ 2,636729 \ln(Dd)$ $+ 0,303551 \ln(Ps)$	0,93	0,88	0,046	0,4116
100	$Q_{m\acute{a}x} = -4,2842 - 0,2795 \ln(A)$ $+ 0,330343 \ln(L)$ $+ 3,195375 \ln(Dd)$ $+ 0,422378 \ln(Pm)$	0,89	0,81	0,067	1,2100
Região 5					
2	$Q_{m\acute{a}x} = (-0,00098A + 0,133304L$ $- 19,6712Dd$ $+ 0,034562Pm)^{-1}$	0,90	0,86	0,402	0,1817
10	$Q_{m\acute{a}x} = (-0,00049A + 0,071195L$ $- 8,07368Dd$ $+ 0,014789Pm)^{-1}$	0,90	0,85	0,660	0,2165
20	$Q_{m\acute{a}x} = (-0,0004A + 0,059444L$ $- 6,16759Dd$ $+ 0,01151Pm)^{-1}$	0,89	0,84	0,742	0,2384
50	$Q_{m\acute{a}x} = (-0,00031A + 0,048447L$ $- 4,49892Dd$ $+ 0,008623Pm)^{-1}$	0,89	0,84	0,843	0,2651
100	$Q_{m\acute{a}x} = (-0,00027A + 0,042229L$ $- 3,61301Dd$ $+ 0,007081Pm)^{-1}$	0,89	0,83	0,915	0,2831
Região 6					
2	$Q_{m\acute{a}x} = -0,03920 \ln(A) - 0,08547 \ln(S)$ $+ 0,092559 \ln(Ps)$	0,95	0,92	0,008	1,090
10	$Q_{m\acute{a}x} = -0,00005A - 0,00407S$ $+ 0,000362Ps$	0,98	0,96	0,011	0,3703
20	$Q_{m\acute{a}x} = -0,00006A - 0,00433S$ $+ 0,000412Ps$	0,98	0,97	0,012	0,2527
50	$Q_{m\acute{a}x} = -0,00007A - 0,00450S$ $+ 0,000470Ps$	0,97	0,95	0,019	0,5032

Tabela 8 - Modelos recomendados para as vazões específicas máximas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$) para as diferentes regiões, para diferentes períodos de retorno. (continuação)

Tr	Modelos Recomendados	R ²	R ^{2a}	E. padrão fatorial	F(%)
Região 6					
100	$Q_{m\acute{a}x} = -0,00008A - 0,00453S$ $+ 0,000509Ps$	0,96	0,93	0,027	0,9311
Região 7					
2	$Q_{m\acute{a}x} = -0,03941 \ln(L)$ $- 0,85869 \ln(Dd)$ $+ 0,12821 \ln(Ps)$	0,96	0,94	0,016	0,0363
10	$Q_{m\acute{a}x} = -0,1041 \ln(L)$ $- 2,01177 \ln(Dd)$ $+ 0,298549 \ln(Ps)$	0,96	0,95	0,038	0,0290
20	$Q_{m\acute{a}x} = -0,13257 \ln(L)$ $- 2,51335 \ln(Dd)$ $+ 0,372333 \ln(Ps)$	0,96	0,94	0,049	0,0343
50	$Q_{m\acute{a}x} = -0,17093 \ln(L)$ $- 3,18693 \ln(Dd)$ $+ 0,471262 \ln(Ps)$	0,95	0,94	0,066	0,0420
100	$Q_{m\acute{a}x} = -0,20050 \ln(L)$ $- 3,70519 \ln(Dd)$ $+ 0,547291 \ln(Ps)$	0,95	0,93	0,079	0,0476
Região 8					
2	$Q_{m\acute{a}x} = -1,38407$ $- 0,04802 \ln(A)$ $+ 0,05799 \ln(L)$ $- 0,16417 \ln(Dd)$ $+ 0,242852 \ln(Ps)$	0,97	0,93	0,009	0,3375
10	$Q_{m\acute{a}x} = -3,33224$ $- 0,10837 \ln(A)$ $+ 0,141602 \ln(L)$ $- 0,19682 \ln(Dd)$ $+ 0,547902 \ln(Ps)$	0,92	0,85	0,027	1,6808

Tabela 8 - Modelos recomendados para as vazões específicas máximas ($m^3s^{-1}Km^{-2}$) para as diferentes regiões, para diferentes períodos de retorno. (conclusão)

Tr	Modelos Recomendados	R²	R²a	E. padrão fatorial	F(%)
Região 8					
20	$Q_{m\acute{a}x} = -4,21478$	0,91	0,82	0,036	2,3180
	$- 0,13467 \ln(A)$				
	$+ 0,178505 \ln(L)$				
	$- 0,1992 \ln(Dd)$				
	$+ 0,683945 \ln(Ps)$				
50	$Q_{m\acute{a}x} = -6,45191$	0,88	0,82	0,047	0,8678
	$- 0,17458 \ln(A)$				
	$+ 0,223262 \ln(L)$				
	$+ 1,010297 \ln(Ps)$				
100	$Q_{m\acute{a}x} = -7,29953$	0,88	0,82	0,053	0,8683
	$- 0,19968 \ln(A)$				
	$+ 0,257274 \ln(L)$				
	$+ 1,141866 \ln(Pm)$				
Região 9					
2	$Q_{m\acute{a}x} = 2,48 \times 10^{-13} A^{-0,08957} Pm^{3,746183}$	0,97	0,95	1,080	0,5423
10	$Q_{m\acute{a}x}$	0,93	0,89	1,217	1,7180
	$= (36,05248$ $- 0,00028A - 0,01949Pm)^{-1}$				
20	$Q_{m\acute{a}x} = (32,21325 - 0,0004A$ $- 0,01725Pm)^{-1}$	0,92	0,87	1,123	2,200
50	$Q_{m\acute{a}x} = (28,33319 - 0,00049A$ $- 0,01499Pm)^{-1}$	0,91	0,84	1,124	2,825
100	$Q_{m\acute{a}x} = (25,98551 - 0,000559A$ $- 0,01363Pm)^{-1}$	0,90	0,83	1,253	3,2707

Legenda: R² - Coeficiente de determinação, R²a Coeficiente de determinação ajustado, F(%) - Teste F, A - Área de drenagem, L - Comprimento do rio principal, Dd - Densidade de drenagem, S - Declividade, Pm - Precipitação total anual, Ps - Precipitação no semestre mais chuvoso.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 8, a variável que melhor explicou a vazão máxima, considerando o número de modelos nos quais se manteve presente, foi a área de drenagem, presente em 31 modelos do total, 45.

Comprimento do rio principal e precipitação no semestre mais chuvoso vieram logo a seguir, presentes em 29 e 27 modelos, respectivamente.

Nas regiões 1, 4, 6, 8 e 9 houve mudança de variáveis e modelos e em alguns períodos de retorno. Tal mudança foi necessária para obter resultados melhores

5.5. MÉTODO DA CURVA ADIMENSIONAL

5.5.1. Dados de entrada para o método

Os dados de vazões máximas, precipitações e características físicas, bem como as regiões hidrologicamente homogêneas foram as mesmas apresentadas no item 5.4.

5.5.2. Modelos gerados pelo método

Na Tabela 9 são apresentadas as distribuições modelos da curva regional. As avaliações dos ajustes consideraram coeficientes de determinação (R^2), erros padronizados (E.p.) e resultados do teste F. Os melhores resultados obtidos para cada região foram destacados na tabela.

Tabela 9 - Avaliação dos ajustes das distribuições considerando coeficientes de determinação (R^2), erros padronizados (E.p.) e teste F. (continua)

Região		Normal	L-Normal	Normal-T	Gumbel	L-Gumbel
1	R^2	0,778128	0,892787	0,890584	0,878021	0,885614
	E.p	0,251918	0,157463	0,16061	0,186789	0,162645
	%F	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,11E-14
2	R^2	0,842148	0,93207	0,932007	0,925644	0,899747
	E.p	0,183244	0,11341	0,113505	0,125766	0,137775
	%F	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000

Tabela 9 - Avaliação dos ajustes das distribuições considerando coeficientes de determinação (R^2), erros padronizados (E.p.) e teste F. (conclusão)

3	R^2	0,913579	0,938561	0,949036	0,949629	0,875188
	E.p	0,119536	0,102964	0,091157	0,09126	0,146754
	%F	1,24E-14	0,000000	3,89E-15	0,000000	4,65E-14
4	R^2	0,814385	0,948023	0,948946	0,87655	0,904659
	E.p	0,194528	0,095006	0,094674	0,158643	0,128672
	%F	1,11E-14	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	R^2	0,807285	0,901538	0,912715	0,85212	0,837014
	E.p	0,191556	0,134294	0,122564	0,1678	0,172782
	%F	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
6	R^2	0,822159	0,937756	0,938556	0,906201	0,912849
	E.p	0,186049	0,100403	0,100558	0,135117	0,118805
	%F	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
7	R^2	0,827989	0,862692	0,877582	0,877379	0,818055
	E.p	0,167989	0,150035	0,13782	0,141835	0,172709
	%F	1,11E-14	1,11E-14	0,000000	0,000000	1,11E-14
8	R^2	0,804305	0,906394	0,911425	0,884515	0,872455
	E.p	0,199909	0,129406	0,124534	0,153569	0,151055
	%F	1,52E-14	4,46E-15	3,31E-14	4,57E-15	0,000000
9	R^2	0,839387	0,901756	0,905085	0,883965	0,858900
	E.p	0,134199	0,101277	0,09878	0,114065	0,121373
	%F	4,39E-14	1,57E-14	3,20E-14	0,000000	2,10E-15

A distribuição Normal-T apresentou melhor resultado para 6 das 9 regiões homogêneas.

No quadro abaixo são apresentados os modelos de regressão relativo às vazões médias máximas escolhidos para as 9 regiões.

Tabela 10 - Modelos recomendados para as vazões médias máximas ($m^3 s^{-1}$) para cada uma das regiões homogêneas.

Região	Modelo de Vazão média máxima
1	$Q_{mr} = 3,59 \times 10^{-17} A^{0,640088} P_S^{5,583015}$
2	$Q_{mr} = 4,08 \times 10^{-7} A^{0,818432} P_S^{1,978198}$
3	$Q_{mr} = 8,35 \times 10^{-9} L^{1,384813} P_S^{2,601755}$
4	$Q_{mr} = 6,56 \times 10^{-9} L^{1,200664} Dd^{9,56073} Pm^{1,689408}$
5	$Q_{mr} = 4,52 \times 10^{-10} A^{0,583651} Dd^{1,617351} P_S^{18,42083} Pm^{-14,7764}$
6	$Q_{mr} = A^{0,787547} S^{-0,24824}$
7	$Q_{mr} = 0,00133 A^{0,817434} Dd^{-5,82663} P_S^{1,413894}$
8	$Q_{mr} = 5,21 \times 10^{-13} A^{0,474222} L^{0,558453} Pm^{3,844579}$
9	$Q_{mr} = 0,010495 A^{0,850755} Dd^{4,741981}$

Legenda: A - Área de drenagem, L - Comprimento do rio principal, Dd - Densidade de drenagem, S - Declividade, Pm - Precipitação total anual, Ps - Precipitação no semestre mais chuvoso.

A variável que mais explicou a vazão média máxima foi a área de drenagem com presença em 7 dos 9 modelos selecionados. A precipitação no semestre mais chuvoso foi outra variável que se destacou, presente em 5 modelos.

A Tabela 11 apresenta os termos adimensionais das curvas de frequência regionais no papel probabilístico, para cada região, para os períodos de retorno 2, 10, 20, 50 e 100 anos e intervalos de confiança de 95 e 99%.

Tabela 11 - Termos adimensionais das curvas de frequência regionais $\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$ para diversos períodos de retorno e intervalos de confiança 95 e 99%. (continua)

Região	Período de retorno				
	2	10	20	50	100
$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,888	1,617	1,917	2,321	2,637
Máx 95%	1,266	2,306	2,735	3,313	3,765
Mín 95%	0,623	1,134	1,344	1,626	1,847
Máx 99%	1,335	2,432	2,884	3,495	3,972
Mín 99%	0,591	1,075	1,274	1,542	1,751

Tabela 11 - Termos adimensionais das curvas de frequência regionais $\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$ para diversos períodos de retorno e intervalos de confiança 95 e 99%. (conclusão)

Região		Período de retorno				
		2	10	20	50	100
2	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,910	1,582	1,850	2,207	2,483
	Máx 95%	1,174	2,042	2,389	2,851	3,208
	Mín 95%	0,705	1,225	1,433	1,709	1,922
	Máx 99%	1,22	2,121	2,482	2,963	3,334
	Mín 99%	0,678	1,179	1,379	1,645	1,85
3	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,936	1,537	1,767	2,065	2,288
	Máx 95%	1,141	1,743	1,973	2,272	2,495
	Mín 95%	0,73	1,332	1,562	1,859	2,081
	Máx 99%	1,171	1,774	2,004	2,303	2,526
	Mín 99%	0,7	1,301	1,531	1,828	2,05
4	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,911	1,571	1,841	2,206	2,491
	Máx 95%	1,127	1,962	2,306	2,771	3,137
	Mín 95%	0,738	1,263	1,476	1,762	1,985
	Máx 99%	1,164	2,03	2,386	2,869	3,248
	Mín 99%	0,715	1,222	1,428	1,704	1,919
5	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,935	1,547	1,767	2,044	2,247
	Máx 95%	1,227	1,976	2,244	2,577	2,821
	Mín 95%	0,7	1,194	1,374	1,602	1,769
	Máx 99%	1,276	2,048	2,323	2,666	2,916
	Mín 99%	0,669	1,147	1,322	1,542	1,704

Tabela 11 - Termos adimensionais das curvas de frequência regionais $\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$ para diversos períodos de retorno e intervalos de confiança 95 e 99%. (conclusão)

Região		Período de retorno				
		2	10	20	50	100
6	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,911	1,542	1,802	2,155	2,433
	Máx 95%	1,144	1,968	2,311	2,782	3,155
	Mín 95%	0,731	1,217	1,416	1,683	1,892
	Máx 99%	1,184	2,042	2,401	2,893	3,283
	Mín 99%	0,707	1,176	1,366	1,622	1,823
7	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,942	1,505	1,704	1,953	2,134
	Máx 95%	1,277	1,983	2,231	2,538	2,76
	Mín 95%	0,679	1,122	1,28	1,479	1,624
	Máx 99%	1,334	2,064	2,32	2,636	2,865
	Mín 99%	0,645	1,071	1,224	1,416	1,556
8	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,923	1,553	1,792	2,099	2,330
	Máx 95%	1,221	2,028	2,332	2,724	3,017
	Mín 95%	0,693	1,181	1,367	1,608	1,788
	Máx 99%	1,272	2,109	2,425	2,831	3,135
	Mín 99%	0,663	1,133	1,312	1,543	1,718
9	$\left(\frac{Q_T}{Q_m}\right)_R$	0,955	1,418	1,580	1,783	1,931
	Máx 95%	1,192	1,753	1,95	2,196	2,374
	Mín 95%	0,761	1,14	1,274	1,441	1,563
	Máx 99%	1,232	1,809	2,012	2,265	2,448
	Mín 99%	0,735	1,103	1,233	1,395	1,513

5.6. MÉTODO INDEX-FLOOD/MOMENTOS-L COM VARIAÇÃO DAS REGIÕES HOMOGÊNEAS

Para essa aplicação utilizou-se o método proposto por Hosking e Wallis (2005). No entanto, a aplicação difere das anteriores pela definição das regiões homogêneas conforme o procedimento apresentado no item 4.5.4, que consiste na análise de dois critérios: Análise da distribuição de frequência das vazões adimensionalizadas de cada uma das estações em papel probabilístico e Análise do ajuste de um modelo de regressão múltipla das vazões médias máximas com variáveis independentes.

Nesta análise foram também considerados todos os dados disponíveis, sendo utilizada a medida de aderência Z na escolha das distribuições.

5.6.1. Definição dos grupamentos

Os grupamentos para essa aplicação foram apresentados no item 5.4.3, pelo método adotado em Euclides et al (2001) e Euclides (2007). No APÊNDICE M são apresentados códigos das estações, número de anos considerados na análise e valores das medidas de heterogeneidade e discordância.

Os resultados das medidas de heterogeneidade e discordância entraram em conflito com a definição de regiões homogêneas adotada nesta aplicação. Todas as regiões, com exceção das 6 e 8, antes definidas como homogêneas de acordo com os critérios descritos no item 4.5.4, foram consideradas heterogêneas pela medida H . Considerando a medida D_i , observa-se que 4 das 9 regiões apresentam postos discordantes e que 6 postos deveriam ser removidos ou remanejados para outra região.

Diferentes métodos de definição de regiões homogêneas aplicados a uma mesma região podem trazer resultados diferentes tanto na configuração de postos em cada região quanto na homogeneidade. Esta diferença é motivada pela natureza de cada

método e também pelo grau de subjetividade na aplicação em grande parte dos métodos.

Abdi, Hassanzadeh e Ouarda (2017), aplicando 5 métodos de formação de clusters, para a mesma região encontram dois grupos em todos os métodos, sendo todos agrupados de forma muito semelhante. Mesmo com pouca diferença de membros nos grupos em cada método já foi suficiente para 60% dos métodos terem gerado grupos heterogêneos segundo a medida *H*.

Este conflito entre métodos pode ser saudável quando usado para um refinamento no resultado. Requena, Chebana e Ouarda (2017), afirmam que é benéfico o uso de diferentes critérios para definição das regiões homogêneas.

5.6.2. Escolha e estimativas da distribuição de frequências

Na Tabela 12 são apresentados os resultados do teste de aderência *Z* para a aplicação em questão. Cabe observar que os resultados apresentados se referem apenas às regiões 6 e 8, consideradas homogêneas de acordo com o teste *H*. As demais regiões foram ajustadas com a distribuição Wakeby, que segundo Hosking e Wallis (2005) é a indicada para casos de regiões heterogêneas.

Tabela 12 - Medida de aderência *Z* referente aos grupamentos.

Região	GLO	GEV	GNO	PE3	GPA
6	0,42	-0,6	-1,1	-2,01	-3,14
8	1,41	-0,11	-0,42	-1,1	-3,54

Legenda: GLO - Logística Generalizada, GEV - Generalizada de Valores Extremos, GNO - Generalizada Normal, PE3 - Pearson III e GPA - Generalizada de Pareto.

Na Tabela 13 são apresentados os quantis adimensionais para cada região e a distribuição selecionada segundo critérios anteriormente citados.

Tabela 13 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição. (continua)

Região	Distribuições	Quantis					
		0,5	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
1	GLO	0,863	1,597	1,989	2,640	3,268	6,675
	GEV	0,855	1,635	2,029	2,640	3,188	5,726
	GNO	0,849	1,666	2,056	2,626	3,101	5,004
	WAK	0,838	1,687	2,081	2,628	3,063	4,654
2	GLO	0,902	1,564	1,882	2,378	2,827	4,981
	GEV	0,895	1,602	1,913	2,354	2,716	4,128
	GNO	0,892	1,614	1,919	2,336	2,666	3,871
	WAK	0,893	1,614	1,935	2,370	2,708	3,887
3	GEV	0,920	1,560	1,817	2,160	2,426	3,358
	GNO	0,919	1,564	1,817	2,148	2,402	3,280
	PE3	0,917	1,576	1,819	2,125	2,348	3,058
	WAK	0,911	1,592	1,838	2,125	2,317	2,827
4	GLO	0,926	1,532	1,805	2,214	2,570	4,152
	GEV	0,919	1,568	1,829	2,177	2,447	3,391
	GNO	0,918	1,573	1,828	2,165	2,422	3,312
	PE3	0,916	1,584	1,831	2,141	2,368	3,087
	WAK	0,923	1,570	1,840	2,194	2,459	3,324
5	GLO	0,939	1,523	1,774	2,141	2,452	3,767
	GEV	0,932	1,557	1,793	2,096	2,321	3,053
	GNO	0,932	1,558	1,790	2,088	2,311	3,055
	WAK	0,945	1,534	1,791	2,143	2,419	3,399
6	GLO	0,904	1,529	1,836	2,319	2,761	4,924
	GEV	0,896	1,565	1,866	2,300	2,661	4,114
	GNO	0,894	1,579	1,874	2,283	2,609	3,819
	WAK	0,892	1,575	1,889	2,324	2,669	3,922
7	GLO	0,929	1,512	1,773	2,164	2,504	4,013
	GEV	0,923	1,546	1,796	2,129	2,386	3,283
	GNO	0,922	1,550	1,795	2,117	2,362	3,212
	PE3	0,920	1,561	1,798	2,095	2,311	2,999
	WAK	0,921	1,558	1,813	2,133	2,364	3,064

Tabela 13 - Quantis adimensionais divididos por região e distribuição.
(continuação)

Região	Distribuições	Quantis					
		0,5	0,9	0,95	0,98	0,99	0,999
8	GLO	0,913	1,538	1,832	2,285	2,691	4,589
	GEV	0,905	1,574	1,860	2,258	2,578	3,788
	WAK	0,916	1,551	1,860	2,310	2,686	4,191
9	GLO	0,961	1,393	1,572	1,829	2,042	2,910
	GEV	0,956	1,418	1,584	1,790	1,939	2,395
	GNO	0,957	1,417	1,581	1,787	1,939	2,433
	PE3	0,956	1,421	1,581	1,778	1,919	2,356
	WAK	0,967	1,399	1,582	1,827	2,016	2,665

Na Tabela 13, mesmo sendo adotada a distribuição Wakeby para todas as regiões definidas heterogêneas, foram apresentados os quantis para as distribuições que respeitaram o critério de aderência $|Z| \leq 1,64$.

5.7.COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

No APÊNDICE N são apresentados os resultados obtidos através de todas as metodologias aplicadas no trabalho para as estações da área em estudo, para os períodos de retorno 2, 10, 20, 50 e 100 anos.

Nos resultados posto a posto foram considerados os obtidos através da distribuição Generalizada de Valores Extremos (GEV), pelo fato de ter apresentado melhor performance nos testes de aderência realizados na análise regional. Diversos trabalhos que utilizaram momentos-L apresentaram ajustes por meio da GEV, podendo ser citados, no Brasil, Souza (2006) que utilizou GEV para o método conjugado, Coelho Filho (2010) que utilizou para o método das envoltórias probabilísticas e Index-Flood e Santos (2012) que utilizou a distribuição em proposta de método para análise de frequência de cheias. Internacionalmente, Malekinezhad, Nachtnebel e Klik (2011), Seckin, Haktanir e Yurtal (2011) e Ahn e Palmer (2016)

encontraram melhores resultados nos testes de aderência para GEV e Mediero e Kjeldsen (2014) utilizaram a distribuição no método de regressão GLS.

Para todas as estações são apresentados os erros relativos (ER%) referentes aos resultados obtidos posto a posto e os resultados obtidos por uma das 5 aplicações. Os resultados obtidos posto a posto são indicados como “local”, o método de Regressão Múltipla Direta foi referido como “MET1”, o método que utiliza a Curva Adimensional foi representado como “MET2”, o método Index-Flood/Momentos-L com período base 1940-2005 foi indicado como “MML”, Index-Flood/Momentos-L com totalidade de dados disponíveis foi representado como “MML Total” e Index-Flood/Momentos-L com variação das regiões homogêneas foi representado por “MML Reg”.

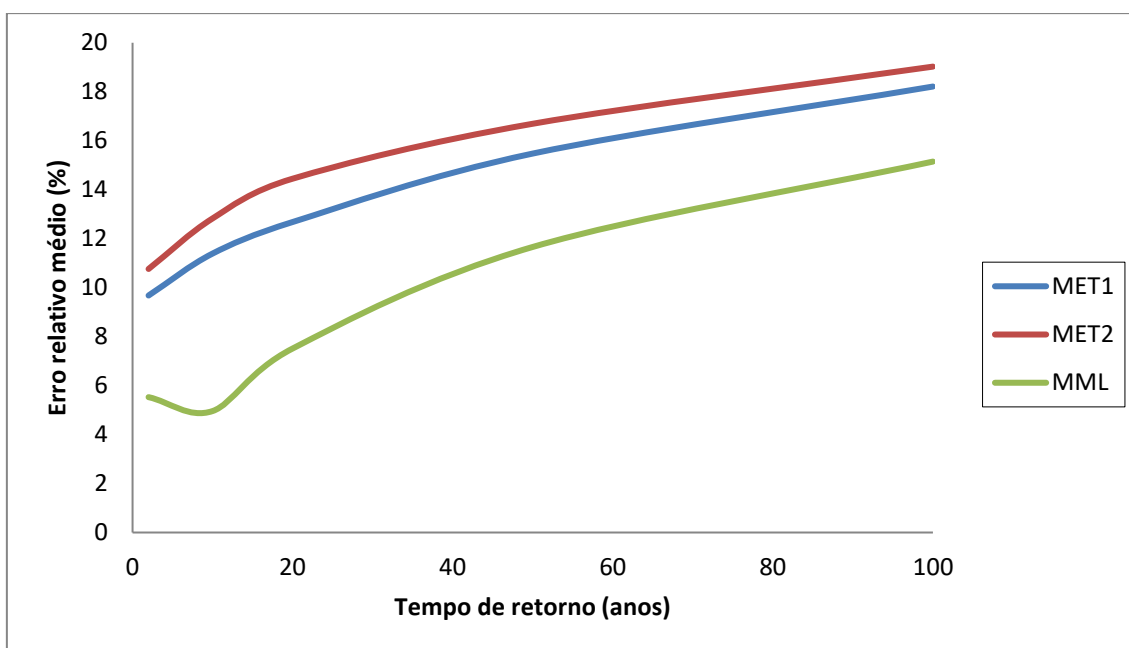
Nas Tabelas apresentadas no APÊNDICE N, estão destacados os menores valores de ER% em valor absoluto, para cada posto.

Ressalta-se que diversos postos apresentaram seus resultados regionais em branco para algumas das aplicações por motivo de não terem se encaixado em qualquer das regiões ou por terem sido excluídos por algum tipo de análise de discordância. Os postos Furquim (56148000), Fazenda Ocidente (56337000), Abre Campo (56500000), Vermelho Velho (56520000), Bom Jesus do Galho (56565000), Fazenda Bragança (56976000) e Dolores de Manhumirim (56983000) não apresentaram resultados para nenhuma das aplicações.

Considerando o maior erro relativo observado para cada método e diferentes períodos de retorno, MET1 apresentou o maior valor para os períodos de retorno 2 e 10 anos e MET2 apresentou os maiores valores para 20, 50 e 100 anos. O maior erro relativo resultou do método MET2, no posto CAMPANÁRIO, para período de retorno 100 anos, -66,13%.

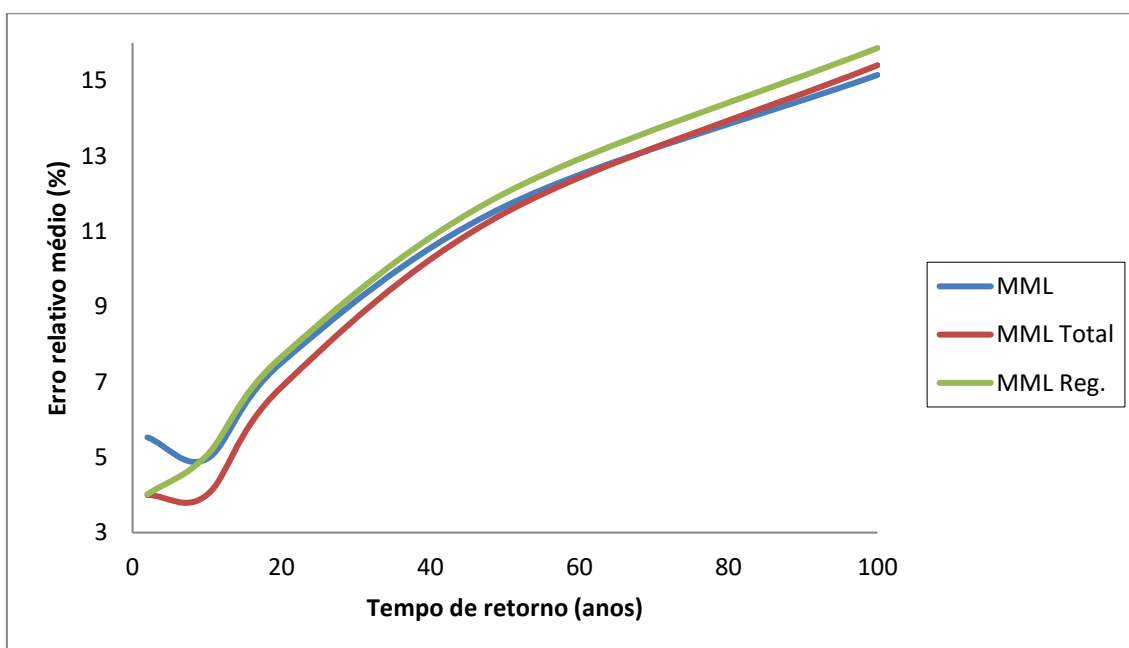
Com os resultados apresentados no APÊNDICE N, foram calculados os erros relativos médios correspondentes a cada período de retorno. Os resultados são apresentados graficamente nas Figuras 12 e 13, para aplicações que utilizaram mesmo período base (1940-2005) e aplicações de Index-Flood/Momentos-L, respectivamente.

Figura 12 – Comparação entre os métodos que usaram mesmo período base, pelo erro relativo médio.



Fonte: Autor

Figura 13 – Comparação entre as diferentes aplicações Index-Flood utilizando momentos-L, através do erro relativo médio



Fonte: Autor

Para os métodos que utilizaram o mesmo período base, houve destaque nos resultados apresentados pelo método MML, principalmente para períodos de retorno mais baixos, segundo os resultados de ER%.

A Figura 13 mostra alguma diferença entre os resultados das aplicações baseadas em Hosking e Wallis (2005), podendo ser observados melhores resultados para MML Total em baixos períodos de retorno.

É possível observar que o erro relativo de estimativas obtidas por regionalização, cresce em função do tempo de retorno. Esse aumento de erro com o aumento do tempo de retorno também foi observado por Rocha (2001).

Foram observados menores erros para o MML, para períodos de retorno de 2 a 10 anos. Tal fato também foi observado por Zaman, Rahman e Haddad (2012), em estudo no qual compararam os resultados posto a posto com os obtidos no método Index-Flood/Momentos-L através dos valores de Erros relativos médios. Os autores encontraram 64 e 57% para valores de erros relativos médios, respectivamente para 2 e 10 anos de retorno.

As médias quadráticas dos erros relativos (MQER) referentes aos resultados locais e as obtidas nas aplicações dos métodos de regionalização e suas variações são apresentados na Tabela 14. Foram considerados apenas postos que estiveram presentes em todas as 5 (cinco) análises realizadas no presente estudo.

Tabela 14 - Médias quadráticas dos erros relativos para as estimativas de vazões máximas obtidas posto a posto e por regionalização.

MET1	MET2	MML	MML Total	MML Reg.
0,177	0,191	0,127	0,124	0,129

Os resultados apresentados na Tabela 14, considerando os 3 métodos que utilizaram mesmo período base, indicam que o desempenho do MET1 e principalmente do MET2 se distanciaram bastante dos apresentados pelo MML.

Observação semelhante foi feita por Malekinezhad, Nachtnebel e Klik (2011), em estudo no Iran, utilizando 21 postos numa região com 16.036 Km². Comparando resultados de regionalização usando o Index-Flood/Momentos-L e o método de

regressão múltipla direto, foram constatados melhores resultados de MQER para o primeiro método citado. Para as três regiões definidas, os resultados de MQER para Index-Flood/Momentos-L foram 0,22; 0,23 e 0,29 e os respectivos resultados para o método de regressão múltipla foram 0,13; 0,36 e 0,53.

Estudo de Mosaffaie (2015), comparou o Index-Flood/Momentos-L com um método de regressão múltipla direto, no Iran, para uma região com 15 postos compreendidos em 15.619 Km². O autor definiu 2 regiões homogêneas, encontrando valores de MQER% 3,674% e 0,995% para o Index-Flood/Momentos-L e 5,692% e 1,002% para o método de regressão múltipla direto, para as respectivas regiões. Melhores resultados foram apresentados para o Index-Flood/Momentos-L. O autor encontrou valores de erro muito menores quando comparados com os demais trabalhos.

No presente estudo, alterações quanto aos métodos de definição de regiões homogêneas, ao uso de séries limitadas por período base ou completas incluindo dados que não passaram por análises de consistência, não resultaram em diferenças significativas nos valores de MQER para as aplicações do Index-Flood/Momentos-L. O método MML Total, resultou em melhores resultados de MQER, quando comparado com os métodos MML e MML Reg.

Parte da área de estudo da presente pesquisa também foi considerada em estudo de regionalização hidrológica desenvolvido por Rocha (2001) utilizando Index-Flood/Momentos-L.

Na Tabela 15 são apresentados os resultados do método Index-Flood/Momentos-L para as estações que são comuns entre os estudos de Rocha (2001) e o presente trabalho. Cabe observar que não foram estimadas por Rocha (2001) vazões máximas para período de retorno 50 anos. Os resultados na Tabela 15 referem-se à distribuição Wakeby, porque não foram apresentados por Rocha (2001) resultados do teste de aderência nem as distribuições mais indicadas.

Tabela 15 - Vazões máximas (m³/s) estimadas por Rocha (2001) para estações comuns ao presente trabalho.

Nome	Código	2	10	20	100
BAIXO GUANDU	56992000	166	261	288	331
JUSANTE CORREGO DA PIABA	56993551	95	169	188	216
CÓRREGO DO GALO	57170000	62	111	124	142
MARECHAL FLORIANO	57190000	24	43	48	55
FAZENDA JUCURUABA	57230000	109	194	216	248
MATILDE	57250000	26	47	52	59
LARANJA DA TERRA	56991500	143	311	358	431
TERRA CORRIDA	57370000	90	195	225	270
PAU DALHO	57300000	48	65	69	76
COUTINHO	57555500	508	690	737	802
AFONSO CLAUDIO	56990990	46	77	83	91
IBITIRAMA	57420000	128	213	231	252
RIVE	57450000	396	1121	1373	1793
CASTELO	57490000	124	209	231	264
GUAÇUÍ	57740000	47	134	164	214
IUNA	57360000	31	68	80	101

O autor também apresenta resultados de análise de frequência local para cada estação, sem desenvolvimento de estudo comparativo aprofundado. Na Tabela 16 são apresentadas as vazões estimadas posto a posto, bem como a distribuição com melhor resultado.

Tabela 16 - Vazões máximas (m³/s) estimadas posto a posto por Rocha (2001) para estações comuns ao presente trabalho. (continua)

Nome	Código	Distribuição	2	10	20	100
BAIXO GUANDU	56992000	Gumbel	163	289	337	445
JUSANTE CORREGO DA PIABA	56993551	Gumbel	137	165	192	227
CÓRREGO DO GALO	57170000	Gumbel	63	102	117	151
MARECHAL FLORIANO	57190000	Gumbel	24	41	47	61
FAZENDA JUCURUABA	57230000	Gumbel	112	165	185	230
MATILDE	57250000	Gumbel	25	44	50	65

Tabela 16 - Vazões máximas (m^3/s) estimadas posto a posto por Rocha (2001) para estações comuns ao presente trabalho. (conclusão)

Nome	Código	Distribuição	2	10	20	100
LARANJA DA TERRA	56991500	Gumbel	145	274	324	436
TERRA CORRIDA	57370000	Gumbel	207	321	365	464
PAU DALHO	57300000	Gumbel	92	210	255	357
COUTINHO	57555500	Pearson III	47	75	85	110
AFONSO CLAUDIO	56990990	Gumbel	506	574	993	1234
IBITIRAMA	57420000	Pearson III	44	82	95	126
RIVE	57450000	Gumbel	125	192	212	252
CASTELO	57490000	Gumbel	419	755	896	1190
GUAÇUÍ	57740000	Gumbel	125	205	235	305
IUNA	57360000	Gumbel	52	78	88	111

Procedeu-se ao cálculo da MQER, de acordo com a Equação 66, a partir dos resultados de Rocha (2001), apresentados nas Tabelas 15 e 16. O resultado da MQER, a partir dos próprios dados de Rocha (2001) foi 0,25. Utilizando apenas dados do presente trabalho para os 16 postos comuns, obteve-se para MQER o valor 0,10. Os resultados mostram que Rocha (2001) apresentou maiores valores de erro, se comparados aos obtidos no presente trabalho, segundo valores de MQER.

Utilizando a Equação 66, da MQER, considerando os resultados de regionalização de Rocha (2001) como vazões máximas observadas (Q_{ot}) e considerando os resultados obtidos no presente trabalho como vazões máximas estimadas Q_{et} e utilizando apenas postos comuns aos trabalhos, obteve-se 0,28 para MQER.

Os dois resultados de MQER, obtidos utilizando dados de Rocha (2001), se distanciaram dos obtidos para todas as aplicações no presente trabalho, inclusive as que se basearam em Index-Flood.

Um fator que possivelmente influenciou nos resultados de Rocha (2001), foi a consideração de vários grupamentos de tamanho pequeno. Em área na qual foram definidas praticamente 3 regiões no presente trabalho, Rocha (2001) definiu 9, utilizando a mesma metodologia, não permitindo utilização mais adequada da medida de discordância D_i . Uma questão relacionada com a utilização de regiões

muito pequenas é o emprego de momentos ponderados pelos tamanhos das séries. Assim, regiões com poucos postos conduziram a resultados muito próximos dos obtidos por análise local ou postos com mais registros teriam capacidade de influenciar mais significativamente os resultados. No entanto, o autor também relata que grande parte de seus dados se originaram de cotas fluviométricas obtidas da Agência Nacional de Energia Elétrica, o que de alguma forma pôde causar certo grau de divergência.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. CONCLUSÕES

Foram aplicados os métodos de regionalização Index-Flood/Momentos-L, de regressão múltipla direta e da curva adimensional. Assim, foram gerados modelos e estimados quantis de vazões máximas, associados a períodos de retorno e para regiões homogêneas obtidas por diferentes métodos.

Considerando resultados dos três métodos, usando o mesmo período base de dados, o método Index-Flood/Momentos-L apresentou melhor performance, considerando os resultados do MQER. Maiores valores de erros apresentados pelos métodos de regressão múltipla direta e da curva adimensional podem também estar associados à utilização de variáveis explicativas.

Os resultados de MQER obtidos com Index-Flood/Momentos-L considerando as aplicações, com período base definido, usando a totalidade de dados e alterando o método para definição de regiões homogêneas, foram muito próximos. Resultado ligeiramente superior foi alcançado na análise considerando a totalidade dos dados para menores períodos de retorno. Sendo assim, de acordo com os resultados, a utilização de alguns dados que não passaram por análise de consistência, neste caso específico, teve pouca influência sobre os resultados regionais.

As regiões hidrologicamente homogêneas geradas pelos dois métodos empregados no trabalho, tiveram suas localizações e a quantidades de regiões formadas bem próximas. No entanto, divergiram quando confrontadas usando medidas de heterogeneidade e discordância. Também foram observadas nos resultados do método Index-Flood/Momentos-L que algumas regiões delimitadas como homogêneas considerando o período base apresentaram características de heterogeneidade quando considerada a totalidade de dados.

Nas aplicações do método Index-Flood/Momentos-L, a distribuição mais escolhida pelo teste de aderência foi a Generalizada de Valores Extremos. Para os métodos

de regressão direta e da curva adimensional, a distribuição escolhida para a maior parte das regiões foi a Log-Normal três parâmetros.

As variáveis explicativas que melhor explicaram os modelos gerados para os métodos de regressão múltipla direta e da curva adimensional foram área de drenagem e precipitação no semestre chuvoso.

6.2. RECOMENDAÇÕES

Registros para diversos postos foram eliminados pela aplicação de várias metodologias, pelo fato destes postos não se encaixarem em qualquer região ou apresentarem alguma discordância. Tais ocorrências podem ter sido resultantes de inconsistências de registros, necessitando uma verificação mais aprofundada ao empregar tais postos.

Para modelos gerados pelos métodos de regressão múltipla direta e da curva adimensional, recomenda-se aplicação em bacias apresentando áreas de drenagem dentro do intervalo, 88 a 76.400 Km² de área de contribuição. Tal faixa compreende as áreas de contribuições das bacias de drenagem dos postos estudados.

É recomendada cautela no uso de dados obtidos por regionalização. A consideração de métodos diferentes para mesma informação pode resultar em estimativas muito diferentes.

A regionalização hidrológica representa importante ferramenta para obtenção de informações para locais com poucos ou sem registros. Contudo, é recomendada cautela no uso das diferentes técnicas. Aplicação de diferentes metodologias a um mesmo conjunto de variáveis pode resultar em diferenças de resultados significativas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, A.; HASSANZADEH, Y.; OUARDA, T. B. M. J. Regional frequency analysis using Growing Neural Gas network. **Journal of Hydrology**. v.550, p.92-102, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **HidroWeb**: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>> . Acesso em: 01 de jun. de 2016.

AHN, K. H.; PALMER, R. Regional flood frequency analysis using spatial proximity and basin characteristics: Quantile regression vs. parameter regression technique. **Journal of Hydrology**. v.540, p.515-526, 2016.

ARAUJO, C. B. O. **Caracterização física e Regionalização de vazão máxima na Bacia do Rio Carmo, alto Rio Doce**. 2008. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

BAENA, L. G. N. **Regionalização de vazões para a bacia do Rio Paraíba do Sul, a montante de Volta Redonda, a partir de modelo digital de elevação hidrologicamente consistente**. 2002. 148 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BESKOW, S.; CALDEIRA, T. L.; MELLO, C. R.; FARIA, L. C.; GUEDES, A. S. Multiparameter probability for heavy rainfall modeling in extreme southern Brazil. **Journal of Hydrology: Regional Studies**. v.4, p.123-133, 2015.

CBH-DOCE-COMITÉ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE. **Plano integrado de recursos hídricos da bacia do rio Doce: VOLUME 1**. Consorcio Ecoplan-Lume, 2010.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Sistema de alerta de enchentes da bacia do Rio Doce – Relatório técnico do período crítico de dezembro de 2013: VOLUME 1**. Belo Horizonte, 2014.

COELHO FILHO, J. A. P. **Metodologia de curvas envoltórias probabilísticas para a estimação de cheias de projeto em bacias hidrográficas não monitoradas no estado de Minas Gerais**. 2010. 223 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

DODANGEH, E.; SHAO, Y.; DAGHESTANI, M. L-Moments and fuzzy cluster analysis of dust storm frequencies in Iran. **Aeolian Research**.v. 5, p. 91-99, 2012.

DODANGEH, E.; SOLTANI, S.; SARHADI, A.; SHIAU, J. T. Application of L-moments and Bayesian inference for low-flow regionalization in Sefidroud basin,Iran.**Hydrological Process**. v.28, p.1663-1676, 2014.

DALRYMPLE, T. **Flood frequency analyses, Manual of Hydrology**: Part. 3. Washington, D.C.: Government Printing Office, 1960, 80p.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras. **Metodologia para Regionalização de Vazões**. Rio de Janeiro, 1985.

ESLAMIAN, S.; HASSANZADEH, H.; ABEDI-KOUPAI, J.; GHEYSAARI, M. Application of L-Moments for Regional Frequency Analysis of Monthly Drought Indexes. **JOURNAL OF HIDROLOGIC ENGINEERING**. v.17, n.1, p.32-42, 2012.

EUCLYDES, P. H. **Regionalização de vazões máximas e mínimas para a bacia do rio Juatuba-MG**.1992. 66 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

EUCLYDES, P. H.; FERREIRA, P. A.; RUBERT, O. A. V.; SANTOS, R. M. Regionalização hidrológica na bacia do alto São Francisco a montante da barragem de Três Marias, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.6, n.3, p. 81-105, 2001.

EUCLYDES, Humberto Paulo. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA Departamento de Fitotecnia. **Atlas digital das águas de Minas**: uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Viçosa, MG: Centro de Produções Técnicas, 2007, 78 p.

FARSADNIA, F.; KAMROOD, M. R.; NIA, A. M.; MODARRES, R.; BRAY, M. T.; HAN, D.; SADATINEJAD, J. Identification of homogeneous regions for regionalization of watersheds by two-level self-organizing feature maps. **Journal of Hydrology**. v. 509, p.387-397, 2014.

FERNANDES, W. D. S. **Metodologia unificada para análise de frequência de vazões máximas anuais a partir da agregação da informação hidrometeorológica regionalizada**. 2005. 145 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

FRANCO, C. S.; MARQUES, R. F. P. V.; OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, L. F. C. Distribuição de probabilidades para precipitação máxima diária na Bacia Hidrográfica do Rio Verde, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 18, n. 7, p.735-741, 2014.

GREENWOOD, J. A., LANDWEHR, J. M., MATALAS, N. C. e WALLIS, J.R. Probability weighted moments: definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. **Water Resources**.v. 15, p.1049-1054,1979.

GUBAREVA, T. S.; GARTSMAN, B. I. Estimating Distribution Parameters of Extreme Hydrometeorological Characteristics by L-Moments Method. **WATER RESOURCES AND THE REGIME OF WATER BODIES**. v.37,n.4,p.437-445,2010.

HALBERT, K.; NGUYEN, C. C.; PAYRASTRE, O.; GAUME, E. Reducing uncertainty in flood frequency analyses: A comparison of local and regional approaches involving information on extreme historical floods. **Journal of Hydrology**. v.541, p.90-98, 2016.

HOSKING, J. R. M. **The theory of probability weighted moments**. IBM Research Division, 1986.

HOSKING, J. R. M. L-Moments: Analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics. **Journal of the Royal Statistical Society**. v.52, n. 1, p.105-124, 1990.

HOSKING, J. R. M.; WALLIS, J. R. **Regional Frequency Analysis** An approach based on L-moments. Nova York: Cambridge University Press, 2005.

MALEKINEZHAD, H.; NACHTNEBEL, H. P.; KLIK, A. Comparing the Index-Flood and Multiple-regression methods using L-moments. **Physics and Chemistry of the Earth**. v 36, n.1, p.54-60, 2011.

MALEKINEZHAD, H.; ZARE-GARIZI, A. Regional frequency analysis of daily rainfall extremes using L-moments approach. **Atmósfera**. v. 27, n. 4, p.411-427, 2014.

MEDIERO, L.; KJELDSEN, T. R. Regional flood hydrology in a semi-arid catchment using a GLS regression model. **Journal of Hydrology**. v.514, p.158-171, 2014.

MENDONÇA, A. S.; SIMÕES, A. G. Estudo probabilístico de vazões máximas e mínimas para postos do Sul da Bahia e Estado do Espírito Santo. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1989, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, Paraná: ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1989.

MOSAFFAIE, J. Comparison of Two Methods of Regional Flood Frequency Analysis by using L-moments. **Water Resources**. v.42, n.3, p.313-321, 2015.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552 p.

NICOLETE, D. A. P.; CARVALHO, T. M.; POLONIO, V. D.; LEDA, V. C.; ZIMBACK, C. R. L. Delimitação automática de uma bacia hidrográfica utilizando MDE TOPODATA: aplicações para estudos ambientais na região da Cuesta de Botucatu – SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 17., 2015, João Pessoa: INPE, 2015. Artigos, p. 3988-3994.

NOBERT, J.; MUGO, M.; GADAIN, H. Estimation of design floods in ungauged catchments using a regional index flood method. A case study of Lake Victoria Basin in Kenya. **Physics and Chemistry of the Earth**. v. 67-69, p.4-11, 2014.

OUARDA, T. B. M. J.; CHARRON, C.; CHEBANA, F. Review of criteria for the selection of probability distribution for Wind speed data and introduction of L-moment

ratio diagram methods, with a case study. **Energy Conversion and Management**. v. 124, p.247-265, 2016.

RAO, A. R.; HAMED, K. H. Regional Frequency Analysis of Wabash River Flood Data by L-Moments. **JOURNAL OF HIDROLOGIC ENGINEERING**. v.2, n.4, p.169-179, 1997.

REQUENA, A. I.; CHEBANA, F.; OUARDA, T. B. M. J. Heterogeneity measures in hydrological frequency analysis: review and new developments. **Hydrology and Earth System Sciences**. v. 21,n.3, p.1651-1668, 2017.

ROCHA, F. A. S. **Aplicação de métodos dos Momentos I na regionalização de vazões máximas para recursos hídricos interiores**. 2001. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2001.

SAF, B. Regional Flood Frequency Analysis Using L-Moments for the Buyuk and Kucuk Menderes River Basins of Turkey. **JOURNAL OF HIDROLOGIC ENGINEERING**. v.14,n.8,p.783-794,2009.

SANTOS, P. D. **Análise de frequência e regionalização de vazões máximas sazonais na região sul do Brasil**.2012. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental)-Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SCHENDEL, T.; THONGWICHIAN,R. Considering historical flood events in flood frequency analysis: is it worth the effort?. **Advances in Water Resources**. v. 105, p. 144-153, 2017.

SECKIN, N.; YURTAL, R.; HAKTANIR, T.; DOGAN, A. Comparison of probability weighted moments and maximum likelihood methods used in flood frequency analysis for Ceyhan River basin. **Arabian Journal for Science and Engineering**. v. 35. n. 1B, p.49-69, 2010.

SECKIN, N. HAKTANIR, T.; YURTAL, R. Flood frequency analysis of Turkey using L-moments method. **Hydrological Process**. v.25 ,p. 3499-3505, 2011.

SOUZA, S. A. **Avaliação das metodologias para determinação de valores máximos de variáveis hidrológicas: aplicação do método conjugado**. 2006. 187 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

STEDINGER, J. R.; VOGEL, R. M.; FOUFOULA-GEORGIU, E. Frequency analysis of extreme events. in: MAIDMENT, D. R. **Handbook of Hidrology**. New York: McGraw Hill, 1993. p 18-66.

TERRAZAS, L. E. M. **Momentos-L na regionalização de valores característicos de vazão**. 1991. 77f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

TUCCI, C. E. M. Regionalização de vazões. In: Tucci, C. E. M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2000. p.573-620.

VIGLIONE, A.; LAIO, F.; CLAPS, P. A comparison of homogeneity test for regional frequency analysis. **Water Resources Research**. v. 43, n. 3, mar. 2007.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1975, 245p.

VIVEKANANDAN, N. Flood frequency analysis using method of moments and L-moments of probability distributions. **Cogent Engineering**. v.2, n.1, 2015.

WOLFF, W. **Avaliação de nova proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

ZAKARIA, A. Z.; SHABRI, A.; AHMAD, U. N. Regional frequency analysis of extreme rainfalls in the West Coast of Peninsular Malaysia using partial L-Moments. **Water Resources Management**. v. 26, n. 15, p. 4417-4433, 2012.

ZAMAN, M. A.; RAHMAN, A. HADDAD, K. Regional flood frequency analysis in arid regions: A case study for Australia. **Journal of Hydrology**. v. 475, p.74-83, dez. 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Estações fluviométricas reunidas

A Tabela A.1 apresenta os pares de estações candidatas a terem a suas séries reunidas.

Tabela A.1 – Estações candidatas a terem suas séries reunidas. (continua)

Nome	Código	Início	Fim	Nome	Código	Início	Fim
Acaiaca	56335000	1940	1975	Mutum	56989000	1938	1966
Acaiaca - Jusante	56335001	1975	2005	Mutum	56989001	1973	2005
Acesita	56695000	1974	1985	Nova era	56660000	1938	1972
Mario de Carvalho	56696000	1986	2005	Nova era IV	56659998	1989	2005
Afonso Cláudio	56991000	1965	1976	Ponte nova	56110000	1936	1975
Afonso Cláudio - Montante	56990990	1978	2005	Ponte nova - Jusante	56110005	1974	2005
Assarai	56989500	1938	1977	Raul Soares	56485000	1936	1977
Assarai - Montante	56989400	1976	2005	Raul Soares - Montante	56484998	1976	2005
Barra do Cuieté	56940000	1938	1975	Resplendor	56948000	1938	1982
Barra do Cuieté - Jusante	56940002	1975	2005	Resplendor - Jusante	56948005	1984	2004
Cachoeira Escura	56720000	1939	1986	Valsugana Velha	57040005	1960	1973
Belo Oriente	56719998	1986	2005	Valsugana Velha - Montante	57040008	1984	2005
Itaguaçu	56993000	1965	1977	Vila Matias	56892000	1938	1975
Itaguaçu - Jusante	56993002	1976	2005	Vila Matias - Montante	56891900	1974	2005

Para análise da viabilidade de junção dos dados dos pares de estações apresentados na Tabela A.1, foi verificada a identidade de média e de variância dos dados relativos aos dois intervalos de tempo através dos testes de Student e Fisher. No caso de heterogeneidade, apenas os dados da estação apresentando série mais longa foram considerados.

Foi utilizado o teste de Fisher, que considera as séries dos dois períodos independentes e pertencentes a populações normais.

Seja a estatística F calculada por:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (59)$$

Onde S_1 representa a variância maior e S_2 a variância menor. O valor de F é comparado com o valor de F teórico relacionado com os graus de liberdade e nível de significância requeridos.

No caso do valor de F calculado ser maior do que o F teórico é rejeitada a hipótese H_0 de identidade de variâncias.

$$\begin{cases} H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \\ H_a: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \end{cases} \quad (60)$$

A partir desse resultado, caso a hipótese de igualdade de variâncias não seja rejeitada, o valor do teste t de Student de homogeneidade das medias é calculado como:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (61)$$

Onde \bar{x}_1 e \bar{x}_2 são as médias das amostras, s é a estimativa do desvio padrão em todo o período de dados, N_1 e N_2 são o numero de eventos de cada amostra e os índices 1 e 2 são a amostra anterior e posterior respectivamente.

O valor de s é calculado por:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} (x_i - \bar{x}_1)^2 + \sum_{j=1}^{N_2} (x_j - \bar{x}_2)^2}{N_1 + N_2 - 2} \quad (62)$$

A hipótese da homogeneidade da media é aceita caso o valor absoluto de t seja menor do que a metade do t teórico para o grau de liberdade $N_1 + N_2 - 2$ e para o nível de significância considerado.

Caso a hipótese de igualdade de variâncias seja rejeitada, o valor de t é calculado por:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\left(\frac{s_1}{N_1} + \frac{s_2}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (63)$$

O grau de liberdade para o caso é:

$$GL = \frac{1}{\frac{K^2}{N_1 - 1} + \frac{1 - K^2}{N_2 - 1}} \quad (64)$$

Onde o termo K é representado por:

$$K = \frac{N_2 s_1^2}{N_2 s_1^2 + N_1 s_2^2} \quad (65)$$

A hipótese da homogeneidade da média é aceita caso o valor absoluto de t for menor que o t teórico para grau de liberdade e o nível de significância considerados.

A Tabela A.2 apresenta estações situadas em um mesmo curso d'água candidatas a junção de séries fluviométricas e o resultado dos testes de estacionariedade adotados.

Tabela A.2 - Estações candidatas a terem suas series unidas e resultado do teste de estacionariedade pelos testes de Fisher e Student. (continua)

Estações	Código	H_0 (variância)	H_0 (média)	s^2	Xm
Acaiaca	56335000	Aceita	Aceita	51.552,1	213,7
Acaiaca - Jusante	56335001			72.750,8	239,6
Acesita	56695000	Aceita	Aceita	527.199,8	678,7
Mario de Carvalho	56696000			489.730,2	655,7
Afonso Cláudio	56991000	Aceita	Aceita	3.294,0	55,7
Afonso Cláudio - Montante	56990990			8.334,2	90,1
Assarai	56989500	Aceita	Aceita	127.631,6	288,7
Assarai - Montante	56989400			89.532,1	276,4
Barra do Cuieté	56940000	Rejeita	Aceita	35.515,8	176,0
Barra do Cuieté - Jusante	56940002			146.273,0	320,9
Cachoeira Escura	56720000	Aceita	Aceita	6.586.795,2	2128,4
Belo Oriente	56719998			5.087.968,2	2100,9

Tabela A.2 - Estações candidatas a terem suas series unidas e resultado do teste de estacionariedade pelos testes de Fisher e Student. (conclusão)

Estações	Código	H_0 (variância)	H_0 (média)	s^2	\bar{x}
Itaguaçu	56993000	Rejeita	Aceita	1.533,6	39,6
Itaguaçu - Jusante	56993002			16.871,4	101,1
Mutum	56989000	Aceita	Aceita	14.805,3	103,5
Mutum	56989001			18.745,9	124,4
Nova era	56660000	Aceita	Aceita	202.920,8	436,0
Nova era IV	56659998			358.589,5	542,4
Ponte nova	56110000	Aceita	Aceita	247.477,1	471,5
Ponte nova - Jusante	56110005			459.010,4	608,7
Raul Soares	56485000	Rejeita	Aceita	13.239,1	110,5
Raul Soares - Montante	56484998			40.851,0	171,1
Resplendor	56948000	Aceita	Aceita	10.646.645,7	3156,6
Resplendor - Jusante	56948005			14.857.490,6	3662,3
Valsugana Velha	57040005	Aceita	Aceita	180,1	13,7
Valsugana Velha – Mont.	57040008			220,5	14,5
Vila Matias	56892000	Aceita	Aceita	232.648,7	434,3
Vila Matias - Montante	56891900			252.386,7	469,9

Legenda: H_0 – hipóteses, s^2 - Variância, \bar{x} - média.

Com o objetivo de levar em consideração no estudo a maior quantidade de estações possível, manteve-se uma das estações dos pares rejeitados. O critério para definição da estação foi a escolha da estação a montante e com maior quantidade de registros. Dessa forma foram mantidas as estações Barra do Cuieté (56940000), Itaguaçu – Jusante (56993002) e Raul Soares (56485000). As estações 56993002 e 56485000, apesar de estarem a jusante, foram escolhidas por apresentaram a série mais completa do par.

APÊNDICE B - Lista das Estações Fluviométricas selecionadas

Tabela B.1 - Estações fluviométricas selecionadas. (continua)

N	Código	Estação	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Rio
1	56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	20° 46' 60"	43° 34' 0"	RIO PIRANGA
2	56028000	PIRANGA	20° 41' 26"	43° 17' 58"	RIO PIRANGA
3	56050000	ALTO RIO DOCE	21° 1' 60"	43° 23' 60"	RIO XOPOTÓ
4	56055000	BRÁZ PIRES	20° 50' 51"	43° 14' 31"	RIO XOPOTÓ
5	56065000	SENADOR FIRMINO	20° 54' 42"	43° 5' 50"	RIO TURVO
6	56075000	PORTO FIRME	20° 40' 13"	43° 5' 17"	RIO PIRANGA
7	56090000	FAZENDA VARGINHA	20° 42' 52"	42° 59' 59"	RIO TURVO LIMPO
8	56110000	PONTE NOVA	20° 23' 2"	42° 54' 10"	RIO PIRANGA
9	56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	20° 21' 0"	43° 22' 0"	RIBEIRÃO DO CARMO
10	56148000	FURQUIM	20° 22' 0"	43° 12' 0"	RIBEIRÃO DO CARMO
11	56182000	CHAPADA	20° 25' 60"	43° 34' 0"	RIBEIRÃO FALCÃO
12	56240000	FAZENDA PARAÍSO	20° 23' 25"	43° 10' 55"	RIO GUALAXO DO SUL
13	56335000	ACAIACA	20° 21' 41"	43° 8' 22"	RIBEIRÃO DO CARMO
14	56337000	FAZENDA OCIDENTE	20° 16' 2"	43° 6' 3"	RIO GUALAXO NORTE
15	56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	20° 41' 59"	42° 40' 23"	RIO CASCA
16	56400000	JEQUERI	20° 26' 60"	42° 40' 0"	RIO CASCA
17	56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	19° 59' 40"	42° 40' 28"	RIO DOCE
18	56460000	MATIPÓ	20° 16' 38"	42° 19' 32"	RIO MATIPÓ
19	56485000	RAUL SOARES	20° 6' 13"	42° 26' 24"	RIO MATIPÓ
20	56500000	ABRE CAMPO	20° 17' 56"	42° 28' 42"	RIO SANTANA
21	56520000	VERMELHO VELHO	19° 59' 56"	42° 20' 54"	RIBEIRÃO VERMELHO
22	56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS M.	19° 46' 37"	42° 28' 35"	RIO DOCE
23	56565000	BOM JESUS DO GALHO	19° 49' 0"	42° 19' 0"	R. SACRAMENTO
24	56570000	PINGO D'ÁGUA	19° 42' 31"	42° 26' 44"	R. SACRAMENTO
25	56610000	RIO PIRACICABA	19° 55' 54"	43° 10' 23"	RIO PIRACICABA
26	56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	19° 58' 18"	43° 27' 32"	R. Sta BÁRBARA
27	56660000	NOVA ERA	19° 45' 56"	43° 1' 58"	RIO PIRACICABA
28	56670000	FAZENDA OLARIA	19° 43' 60"	43° 1' 60"	RIO DO PEIXE
29	56681000	ANTÔNIO DIAS	19° 38' 60"	42° 52' 0"	RIO PIRACICABA
30	56695000	ACESITA	19° 31' 29"	42° 38' 27"	RIO PIRACICABA
31	56720000	CACHOEIRA ESCURA	19° 19' 47"	42° 22' 34"	RIO DOCE
32	56750000	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO	19° 0' 52"	43° 26' 46"	RIO SANTO ANTÔNIO
33	56765000	DOM JOAQUIM	18° 57' 38"	43° 14' 35"	RIO DO PEIXE
34	56775000	FERROS	19° 13' 56"	43° 1' 12"	RIO SANTO ANTÔNIO
35	56787000	FAZENDA BARRACA	19° 19' 55"	43° 4' 13"	RIO DO TANQUE
36	56800000	SENHORA DO PORTO	18° 53' 41"	43° 4' 57"	RIO GUANHAES
37	56825000	NAQUE VELHO	19° 11' 17"	42° 25' 22"	RIO SANTO ANTÔNIO

Tabela B.1 - Estações fluviométricas selecionadas. (continuação)

N	Código	Estação	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Rio
38	56845000	FAZENDA CORRENTE	18° 53' 41"	42° 42' 45"	R. CORRENTE GRANDE
39	56846000	PORTO SANTA RITA	18° 57' 6"	42° 21' 33"	R. CORRENTE GRANDE
40	56850000	GOVERNADOR VALADARES	18° 52' 59"	41° 57' 3"	RIO DOCE
41	56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUI	18° 21' 40"	42° 36' 18"	RIO SUAÇUI GRANDE
42	56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUI	18° 12' 6"	42° 27' 17"	RIO SÃO FÉLIX
43	56880000	FAZENDA URUPUCA	18° 15' 0"	42° 4' 0"	RIO URUPUCA
44	56892000	VILA MATIAS	18° 34' 29"	41° 55' 4"	RIO SUAÇUI GRANDE
45	56900000	CAMPANÁRIO	18° 14' 21"	41° 43' 52"	RIO ITAMBACURI
46	56915500	JAMPRUCA	18° 27' 34"	41° 48' 27"	RIO ITAMBACURI
47	56920000	TUMIRITINGA	18° 58' 16"	41° 38' 30"	RIO DOCE
48	56925000	CARATINGA	19° 46' 60"	42° 4' 0"	RIO CARATINGA
49	56935000	DOM CAVATI	19° 22' 22"	42° 6' 10"	RIO CARATINGA
50	56940000	BARRA DO CUIETÉ	19° 3' 43"	41° 31' 60"	RIO CUITÉ
51	56948000	RESPLENDOR	19° 20' 35"	41° 14' 46"	RIO DOCE
52	56960000	MANHUAÇU	20° 16' 10"	42° 4' 1"	RIO MANHUAÇU
53	56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	20° 7' 0"	41° 55' 0"	RIO MANHUAÇU
54	56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	19° 49' 0"	41° 46' 60"	RIO MANHUAÇU
55	56976000	FAZENDA BRAGANÇA	19° 44' 35"	41° 47' 7"	RIO MANHUAÇU
56	56978000	Stº ANTÔNIO DO MANHUAÇU	19° 40' 43"	41° 50' 9"	RIO MANHUAÇU
57	56983000	DORES DE MANHUMIRIM	20° 6' 26"	41° 43' 42"	RIO JOSÉ PEDRO
58	56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	19° 59' 41"	41° 42' 29"	RIB. SÃO DOMINGOS
59	56988500	IPANEMA	19° 47' 56"	41° 42' 22"	RIO JOSÉ PEDRO
60	56989000	MUTUM	19° 49' 5"	41° 26' 4"	RIO SÃO MANOEL
61	56989500	ASSARAI	19° 35' 41"	41° 27' 29"	RIO JOSÉ PEDRO
62	56990000	S. SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	19° 29' 33"	41° 9' 42"	RIO MANHUAÇU
63	56991000	AFONSO CLÁUDIO	20° 4' 39"	41° 7' 27"	RIO GUANDU
64	56991500	LARANJA DA TERRA	19° 54' 4"	41° 3' 29"	RIO GUANDU
65	56992000	BAIXO GUANDU	19° 31' 25"	41° 0' 51"	RIO GUANDU
66	56993000	ITAGUAÇU	19° 46' 45"	40° 51' 3"	RIO SANTA JOANA
67	56993551	JUSANTE CÔRREGO DA PIABA	19° 33' 31"	40° 43' 57"	RIO SANTA JOANA
68	56994000	SANTA MARIA	19° 34' 60"	40° 34' 60"	RIO SANTA MARIA
69	56994500	COLATINA	19° 31' 60"	40° 37' 47"	RIO DOCE
70	56995000	CACHOEIRA DO OITO	19° 25' 60"	40° 37' 0"	RIO PANCAS
71	56995500	PONTE DO PANCAS	19° 25' 22"	40° 41' 11"	RIO PANCAS
72	56997000	BARRA DE SÃO GABRIEL	19° 2' 28"	40° 32' 2"	RIO SÃO JOSÉ
73	56998000	LINHARES	19° 24' 27"	40° 3' 50"	RIO DOCE
74	57040005	VALSUGANA VELHA	19° 57' 51"	40° 32' 30"	RIO TIMBUI
75	57170000	CÔRREGO DO GALO	20° 18' 59"	40° 39' 6"	RIO JUCU - NORTE
76	57190000	MARECHAL FLORIANO	20° 24' 39"	40° 40' 35"	RIO JUCU - SUL

Tabela B.1 - Estações fluviométricas selecionadas. (conclusão)

N	Código	Estação	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Rio
77	57230000	FAZENDA JUCURUABA	20° 24' 54"	40° 29' 7"	RIO JUCU
78	57250000	MATILDE	20° 33' 25"	40° 48' 43"	RIO BENEVENTE
79	57300000	PAU D'ALHO	20° 53' 8"	40° 56' 47"	RIO NOVO
80	57320000	ICONHA MONTANTE	20° 46' 38"	40° 49' 41"	RIO ICONHA
81	57350000	USINA FORTALEZA	20° 22' 20"	41° 24' 33"	R. BRAÇO NORTE ESQ.
82	57360000	IÚNA	20° 21' 10"	41° 32' 3"	RIO PARDO
83	57370000	TERRA CORRIDA MONT.	20° 25' 49"	41° 30' 10"	RIO PARDO
84	57400000	ITAICI	20° 31' 42"	41° 30' 41"	R. BRAÇO NORTE ESQ.
85	57420000	IBITIRAMA	20° 32' 26"	41° 39' 56"	R. BRAÇO NORTE DIR.
86	57450000	RIVE	20° 44' 49"	41° 27' 58"	RIO ITAPEMIRIM
87	57460000	PACOTUBA	20° 45' 42"	41° 16' 22"	RIO ITAPEMIRIM
88	57476500	FAZENDA LAJINHA	20° 25' 37"	41° 16' 30"	RIO CASTELO
89	57490000	CASTELO	20° 36' 22"	41° 11' 59"	RIO CASTELO
90	57550000	USINA SÃO MIGUEL	20° 42' 9"	41° 10' 25"	RIO CASTELO
91	57555000	COUTINHO	20° 45' 30"	41° 10' 25"	RIO ITAPEMIRIM
92	57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	20° 51' 55"	41° 6' 2"	RIO ITAPEMIRIM
93	57580000	USINA PAINEIRAS	20° 57' 9"	40° 57' 10"	RIO ITAPEMIRIM
94	57630000	ATÍLIO VIVACQUA	20° 54' 51"	41° 11' 38"	R. MUQUI DO NORTE
95	57650000	FAZENDA CACHETA	21° 1' 0"	41° 5' 11"	R. MUQUI DO NORTE
96	57700000	CAIANA	20° 41' 41"	41° 55' 17"	RIO SÃO JOÃO
97	57720000	DORES DO RIO PRETO	20° 41' 11"	41° 50' 48"	RIO PRETO
98	57740000	GUAÇUÍ	20° 46' 20"	41° 40' 52"	RIO DO VEADO
99	57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	21° 1' 43"	41° 39' 7"	RIO CALÇADO
100	57830000	PONTE DO ITABAPOANA	21° 12' 22"	41° 27' 50"	RIO ITABAPOANA
101	57880000	MIMOSO DO SUL	21° 3' 53"	41° 21' 46"	RIO MUQUI DO SUL
102	57930000	SANTA CRUZ	21° 13' 19"	41° 18' 29"	RIO ITABAPOANA

APÊNDICE C - Lista das Estações Pluviométricas selecionadas

Tabela C.1 - Estações pluviométricas selecionadas. (continua)

	Código	Nome	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Estado
1	1940002	SANTA CRUZ - LITORAL	19° 57' 28"	40° 9' 16"	ES
2	1940003	RIACHO	19° 44' 59"	40° 2' 35"	ES
3	1940007	FUNDÃO	19° 56' 13"	40° 24' 5"	ES
4	1940010	VALSUGANA VELHA - MONTANTE	19° 57' 12"	40° 33' 9"	ES
5	1940021	ARACRUZ	19° 49' 48"	40° 16' 20"	ES
6	1940022	JACUPEMBA	19° 35' 19"	40° 11' 53"	ES
7	2040000	DOMINGOS MARTINS (DNOS)	20° 21' 50"	40° 39' 42"	ES
8	2040001	FAZENDA JUCURUABA	20° 24' 54"	40° 29' 7"	ES
9	2040002	ALFREDO CHAVES (DNOS)	20° 37' 60"	40° 45' 0"	ES
10	2040003	FAZENDA FONTE LIMPA (DNOS)	20° 11' 25"	40° 19' 8"	ES
11	2040004	GUARAPARI (DNOS)	20° 39' 8"	40° 30' 31"	ES
12	2040005	ICONHA - MONTANTE	20° 47' 1"	40° 49' 33"	ES
13	2040006	USINA PAINEIRAS	20° 57' 10"	40° 57' 12"	ES
14	2040007	SANTA MARIA DO JETIBÁ	20° 1' 42"	40° 44' 36"	ES
15	2040008	GARRAFÃO (DNOS)	20° 8' 36"	40° 58' 31"	ES
16	2040009	ANCHIETA (DNOS)	20° 48' 13"	40° 39' 20"	ES
17	2040010	SANTA LEOPOLDINA	20° 6' 1"	40° 31' 40"	ES
18	2040011	MATILDE (DNOS)	20° 33' 24"	40° 48' 41"	ES
19	2040012	MARECHAL FLORIANO (DNOS)	20° 24' 43"	40° 40' 56"	ES
20	2040013	RIO NOVO DO SUL	20° 52' 52"	40° 56' 36"	ES
21	2040014	DUAS BOCAS (DNOS)	20° 15' 41"	40° 28' 45"	ES
22	2040015	PEROBINHA (DNOS)	20° 17' 1"	40° 46' 59"	ES
23	2040017	DUAS BARRAS (DNOS)	20° 43' 41"	40° 52' 57"	ES
24	2040018	CACHOEIRA SUIÇA (DNOS)	20° 4' 46"	40° 36' 24"	ES
25	2040020	VILA NOVA MARAVILHA	20° 35' 15"	40° 56' 57"	ES
26	2040021	VITÓRIA - BENTO FERREIRA	20° 18' 0"	40° 19' 60"	ES
27	2040022	PONTA DA FRUTA	20° 30' 56"	40° 21' 49"	ES
28	2040023	SÃO RAFAEL	20° 17' 47"	40° 56' 2"	ES
29	2040039	CANAÃ	20° 22' 35"	40° 26' 46"	ES
30	2041000	ATÍLIO VIVACQUA	20° 54' 46"	41° 11' 42"	ES
31	2041001	GUAÇUÍ	20° 46' 25"	41° 40' 54"	ES
32	2041002	CASTELO	20° 36' 20"	41° 11' 59"	ES
33	2041003	RIVE	20° 44' 49"	41° 27' 58"	ES
34	2041004	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM (DNOS)	20° 51' 0"	41° 6' 0"	ES
35	2041005	CAIANA	20° 41' 38"	41° 55' 19"	MG
36	2041010	JACIGUA (DNOS)	20° 42' 7"	41° 0' 59"	ES
37	2041011	CONCEIÇÃO DO CASTELO (DNOS)	20° 21' 8"	41° 14' 22"	ES
38	2041012	MUNIZ FREIRE (DNOS)	20° 26' 60"	41° 23' 60"	ES
39	2041013	IÚNA	20° 20' 45"	41° 32' 15"	ES
40	2041014	DORES DO RIO PRETO	20° 41' 9"	41° 50' 46"	ES

Tabela C.1 - Estações pluviométricas selecionadas. (continuação)

	Código	Nome	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Estado
41	2041015	FAZENDA MONTE ALEGRE	20° 56' 41"	41° 24' 3"	ES
42	2041016	IBITIRAMA	20° 32' 26"	41° 39' 56"	ES
43	2041017	SANTA CRUZ - CAPARAÓ	20° 19' 22"	41° 42' 15"	ES
44	2041018	USINA FORTALEZA	20° 22' 17"	41° 24' 32"	ES
45	2041019	ITAICI	20° 31' 42"	41° 30' 41"	ES
46	2041020	ARACE (FAZENDA MODELO)	20° 22' 0"	41° 3' 40"	ES
47	2041021	BURARAMA	20° 40' 50"	41° 20' 54"	ES
48	2041022	USINA SÃO MIGUEL	20° 19' 60"	41° 7' 0"	ES
49	2041024	TERRA CORRIDA (DNOS)	20° 25' 60"	41° 28' 60"	ES
50	2041046	VARRE - SAI	20° 55' 53"	41° 52' 4"	RJ
51	2140000	BARRA DO ITAPEMIRIM (DNOS)	21° 0' 27"	40° 50' 7"	ES
52	2141001	SÃO FRANCISCO PAULA - CACIMBAS	21° 28' 58"	41° 6' 12"	RJ
53	2141014	PONTE DO ITABAPOANA	21° 12' 22"	41° 27' 46"	ES
54	2141015	MIMOSO DO SUL	21° 3' 53"	41° 21' 45"	ES
55	2141016	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	21° 1' 1"	41° 39' 46"	ES
56	2141017	SÃO JOSÉ DAS TORRES	21° 4' 23"	41° 14' 18"	ES
57	1742017	MALACACHETA	17° 50' 44"	42° 4' 32"	MG
58	1742019	ÁGUA BOA	17° 59' 32"	42° 23' 38"	MG
59	1840000	ÁGUIA BRANCA	18° 59' 8"	40° 44' 46"	ES
60	1841001	VILA MATIAS - MONTANTE	18° 34' 29"	41° 55' 4"	MG
61	1841003	CAMPANÁRIO	18° 14' 19"	41° 44' 55"	MG
62	1841011	TUMIRITINGA	18° 58' 35"	41° 38' 25"	MG
63	1841019	DIVINO DAS LARANJEIRAS	18° 46' 37"	41° 28' 58"	MG
64	1841020	GOVERNADOR VALADARES	18° 52' 59"	41° 57' 1"	MG
65	1842002	PEÇANHA	18° 31' 60"	42° 37' 0"	MG
66	1842003	VIRGOLÂNDIA (RAMALHETE)	18° 26' 60"	42° 16' 60"	MG
67	1842004	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	18° 21' 30"	42° 35' 44"	MG
68	1842005	COROACI	18° 36' 43"	42° 16' 43"	MG
69	1842007	GUANHÃES	18° 46' 20"	42° 55' 52"	MG
70	1842008	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	18° 12' 4"	42° 27' 19"	MG
71	1842020	SÃO JOÃO EVANGELISTA	18° 33' 10"	42° 45' 51"	MG
72	1842021	PORTO SANTA RITA	18° 57' 1"	42° 21' 24"	MG
73	1843011	SERRO	18° 35' 34"	43° 24' 45"	MG
74	1843012	RIO VERMELHO	18° 16' 47"	43° 0' 2"	MG
75	1939002	POVOAÇÃO	19° 34' 39"	39° 47' 40"	ES
76	1940000	ITARANA	19° 52' 28"	40° 52' 28"	ES
77	1940001	SÃO JOÃO DE PETRÓPOLIS	19° 48' 19"	40° 40' 44"	ES
78	1940004	LINHARES CAIS DO PORTO	19° 24' 55"	40° 4' 32"	ES
79	1940005	CAVALINHO	19° 41' 32"	40° 23' 53"	ES
80	1940006	COLATINA - CORPO DE BOMBEIROS	19° 31' 51"	40° 37' 23"	ES
81	1940009	PANCAS	19° 13' 13"	40° 51' 12"	ES
82	1940012	ITAIMBÉ	19° 39' 49"	40° 50' 7"	ES
83	1940013	NOVO BRASIL	19° 14' 15"	40° 35' 29"	ES
84	1940014	PEDRA ALEGRE	19° 52' 0"	40° 45' 0"	ES

Tabela C.1 - Estações pluviométricas selecionadas. (continuação)

	Código	Nome	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Estado
85	1940016	BARRA DE SÃO GABRIEL	19° 3' 28"	40° 30' 59"	ES
86	1940019	MASCARENHAS	19° 30' 0"	40° 53' 60"	ES
87	1940020	CALDEIRÃO	19° 57' 18"	40° 44' 30"	ES
88	1940023	RIO BANANAL	19° 16' 27"	40° 19' 15"	ES
89	1940024	SÃO SEBASTIÃO DA TERRA ALTA	19° 25' 60"	40° 23' 60"	ES
90	1940025	SERRARIA (ALTO DO MOACIR)	19° 17' 43"	40° 31' 3"	ES
91	1941000	IPANEMA	19° 47' 56"	41° 42' 22"	MG
92	1941003	BAIXO GUANDU	19° 31' 25"	41° 0' 51"	ES
93	1941004	RESPLENDOR - JUSANTE	19° 20' 35"	41° 14' 46"	MG
94	1941005	BARRA DO CUIETÉ - JUSANTE	19° 3' 42"	41° 31' 58"	MG
95	1941006	ASSARAI - MONTANTE	19° 35' 41"	41° 27' 29"	MG
96	1941007	CACHOEIRA DA NEBLINA	19° 49' 60"	41° 49' 60"	MG
97	1941008	LARANJA DA TERRA	19° 54' 4"	41° 3' 29"	ES
98	1941009	IBITUBA	19° 41' 28"	41° 1' 12"	ES
99	1941010	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	19° 29' 33"	41° 9' 42"	MG
100	1941011	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	19° 40' 42"	41° 50' 10"	MG
101	1941012	ALTO RIO NOVO	19° 3' 33"	41° 1' 39"	ES
102	1941018	ITANHOMI	19° 9' 42"	41° 51' 44"	MG
103	1941019	MUTUM	19° 48' 40"	41° 26' 16"	MG
104	1941021	ALVARENGA	19° 24' 57"	41° 43' 47"	MG
105	1942001	CACHOEIRA ESCURA	19° 22' 60"	42° 22' 0"	MG
106	1942002	BOM JESUS DO GALHO	19° 50' 1"	42° 19' 4"	MG
107	1942005	ANTÔNIO DIAS	19° 38' 60"	42° 52' 0"	MG
108	1942006	VERMELHO VELHO	19° 59' 56"	42° 20' 51"	MG
109	1942007	PONTE DO PERES	19° 53' 60"	42° 34' 60"	MG
110	1942008	DOM CAVATI	19° 22' 25"	42° 6' 18"	MG
111	1942029	MARIO DE CARVALHO	19° 31' 29"	42° 38' 39"	MG
112	1942030	BELO ORIENTE	19° 18' 59"	42° 23' 46"	MG
113	1942031	CACHOEIRA DOS ÓCULOS – MONT.	19° 46' 37"	42° 28' 37"	MG
114	1942032	NAQUE VELHO	19° 11' 19"	42° 25' 22"	MG
115	1943001	RIO PIRACICABA	19° 55' 22"	43° 10' 40"	MG
116	1943002	CONCEIÇÃO DO MATO DENTRO	19° 1' 0"	43° 26' 39"	MG
117	1943003	FERROS	19° 15' 1"	43° 0' 52"	MG
118	1943005	NOVA ERA	19° 46' 0"	43° 2' 60"	MG
119	1943007	SANTA BÁRBARA	19° 56' 43"	43° 24' 4"	MG
120	1943008	SANTA MARIA DO ITABIRA	19° 26' 25"	43° 7' 7"	MG
121	1943017	PICO DO ITABIRA	19° 37' 0"	43° 13' 60"	MG
122	1943025	MORRO DO PILAR	19° 13' 3"	43° 22' 27"	MG
123	1943027	USINA PETI	19° 52' 51"	43° 22' 3"	MG
124	2041008	DORES DO MANHUMIRIM	20° 6' 29"	41° 43' 42"	MG
125	2041009	SANTANA DO MANHUAÇU	20° 7' 0"	41° 55' 0"	MG
126	2041023	AFONSO CLÁUDIO - MONTANTE	20° 4' 43"	41° 7' 17"	ES
127	2041048	FAZENDA VARGEM ALEGRE	20° 10' 14"	41° 57' 40"	MG
128	2042001	JEQUERI	20° 26' 60"	42° 38' 60"	MG

Tabela C.1 - Estações pluviométricas selecionadas. (continuação)

	Código	Nome	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Estado
129	2042002	MANHUAÇU	20° 16' 10"	42° 4' 1"	MG
130	2042008	RAUL SOARES - MONTANTE	20° 6' 13"	42° 26' 24"	MG
131	2042010	ABRE CAMPO	20° 17' 56"	42° 28' 41"	MG
132	2042011	RIO CASCA	20° 12' 53"	42° 39' 8"	MG
133	2042015	SERIQUEITE	20° 43' 34"	42° 55' 2"	MG
134	2042016	SÃO MIGUEL DO ANTA	20° 40' 57"	42° 48' 24"	MG
135	2042017	MATIPÓ	20° 16' 38"	42° 19' 32"	MG
136	2042018	PONTE NOVA - JUSANTE	20° 23' 5"	42° 54' 10"	MG
137	2042031	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	20° 0' 41"	42° 40' 27"	MG
138	2042033	FAZENDA TRÊS MARIAS	20° 1' 0"	42° 34' 0"	MG
139	2043003	PASSAGEM DE MARIANA	20° 22' 60"	43° 25' 60"	MG
140	2043007	VARGEM DO TEJUCAL	20° 19' 60"	43° 32' 60"	MG
141	2043009	ACAIACA - JUSANTE	20° 21' 45"	43° 8' 38"	MG
142	2043010	PIRANGA	20° 41' 26"	43° 17' 58"	MG
143	2043011	FAZENDA PARAÍSO	20° 23' 24"	43° 10' 49"	MG
144	2043014	PORTO FIRME	20° 40' 13"	43° 5' 17"	MG
145	2043017	PONTE SÃO LOURENÇO	20° 46' 0"	43° 34' 0"	MG
146	2043022	COLÉGIO CARAÇA	20° 13' 0"	43° 34' 0"	MG
147	2043025	USINA DA BRECHA	20° 31' 0"	43° 1' 0"	MG
148	2043026	BRAZ PIRES	20° 50' 51"	43° 14' 31"	MG
149	2043027	FAZENDA OCIDENTE	20° 17' 8"	43° 5' 56"	MG
150	2043059	COLÉGIO CARAÇA	20° 5' 49"	43° 29' 17"	MG
151	2143003	DESTERRO DO MELO	21° 8' 57"	43° 31' 12"	MG
152	2143004	ALTO RIO DOCE	21° 1' 60"	43° 25' 0"	MG
153	2141003	CARDOSO MOREIRA	21° 29' 31"	41° 36' 49"	RJ
154	2141004	ITAPERUNA	21° 12' 23"	41° 53' 28"	RJ
155	2142004	FAZENDA UMBÁUBAS	21° 3' 1"	42° 30' 56"	MG
156	2142000	ASTOLFO DUTRA	21° 18' 25"	42° 51' 38"	MG
157	2143000	USINA ITUERÊ	21° 18' 34"	43° 12' 8"	MG
158	2143020	CHAPÉU D'UVAS	21° 35' 39"	43° 30' 19"	MG
159	2044007	ENTRE RIOS DE MINAS	20° 39' 40"	44° 4' 14"	MG
160	2143006	BARROSO	21° 11' 14"	43° 58' 48"	MG
161	2043042	REPRESA DAS CODORNAS (MMV)	20° 9' 53"	43° 53' 31"	MG
162	1943006	SABARÁ	19° 53' 35"	43° 48' 54"	MG
163	1943023	TAQUARAÇU	19° 39' 50"	43° 41' 17"	MG
164	1943004	JABOTICATUBAS	19° 31' 14"	43° 44' 40"	MG
165	1943035	VAU DA LAGOA	19° 13' 8"	43° 35' 17"	MG
166	1843002	GOUVEIA	18° 27' 56"	43° 44' 35"	MG
167	1843003	MENDANHA - MONTANTE	18° 6' 48"	43° 31' 13"	MG
168	1742014	CAPELINHA	17° 41' 30"	42° 31' 34"	MG
169	1741006	LADAINHA (EFBM)	17° 37' 46"	41° 44' 14"	MG
170	1840008	PONTE NOVA (BR-101)	18° 58' 54"	39° 59' 36"	ES
171	1840010	CEDROLÂNDIA	18° 48' 35"	40° 41' 26"	ES
172	1840004	BARRA DE SÃO FRANCISCO	18° 45' 13"	40° 53' 37"	ES

Tabela C.1 - Estações pluviométricas selecionadas. (conclusão)

	Código	Nome	Latitude (sul)	Longitude (Oeste)	Estado
173	1841006	VARGEM GRANDE	18° 40' 52"	41° 11' 48"	MG
174	1741007	PEDRO VERSIANI (EFBM)	17° 52' 49"	41° 18' 53"	MG

APÊNDICE D – Características físicas e climáticas das bacias dos postos fluviométricos

Na Tabela, *A* representa a área de drenagem (Km²), *L* o comprimento do rio principal (m), *Dd* a densidade de drenagem (m/Km²), *S* a declividade (m/Km), *Pm* a precipitação total anual (mm) e *Ps* a precipitação total no semestre mais chuvoso (mm).

Tabela D.1 - Características físicas e climáticas das bacias dos postos fluviométricos.
(continua)

Código	Nome	<i>A</i>	<i>L</i>	<i>Dd</i>	<i>S</i>	<i>Pm</i>	<i>Ps</i>
56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	558	51,9	2,03	10,20	1535	1261
56028000	PIRANGA	1400	86,8	2,02	6,77	1439	1181
56050000	ALTO RIO DOCE	222	38,7	2,06	12,93	1570	1293
56055000	BRÁZ PIRES	1090	63,8	2,03	7,79	1485	1205
56065000	SENADOR FIRMINO	297	25,5	1,87	4,51	1340	1052
56075000	PORTO FIRME	4260	124,7	2,01	4,85	1412	1142
56090000	FAZENDA VARGINHA	328	36,5	1,73	5,81	1254	992
56110000	PONTE NOVA	6230	203,9	1,98	3,67	1372	1108
56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	138	31,8	2,08	19,65	1710	1439
56148000	FURQUIM	305	60,0	1,55	14,20	1567	1307
56240000	FAZENDA PARAÍSO	855	83,4	1,92	9,84	1428	1183
56335000	ACAIACA	1370	96,8	1,98	8,98	1456	1206
56337000	FAZENDA OCIDENTE	529	67,9	2,02	9,18	1646	1366
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	523	40,0	1,34	12,82	1248	966
56400000	JEQUERI	1370	99,8	1,91	8,16	1206	946
56425000	FAZ. CACHOEIRA D'ANTAS	10100	272,8	1,97	3,41	1386	1128
56460000	MATIPÓ	616	40,5	1,89	21,20	1196	965
56485000	RAUL SOARES	1350	63,3	1,91	16,50	1199	970

Tabela D.1 - Características físicas das bacias dos postos fluviométricos. (continuação)

Código	Nome	A	L	Dd	S	Pm	Ps
56500000	ABRE CAMPO	273	37,3	1,84	29,20	1188	978
56520000	VERMELHO VELHO	163	23,0	1,80	21,91	1187	988
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS M.	15900	320,5	1,96	2,95	1329	1077
56565000	BOM JESUS DO GALHO	304	54,4	1,40	12,74	1165	954
56570000	PINGO D'ÁGUA	855	79,4	1,90	10,23	1135	922
56610000	RIO PIRACICABA	1160	75,0	1,99	13,09	1566	1314
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	609	39,0	1,97	22,40	1901	1618
56660000	NOVA ERA	3060	114,8	1,99	9,37	1573	1323
56670000	FAZENDA OLARIA	399	48,5	1,36	11,07	1418	1197
56695000	ACESITA	5270	174,6	1,94	7,85	1484	1237
56720000	CACHOEIRA ESCURA	24200	369,2	1,97	2,58	1350	1101
56765000	DOM JOAQUIM	976	82,5	2,02	9,56	1389	1165
56775000	FERROS	4090	134,7	1,47	6,74	1469	1236
56787000	FAZENDA BARRACA	1260	76,1	1,99	3,38	1417	1204
56800000	SENHORA DO PORTO	1520	76,2	1,93	10,85	1338	1080
56825000	NAQUE VELHO	10200	178,5	1,72	6,57	1399	1156
56845000	FAZENDA CORRENTE	1050	57,4	1,87	4,06	1340	1065
56846000	PORTO SANTA RITA	1970	120,0	1,80	5,57	1331	1082
56850000	GOVERNADOR VALADARES	40500	414,9	1,90	2,51	1344	1105
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	2570	107,0	1,90	11,86	1235	994
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	622	39,1	1,97	12,50	1152	937
56880000	FAZENDA URUPUCA	2670	84,4	2,00	7,83	1140	919
56892000	VILA MATIAS	9770	220,2	1,95	3,28	1205	967
56900000	CAMPANÁRIO	758	48,0	1,90	11,16	1037	771
56915500	JAMPRUCA	1390	76,6	1,91	7,56	1041	781
56920000	TUMIRITINGA	55100	495,0	1,91	2,11	1293	1057
56935000	DOM CAVATI	775	77,3	1,96	11,12	1145	942
56940000	BARRA DO CUIETÉ	3220	179,5	1,95	5,88	1122	906

Tabela D.1 - Características físicas das bacias dos postos fluviométricos. (continuação)

Código	Nome	A	L	Dd	S	Pm	Ps
56948000	RESPLENDOR	61200	580,2	1,92	1,88	1269	1034
56960000	MANHUAÇU	550	42,2	1,41	22,21	1249	973
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	1520	79,5	1,37	13,13	1276	992
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	2060	141,6	1,45	8,02	1265	993
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	2260	127,9	1,93	8,97	1264	994
56978000	Stº ANTÔNIO DO MANHUAÇU	2350	128,0	1,93	5,97	1262	993
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	384	46,6	2,03	42,02	1331	1047
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	335	45,5	1,37	16,69	1116	903
56988500	IPANEMA	1410	90,4	1,97	23,93	1227	984
56989000	MUTUM	1180	63,7	1,99	10,81	1168	900
56989500	ASSARAI	3190	156,0	2,15	14,34	1188	939
56990000	S. SEBASTIÃO DA ENCR.	8720	254,9	1,94	3,84	1175	932
56991000	AFONSO CLÁUDIO	435	41,5	2,00	19,33	1208	932
56991500	LARANJA DA TERRA	1330	73,0	2,00	13,27	1157	905
56992000	BAIXO GUANDU	2130	120,7	1,97	9,08	1088	852
56993000	ITAGUAÇU	481	48,4	1,91	19,20	1155	904
56993551	JUS. CÓRREGO DA PIABA	893	82,6	1,90	12,14	1118	876
56994500	COLATINA	76400	636,1	1,82	1,23	1235	1002
56995000	CACHOEIRA DO OITO	1160	96,7	1,39	6,33	1169	897
56995500	PONTE DO PANCAS	920	79,2	1,91	4,73	1177	905
57040005	VALSUGANA VELHA	88	19,9	2,70	11,11	1684	1140
57170000	CÓRREGO DO GALO	980	77,0	2,06	7,82	1253	909
57190000	MARECHAL FLORIANO	321	43,4	2,11	23,70	1483	1013
57230000	FAZENDA JUCURUABA	1690	104,6	2,07	10,82	1366	953
57250000	MATILDE	206	27,7	2,20	31,95	1653	1140
57300000	PAU D'ALHO	304	45,9	2,02	17,93	1528	1015
57320000	ICONHA MONTANTE	152	18,0	1,82	44,06	1602	1105
57350000	USINA FORTALEZA	205	25,0	2,20	26,72	1370	1005

Tabela D.1 - Características físicas das bacias dos postos fluviométricos. (conclusão)

Código	Nome	A	L	Dd	S	Pm	Ps
57360000	IÚNA	412	27,6	2,07	6,88	1279	977
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	566	42,1	2,06	8,01	1274	972
57400000	ITAICI	1010	54,2	2,05	14,80	1314	987
57420000	IBITIRAMA	337	37,0	2,07	8,80	1487	1136
57450000	RIVE	2180	87,0	2,03	11,79	1379	1041
57460000	PACOTUBA	2720	110,3	1,98	6,65	1384	1038
57476500	FAZENDA LAJINHA	410	35,9	2,13	17,94	1351	998
57490000	CASTELO	972	51,4	2,00	21,37	1329	985
57550000	USINA SÃO MIGUEL	1420	63,1	2,09	17,71	1355	996
57555000	COUTINHO	4510	115,1	2,08	7,90	1386	1028
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	4890	156,0	1,50	5,99	1380	1023
57580000	USINA PAINEIRAS	5170	155,8	2,05	5,19	1371	1010
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	286	32,9	1,36	16,71	1188	841
57650000	FAZENDA CACHETA	478	46,5	2,09	12,31	1197	854
57700000	CAIANA	406	40,1	1,93	45,16	1342	930
57720000	DORES DO RIO PRETO	222	40,0	2,11	43,02	1426	1088
57740000	GUAÇUÍ	408	44,2	2,08	32,39	1472	1117
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	153	24,5	1,62	17,75	1344	1052
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	2720	143,7	1,87	17,20	1359	1026
57880000	MIMOSO DO SUL	365	41,5	2,17	19,73	1324	914
57930000	SANTA CRUZ	3620	160,7	2,09	15,83	1339	998

Legenda: **A** representa a área de drenagem (Km²), **L** o comprimento do rio principal (m), **Dd** a densidade de drenagem (m/Km²), **S** a declividade (m/Km), **Pm** a precipitação total anual (mm) e **P. Semestre Ps** a precipitação total no semestre mais chuvoso (mm).

APÊNDICE E - Momentos-L, quocientes-L amostrais e medidas de discordância referentes a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L utilizando série de 1940 a 2005

Tabela E.1 - Momentos-L, quocientes e medidas de discordância D_i (continua)

	Código	N	$l1$	t	$t3$	$t4$	$t5$	D_i
1	56010000	22	63,420	0,1331	-0,0847	0,0955	0,0072	2,12
2	56028000	60	214,220	0,3374	0,3583	0,1949	0,0761	1,02
3	56050000	21	34,810	0,1919	-0,0225	0,225	0,0729	4,03
4	56055000	57	107,840	0,1724	0,0935	0,097	0,0389	0,68
5	56065000	56	23,900	0,1352	0,1314	0,1382	0,0502	1,26
6	56075000	60	354,430	0,2215	0,3341	0,2435	0,1532	0,85
7	56090000	61	20,070	0,1708	0,1335	0,1543	0,0774	0,45
8	56110000	65	513,100	0,2478	0,3281	0,2239	0,1256	0,45
9	56145000	24	32,230	0,1717	0,1607	0,1963	0,0584	0,55
10	56148000	19	184,900	0,308	0,0248	0,0584	0,0394	3,34
11	56240000	65	158,650	0,2846	0,2846	0,1687	0,0751	0,35
12	56335000	61	218,150	0,2546	0,3313	0,202	0,1007	0,54
13	56337000	64	135,720	0,3604	0,4291	0,2566	0,1141	1,49
14	56385000	33	42,900	0,1591	0,1666	0,2004	0,0946	0,8
15	56400000	24	117,840	0,2237	0,1647	0,1913	0,0651	0,16
16	56425000	21	718,960	0,2244	0,3587	0,2867	0,1335	1,2
17	56460000	29	59,010	0,2365	0,148	0,1553	-0,008	0,14
18	56485000	38	105,370	0,185	0,1319	0,205	0,0645	0,59
19	56500000	51	45,650	0,3512	0,3573	0,2665	0,1283	1,41
20	56520000	57	12,930	0,1663	0,1445	0,1563	0,0433	0,55
21	56539000	28	1026,700	0,2262	0,3074	0,2481	0,1117	0,55
22	56565000	40	17,040	0,1443	0,0197	0,3412	0,1045	7,56
23	56570000	24	91,460	0,2514	0,0372	0,0238	0,045	1,92
24	56610000	54	219,190	0,2317	0,22	0,1969	0,1165	0,03
25	56640000	46	136,480	0,2798	0,1389	0,1096	0,0122	0,81
26	56660000	47	491,450	0,2256	0,159	0,1927	0,1108	0,21
27	56670000	24	69,640	0,2231	0,0174	0,0889	0,0058	1,15
28	56696000	25	610,580	0,2773	0,1857	0,1792	0,1221	0,41
29	56720000	47	2030,790	0,2932	0,4781	0,3534	0,1883	2,12

Tabela E.1 - Momentos-L, quocientes e medidas de discordância D_i (continuação)

	Código	N	$l1$	t	$t3$	$t4$	$t5$	D_i
30	56765000	58	204,110	0,2623	0,251	0,1801	0,0976	0,07
31	56775000	42	767,290	0,2529	0,207	0,1518	0,0726	0,09
32	56787000	36	192,670	0,2751	0,2185	0,2083	0,1706	0,32
33	56800000	57	137,030	0,2176	0,2025	0,1488	0,0193	0,19
34	56825000	27	923,330	0,1893	0,0326	0,0487	-0,0013	1,1
35	56845000	48	60,470	0,219	0,2477	0,1985	0,1005	0,2
36	56846000	27	101,130	0,2197	0,2025	0,1364	0,0168	0,29
37	56850000	33	2566,310	0,2121	0,3178	0,3271	0,2316	1,78
38	56860000	35	154,660	0,2268	0,2404	0,1327	0,0187	0,62
39	56870000	37	60,550	0,3275	0,4284	0,3651	0,2678	2,38
40	56880000	20	129,070	0,2355	0,0887	0,0995	0,0723	0,57
41	56892000	63	437,950	0,2646	0,226	0,1432	0,0608	0,24
42	56900000	61	37,360	0,1765	-0,0688	0,0961	0,0422	2,02
43	56915500	28	68,500	0,2128	0,182	0,1383	0,0866	0,21
44	56920000	29	3033,880	0,2074	0,2792	0,2551	0,2003	0,69
45	56935000	22	118,680	0,3448	0,3918	0,328	0,2177	2,04
46	56940000	21	165,760	0,2358	0,3146	0,238	0,1797	0,45
47	56948000	55	3149,780	0,1951	0,1841	0,1803	0,1234	0,22
48	56960000	39	131,980	0,3718	0,2532	0,1099	0,0421	2,65
49	56967000	24	210,850	0,3462	0,3604	0,1583	0,0612	1,6
50	56974000	26	253,950	0,3369	0,3996	0,2208	0,1182	1,1
51	56976000	25	278,370	0,4063	0,4808	0,3287	0,2238	3,14
52	56978000	31	224,020	0,2694	0,3316	0,2247	0,0948	0,34
53	56983000	45	33,660	0,1062	0,0691	0,1551	0,0366	1,72
54	56986000	21	40,580	0,2107	0,1979	0,1733	0,0391	0,11
55	56988500	64	150,490	0,2225	0,2705	0,178	0,0481	0,44
56	56989000	58	111,130	0,2999	0,3443	0,2011	0,0492	0,55
57	56989500	61	273,580	0,2951	0,4229	0,279	0,1605	1,03
58	56990000	58	513,490	0,2048	0,2577	0,1816	0,0448	0,55
59	56991000	26	67,290	0,2567	0,1179	0,0468	0,0176	1,36
60	56991500	29	119,290	0,2698	0,1485	0,139	0,0743	0,48
61	56992000	53	162,580	0,2302	0,1216	0,111	0,0394	0,32
62	56993000	23	97,700	0,3433	0,3656	0,3592	0,2828	3,13
63	56993551	27	88,730	0,2111	0,1734	0,1528	-0,0024	0,11
64	56994500	63	4278,850	0,2043	0,1665	0,1395	0,0696	0,21

Tabela E.1 - Momentos-L, quocientes e medidas de discordância D_i (conclusão)

	Código	N	<i>l1</i>	<i>t</i>	<i>t3</i>	<i>t4</i>	<i>t5</i>	D_i
65	56995000	21	51,600	0,2989	0,3577	0,2814	0,0829	0,76
66	56995500	32	86,500	0,2369	0,2054	0,2495	0,1461	0,64
67	57040005	30	13,510	0,1719	-0,0969	0,1444	0,0204	3,46
68	57170000	35	67,640	0,2082	0,1638	0,1907	0,1028	0,18
69	57190000	33	28,180	0,2433	0,2423	0,1949	0,1093	0,03
70	57230000	31	122,380	0,1912	0,0301	0,0922	0,0313	0,76
71	57250000	51	24,280	0,2256	0,281	0,1717	0,0684	0,58
72	57300000	32	44,680	0,1919	0,0929	0,1727	0,0815	0,51
73	57320000	31	49,810	0,3288	0,3332	0,2202	0,0527	0,74
74	57350000	36	40,360	0,2373	0,1737	0,1155	0,0829	0,31
75	57360000	42	45,070	0,2703	0,1529	0,1098	0,082	0,59
76	57370000	35	71,270	0,2334	0,2586	0,1367	0,0949	0,69
77	57400000	44	140,240	0,2456	0,2275	0,1297	0,0768	0,4
78	57420000	51	129,010	0,2204	0,1743	0,1178	0,0392	0,33
79	57450000	66	319,160	0,2182	0,2003	0,1197	0,0019	0,5
80	57460000	19	396,380	0,245	0,2635	0,171	0,0613	0,22
81	57476500	21	77,640	0,1629	0,1473	0,2322	0,0581	1,1
82	57490000	66	122,430	0,2086	0,0952	0,1326	0,0011	0,3
83	57550000	35	162,070	0,1967	0,2015	0,1588	0,1042	0,35
84	57555000	32	505,750	0,1763	0,2293	0,102	-0,001	2,1
85	57560000	39	506,060	0,2192	0,1864	0,1445	-0,0153	0,14
86	57580000	34	445,020	0,1398	0,1805	0,0994	0,0123	2,36
87	57630000	38	55,440	0,3741	0,3255	0,2109	0,1258	1,85
88	57650000	16	49,120	0,3561	0,1539	0,0947	0,0389	3,02
89	57700000	63	34,430	0,2453	0,3699	0,286	0,1587	0,98
90	57720000	54	27,810	0,2255	0,317	0,28	0,0532	0,84
91	57740000	64	59,670	0,2508	0,326	0,2486	0,1512	0,42
92	57770000	53	20,030	0,2212	0,1059	0,1504	0,066	0,32
93	57830000	65	282,070	0,2461	0,1791	0,1093	0,0665	0,41
94	57880000	36	54,540	0,2575	0,1585	0,1142	0,0087	0,4
95	57930000	34	269,600	0,1741	0,0617	0,1019	0,0502	0,61

Legenda: *N* - Quantidade de registros, *l1* - Momento-L de primeira ordem, *t* - Coeficiente de variação, *t3* - Quociente-L de ordem 3, *t4* - Quociente-L de ordem 4, *t5* - Quociente-L de ordem 5 e D_i - Medida de discordância.

APÊNDICE F – Definição de grupamentos referente a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L utilizando série de 1940 a 2005

Tabela F.1 - Grupos de postos agrupados e medidas de Heterogeneidade e Discordância.
(continua)

Região	H	N	Estação	D_i
1	-0,21	54	57720000	0,65
		64	57740000	0,34
		63	57700000	0,67
		53	57770000	1,60
		65	57830000	1,03
		34	57930000	1,82
		36	57880000	0,89
2	-0,41	21	57476500	1,89
		31	57230000	1,34
		35	57550000	0,84
		66	57490000	0,44
		33	57190000	1,66
		51	57250000	1,04
		32	57300000	0,57
		39	57560000	0,22
3	0,54	36	57350000	0,32
		42	57360000	1,47
		35	57370000	0,95
		51	57420000	0,93
		44	57400000	0,54
		66	57450000	0,18
		19	57460000	1,89
		32	57555000	1,71
4	0,06	56	56065000	1,25
		61	56090000	1,26
		24	56145000	0,52
		33	56385000	0,64
		57	56055000	1,32

Tabela F.1 - Grupos de postos agrupados e medidas de Heterogeneidade e Discordância. (continuação)

Região	H	N	Estação	D_i
5	1,46	65	56240000	1,30
		61	56335000	1,33
		60	56028000	1,32
		60	56075000	0,80
		65	56110000	0,25
6	1,32	21	56940000	0,99
		31	56978000	0,26
		61	56989500	0,77
		26	56974000	1,02
		38	56485000	1,10
		24	56967000	1,17
		24	56400000	0,84
		29	56460000	0,51
		21	56986000	1,23
		24	56570000	2,11
7	1,36	47	56660000	0,47
		46	56640000	1,11
		54	56610000	1,00
		25	56696000	0,64
		36	56787000	0,93
		42	56775000	1,21
		24	56670000	0,80
		22	56010000	1,85
8	0,68	28	56915500	0,21
		61	56900000	2,04
		20	56880000	1,33
		35	56860000	0,85
		57	56800000	0,15
		48	56845000	1,43
		27	56846000	0,28
		58	56765000	1,71
9	0,65	55	56948000	0,30
		21	56425000	0,60

Tabela F.1 - Grupos de postos agrupados e medidas de Heterogeneidade e Discordância. (conclusão)

Região	H	N	Estação	D_i
9	0,65	28	56539000	0,10
		47	56720000	1,82
		27	56825000	1,47
		33	56850000	1,88
		29	56920000	0,28
		58	56990000	1,62
		63	56994500	0,26
		63	56892000	1,67
10	1,63	58	56989000	1,01
		21	56995000	0,54
		64	56988500	1,64
		29	56991500	0,91
		53	56992000	0,50
		27	56993551	0,51
		32	56995500	1,20
		35	57170000	0,80
		26	56991000	1,59
		22	56935000	1,53
		31	57320000	0,76

Legenda: H – Medida de heterogeneidade, N quantidade de registros e D_i - Medida de discordância.

APÊNDICE G - Momentos-L, quocientes-L amostrais e medidas de discordância referentes a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L considerando a totalidade de dados

Tabela G.1 - Momentos-L amostrais, seus quocientes, e medidas de discordância D_i .
(continua)

	<i>N</i>	Código	<i>I1</i>	<i>t</i>	<i>t3</i>	<i>t4</i>	<i>t5</i>	D_i
1	22	56010000	63,420	0,1331	-0,0847	0,0955	0,0072	2,23
2	66	56028000	209,750	0,3299	0,3636	0,2037	0,0838	0,89
3	22	56050000	35,230	0,1876	-0,0398	0,2178	0,0660	3,93
4	68	56055000	109,830	0,1767	0,0619	0,0961	0,0354	0,65
5	64	56065000	24,440	0,1493	0,1772	0,1476	0,0737	1,46
6	71	56075000	361,630	0,2316	0,3361	0,2489	0,1429	1,06
7	67	56090000	19,640	0,1752	0,1307	0,1466	0,0696	0,50
8	72	56110000	487,400	0,2237	0,2709	0,1787	0,0841	0,51
9	32	56145000	32,900	0,1772	0,2033	0,1602	0,0354	0,87
10	21	56148000	180,220	0,3151	0,0237	0,0526	0,0510	4,19
11	83	56240000	164,210	0,2968	0,2855	0,1422	0,0577	0,65
12	64	56335000	217,680	0,2524	0,3282	0,1961	0,0975	0,66
13	72	56337000	132,720	0,3587	0,4292	0,2450	0,1083	1,55
14	39	56385000	44,070	0,1720	0,2090	0,2145	0,0893	1,12
15	25	56400000	119,570	0,2215	0,1460	0,1751	0,0586	0,16
16	30	56425000	721,910	0,2328	0,3354	0,2602	0,1067	1,09
17	36	56460000	60,690	0,2194	0,1202	0,1473	-0,0107	0,19
18	38	56485000	105,370	0,1850	0,1319	0,2050	0,0645	0,72
19	58	56500000	44,480	0,3416	0,3396	0,2704	0,1481	1,32
20	59	56520000	13,250	0,1774	0,1890	0,1899	0,0808	0,74
21	36	56539000	1052,770	0,2436	0,3154	0,1883	0,0566	0,67
22	40	56565000	17,040	0,1443	0,0197	0,3412	0,1045	7,42
23	32	56570000	91,050	0,2724	0,1312	0,1150	0,0812	0,72
24	75	56610000	214,230	0,2570	0,1747	0,1509	0,0892	0,13
25	53	56640000	132,260	0,2865	0,1407	0,0964	0,0231	1,08
26	48	56660000	492,510	0,2225	0,1515	0,1961	0,1154	0,30
27	24	56670000	69,640	0,2231	0,0174	0,0889	0,0058	1,20
28	31	56696000	583,930	0,2663	0,2013	0,1898	0,1215	0,17

Tabela G.1 - Momentos-L amostrais, seus quocientes, e medidas de discordância D_i
(continuação)

	<i>N</i>	Código	<i>l1</i>	<i>t</i>	<i>t3</i>	<i>t4</i>	<i>t5</i>	D_i
29	56	56719998	1996,730	0,2934	0,4533	0,3324	0,1635	2,18
30	67	56765000	204,790	0,2797	0,2204	0,1478	0,0660	0,26
31	43	56775000	767,570	0,2494	0,2025	0,1576	0,0784	0,03
32	44	56787000	192,990	0,2711	0,1670	0,1882	0,1612	0,49
33	64	56800000	134,720	0,2144	0,1973	0,1583	0,0354	0,16
34	40	56825000	1031,190	0,2338	0,1741	0,1868	0,0925	0,11
35	58	56845000	60,890	0,2145	0,2304	0,1803	0,0860	0,29
36	36	56846000	112,630	0,2273	0,1625	0,0752	-0,0226	0,80
37	42	56850000	2658,880	0,2209	0,2726	0,2686	0,1552	0,99
38	41	56860000	150,470	0,2391	0,2003	0,1280	0,0030	0,21
39	45	56870000	57,900	0,3381	0,4199	0,3367	0,2418	2,11
40	20	56880000	129,070	0,2355	0,0887	0,0995	0,0723	0,57
41	64	56892000	435,220	0,2650	0,2317	0,1427	0,0604	0,21
42	70	56900000	36,430	0,1881	-0,0620	0,0815	0,0402	2,00
43	32	56915500	68,120	0,2164	0,1083	0,1478	0,0756	0,26
44	37	56920000	3086,090	0,2291	0,2401	0,1888	0,1091	0,16
45	31	56935000	114,790	0,3088	0,3604	0,3110	0,2060	1,41
46	21	56940000	165,760	0,2358	0,3146	0,2380	0,1797	0,71
47	56	56948000	3161,260	0,1935	0,1750	0,1778	0,1240	0,34
48	42	56960000	149,890	0,4002	0,2983	0,1504	0,0916	3,33
49	24	56967000	210,850	0,3462	0,3604	0,1583	0,0612	1,56
50	27	56974000	265,770	0,3461	0,3882	0,1967	0,0955	1,32
51	32	56976000	272,960	0,3783	0,4249	0,3005	0,2387	2,24
52	39	56978000	235,850	0,2634	0,2660	0,1458	0,0536	0,37
53	54	56983000	34,290	0,1095	0,0533	0,1008	0,0045	1,96
54	21	56986000	40,580	0,2107	0,1979	0,1733	0,0391	0,18
55	73	56988500	159,210	0,2328	0,2501	0,1226	-0,0010	0,74
56	59	56989000	110,640	0,2979	0,3485	0,2075	0,0502	0,55
57	62	56989500	273,440	0,2926	0,4195	0,2806	0,1639	1,31
58	67	56990000	520,470	0,2198	0,2320	0,1690	0,0457	0,26
59	26	56991000	67,290	0,2567	0,1179	0,0468	0,0176	1,37
60	38	56991500	146,330	0,3584	0,3885	0,2954	0,1992	1,81
61	59	56992000	165,580	0,2320	0,0935	0,1026	0,0384	0,49

Tabela G.1 - Momentos-L amostrais, seus quocientes, e medidas de discordância D_i .
(conclusão)

	N	Código	<i>l1</i>	<i>t</i>	<i>t3</i>	<i>t4</i>	<i>t5</i>	D_i
62	23	56993000	97,700	0,3433	0,3556	0,3592	0,2828	3,19
63	35	56993551	100,270	0,2636	0,2291	0,1832	0,0793	0,04
64	64	56994500	4269,290	0,2030	0,1697	0,1436	0,0685	0,23
65	21	56995000	51,600	0,2989	0,3577	0,2814	0,0829	0,90
66	39	56995500	85,930	0,2322	0,1526	0,2275	0,1298	0,74
67	38	57040005	15,020	0,1945	0,0714	0,2446	0,1068	2,18
68	44	57170000	71,920	0,2278	0,2123	0,1823	0,0757	0,07
69	33	57190000	28,180	0,2433	0,2423	0,1949	0,1093	0,07
70	39	57230000	127,920	0,1948	0,0115	0,0802	0,0220	1,00
71	59	57250000	24,200	0,2174	0,2469	0,1697	0,0777	0,42
72	32	57300000	44,680	0,1919	0,0929	0,1727	0,0815	0,55
73	38	57320000	55,850	0,3290	0,2901	0,1699	0,0374	0,86
74	46	57350000	40,410	0,2465	0,1804	0,1327	0,0622	0,13
75	52	57360000	48,810	0,2650	0,1486	0,1414	0,0876	0,38
76	45	57370000	78,610	0,2477	0,2647	0,1582	0,0978	0,31
77	54	57400000	148,780	0,2440	0,2034	0,1129	0,0452	0,39
78	61	57420000	128,260	0,2077	0,1748	0,1286	0,0390	0,30
79	80	57450000	331,960	0,2268	0,1611	0,0667	-0,0141	0,96
80	24	57460000	415,500	0,2313	0,1829	0,1091	0,0480	0,37
81	31	57476500	73,460	0,1834	0,0332	0,1971	0,0562	1,66
82	78	57490000	131,180	0,2192	0,1235	0,1448	0,0389	0,17
83	45	57550000	172,930	0,1986	0,1809	0,1513	0,0804	0,31
84	37	57555000	542,000	0,1863	0,1577	0,0246	-0,0179	2,49
85	43	57560000	528,940	0,2331	0,1992	0,1288	-0,0013	0,22
86	43	57580000	458,060	0,1460	0,1312	0,0556	-0,0050	2,26
87	42	57630000	54,110	0,3610	0,3357	0,2323	0,1286	1,49
88	25	57650000	57,820	0,2953	0,0366	0,0779	0,0134	2,90
89	68	57700000	35,210	0,2419	0,3364	0,2543	0,1428	0,90
90	62	57720000	29,460	0,2270	0,2526	0,1836	0,0136	0,27
91	75	57740000	66,240	0,2746	0,3205	0,1943	0,0724	0,40
92	58	57770000	20,890	0,2226	0,0937	0,1323	0,0474	0,36
93	83	57830000	295,020	0,2530	0,1992	0,1223	0,0589	0,26
94	40	57880000	52,420	0,2716	0,1461	0,1161	0,0199	0,59
95	39	57930000	268,640	0,1748	0,0715	0,0823	0,0396	0,76

Legenda: N - Quantidade de registros, $l1$ - Momento-L de primeira ordem, t - Coeficiente de variação, $t3$ - Quociente-L de ordem 3, $t4$ - Quociente-L de ordem 4, $t5$ - Quociente-L de ordem 5 e D_i - Medida de discordância.

APÊNDICE H – Definição de grupamentos referente a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L considerando a totalidade de dados

Tabela H.1 - Grupo de postos e medidas de Heterogeneidade e Discordância. (continua)

Região	H	N	Estação	D_i
1	1,38	62	57720000	0.29
		68	57700000	1.31
		75	57740000	0.77
		58	57770000	1.31
		83	57830000	0.62
		39	57930000	1.61
		40	57880000	1.08
2	0,93	31	57476500	0.87
		39	57230000	1.98
		78	57490000	0.37
		45	57550000	0.24
		33	57190000	0.97
		59	57250000	0.76
		32	57300000	0.17
		43	57560000	0.80
		38	57040005	1.37
		43	57580000	2.46
3	0,86	46	57350000	0.20
		52	57360000	1.45
		45	57370000	1.83
		54	57400000	0.35
		61	57420000	1.99
		80	57450000	0.63
		24	57460000	0.00
		37	57555000	1.56
4	-0,57	64	56065000	1.33
		67	56090000	0.17
		32	56145000	1.32
		39	56385000	1.17
		68	56055000	1.01

Tabela H.1 - Grupo de postos e medidas de Heterogeneidade e Discordância.
(continuação)

Região	H	N	Estação	D_i
5	2,2	83	56240000	0.85
		64	56335000	1.32
		66	56028000	1.04
		71	56075000	1.05
		72	56110000	0.73
6	1,85	21	56940000	0.80
		39	56978000	1.48
		62	56989500	1.66
		27	56974000	0.99
		38	56485000	0.98
		24	56967000	1.05
		25	56400000	0.46
		36	56460000	0.45
		21	56986000	0.81
		32	56570000	1.32
7	1,65	48	56660000	0.72
		53	56640000	1.31
		75	56610000	0.26
		31	56696000	0.39
		44	56787000	1.31
7	1,65	43	56775000	1.31
		24	56670000	0.83
		22	56010000	1.87
8	1,59	32	56915500	0.46
		70	56900000	1.73
		20	56880000	0.40
		41	56860000	0.22
		64	56800000	0.53
		58	56845000	1.08
		36	56846000	1.79
		67	56765000	1.80
		56	56948000	0.74
9	0,54	30	56425000	0.66
		36	56539000	1.20

Tabela H.1 - Grupo de postos e medidas de Heterogeneidade e Discordância.
(conclusão)

Região	<i>H</i>	<i>N</i>	Estação	<i>D_i</i>
9	0,54	56	56719998	2.09
		40	56825000	1.59
		42	56850000	1.06
		37	56920000	0.03
		67	56990000	0.32
		64	56994500	0.54
		64	56892000	1.77
10	1,93	59	56989000	0.69
		21	56995000	0.51
		73	56988500	1.73
		38	56991500	1.34
		59	56992000	0.99
		35	56993551	0.03
		39	56995500	1.73
		44	57170000	0.65
		26	56991000	1.48
		31	56935000	0.74
		38	57320000	1.10

Legenda: *H* – Medida de heterogeneidade, *N* quantidade de registros e *D_i* - Medida de discordância.

APÊNDICE I – Resultados dos preenchimentos de falhas em postos fluviométricos

Tabela I.1 - Estações fluviométricas com preenchimento de dados. (continua)

Estação com falhas	Estação correlacionada	R^2	Período de preenchimento
Santana do Manhuaçu	Cachoeira da Neblina	0,923	1940-1941
Manhuaçu	Fazenda Bragança	0,877	1984-1987, 1990-1996 e 1999-2005
Cachoeiro do Itapemirim	Coutinho	0,939	1978-1990, 1993-1997 e 2000-2005
Cachoeira dos Óculos Montante	Fazenda Cachoeira D'antas	0,877	1940-1974 e 1981
Santa Cruz	Ponte do Itabapoana	0,922	1940-1971 e 1976
Terra Corrida Montante	Itaici	0,904	1962-1968, 1991 e 1996
Nova Era	Acesita	0,944	1975-1988 e 1993-1994
Fazenda Jucuruaba	Marechal Floriano	0,76	1951-1961, 1968-1971 e 1990
Usina São Miguel	Cachoeiro do Itapemirim	0,815	1940-1968
Marechal Floriano	Fazenda Jucuruaba	0,76	1976 e 1992-2005
Pacotuba	Rive	0,881	1940-1984, 1991 e 1993
Governador Valadares	Resplendor	0,935	1940-1943 e 1945-1969
Tumitiringa	Resplendor	0,954	1940-1943, 1945-1972 e 2004
Acaiaca	Fazenda Paraíso	0,819	1940-1941 e 1992
Porto Firme	Ponte Nova	0,842	1951, 1979, 1990-1991 e 1996
Fazenda Paraíso	Acaiaca	0,819	2002
Usina Paineiras	Pacotuba	0,872	1940-1971

Tabela I.1 - Estações fluviométricas com preenchimento de dados. (conclusão)

Estação com falhas	Estação correlacionada	R²	Período de preenchimento
Fazenda Bragança	Manhuaçu	0,877	1940-1960 e 1964-1972
Resplendor	Tumitiringa	0,954	1983-1988 e 1990
Ponte do Itabapoana	Santa Cruz	0,922	1983
Laranja da Terra	Baixo Guandu	0,777	1942-1957, 1965, 1967, 1971, 1977-1981 e 1994
Cachoeira Escura	Governador Valadares	0,813	1941-1943, 1945-1947, 1949-1952, 1959-1961, 1987, 1994, 1996 e 2002
Piranga	Porto Firme	0,779	1949, 1956-1957, 1962 e 1990
Santo Antônio do Manhuaçu	Fazenda Bragança	0,837	1940-1960, 1964-1965, 1978, 1982-1983, 1990, 1992-1993 e 1996
Fazenda Cachoeira D'antas	Governador Valadares	0,914	1940-1943, 1945-1978, 1980-1981 e 1990
Colatina	Cachoeira dos Óculos Montante	0,723	1943, 1978, 1980-1985, 1987 e 1990
Baixo Guandu	Laranja da Terra	0,777	1988
Iúna	Cachoeira da Neblina	0,792	1977, 1980-1981, 1988-1992, 1994-1995
Coutinho	Cachoeiro do Itapemirim	0,939	1949-1969
Acesita	Nova Era	0,944	1940-1972, 1990, 1992

APÊNDICE J – Precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes as bacias hidrográficas das estações fluviométricas analisadas

Tabela J.1 - Precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes as bacias hidrográficas das estações fluviométricas analisadas. (continua)

Código	Nome	Total anual (mm)	Semestre mais chuvoso (mm)
56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	1535	1261
56028000	PIRANGA	1439	1181
56050000	ALTO RIO DOCE	1570	1293
56055000	BRÁZ PIRES	1485	1205
56065000	SENADOR FIRMINO	1340	1052
56075000	PORTO FIRME	1412	1142
56090000	FAZENDA VARGINHA	1254	992
56110000	PONTE NOVA	1372	1108
56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	1710	1439
56148000	FURQUIM	1567	1307
56240000	FAZENDA PARAÍSO	1428	1183
56335000	ACAIACA	1456	1206
56337000	FAZENDA OCIDENTE	1646	1366
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	1248	966
56400000	JEQUERI	1206	946
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	1386	1128
56460000	MATIPÓ	1196	965
56485000	RAUL SOARES	1199	970
56500000	ABRE CAMPO	1188	978
56520000	VERMELHO VELHO	1187	988
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	1329	1077
56565000	BOM JESUS DO GALHO	1165	954
56570000	PINGO D'ÁGUA	1135	922
56610000	RIO PIRACICABA	1566	1314
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	1901	1618
56660000	NOVA ERA	1573	1323
56670000	FAZENDA OLARIA	1418	1197

Tabela J.1 - Precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes as bacias hidrográficas das estações fluviométricas analisadas.
(continuação)

Estação com falhas	Estação correlacionada	R²	Período de preenchimento
56695000	ACESITA	1484	1237
56720000	CACHOEIRA ESCURA	1350	1101
56765000	DOM JOAQUIM	1389	1165
56775000	FERROS	1469	1236
56787000	FAZENDA BARRACA	1417	1204
56800000	SENHORA DO PORTO	1338	1080
56825000	NAQUE VELHO	1399	1156
56845000	FAZENDA CORRENTE	1340	1065
56846000	PORTO SANTA RITA	1331	1082
56850000	GOVERNADOR VALADARES	1344	1105
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	1235	994
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	1152	937
56880000	FAZENDA URUPUCA	1140	919
56892000	VILA MATIAS	1205	967
56900000	CAMPANÁRIO	1037	771
56915500	JAMPRUCA	1041	781
56920000	TUMIRITINGA	1293	1057
56935000	DOM CAVATI	1145	942
56940000	BARRA DO CUIETÉ	1122	906
56948000	RESPLENDOR	1269	1034
56960000	MANHUAÇU	1249	973
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	1276	992
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	1265	993
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	1264	994
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	1262	993
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	1331	1047
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	1116	903
56988500	IPANEMA	1227	984
56989000	MUTUM	1168	900
56989500	ASSARAI	1188	939

Tabela J.1 - Precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes as bacias hidrográficas das estações fluviométricas analisadas.

(continuação)

Estação com falhas	Estação correlacionada	R²	Período de preenchimento
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	1175	932
56991000	AFONSO CLAÚDIO	1208	932
56991500	LARANJA DA TERRA	1157	905
56992000	BAIXO GUANDU	1088	852
56993000	ITAGUAÇU	1155	904
56993551	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	1118	876
56994500	COLATINA	1235	1002
56995000	CACHOEIRA DO OITO	1169	897
56995500	PONTE DO PANCAS	1177	905
57040005	VALSUGANA VELHA	1684	1140
57170000	CÓRREGO DO GALO	1253	909
57190000	MARECHAL FLORIANO	1483	1013
57230000	FAZENDA JUCURUABA	1366	953
57250000	MATILDE	1653	1140
57300000	PAU D'ALHO	1528	1015
57320000	ICONHA MONTANTE	1602	1105
57350000	USINA FORTALEZA	1370	1005
57360000	IÚNA	1279	977
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	1274	972
57400000	ITAICI	1314	987
57420000	IBITIRAMA	1487	1136
57450000	RIVE	1379	1041
57460000	PACOTUBA	1384	1038
57476500	FAZENDA LAJINHA	1351	998
57490000	CASTELO	1329	985
57550000	USINA SÃO MIGUEL	1355	996
57555000	COUTINHO	1386	1028
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	1380	1023
57580000	USINA PAINEIRAS	1371	1010
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	1188	841

Tabela J.1 - Precipitações totais anuais e do semestre mais chuvoso referentes as bacias hidrográficas das estações fluviométricas analisadas.
(conclusão)

Código	Nome	Total anual (mm)	Semestre mais chuvoso (mm)
57650000	FAZENDA CACHETA	1197	854
57700000	CAIANA	1342	930
57720000	DORES DO RIO PRETO	1426	1088
57740000	GUAÇUÍ	1472	1117
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	1344	1052
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	1359	1026
57880000	MIMOSO DO SUL	1324	914
57930000	SANTA CRUZ	1339	998

APÊNDICE K - Definição de regiões homogêneas para os métodos de Regressão Múltipla Direta e da Curva Adimensional

Tabela K.1 - Regiões homogêneas e valores de resíduos padronizados (r.p), erros percentuais (%dr) e vazões médias máximas (m³/s) observadas (Q₀) e estimadas (Q_e) por um modelo de regressão, para cada estação. (continua)

Região	Nome	Q ₀	Q _e	r.p.	%dr
1	MANHUAÇU	122,04	98,05	1,29	19,66
	DOM CAVATI	125,61	101,92	1,23	18,86
	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	513,49	452,12	0,75	11,95
	ASSARAI	273,58	247,66	0,59	9,47
	MUTUM	111,13	103,40	0,43	6,95
	TUMIRITINGA	3013,72	2970,95	0,08	1,42
	CACHOEIRA DA NEBLINA	253,95	255,78	-0,04	-0,72
	SANTANA DE MANHUAÇU	203,62	209,37	-0,16	-2,82
	Stº ANTÔNIO DO MANHUAÇU	248,46	278,28	-0,67	-12,00
	FAZENDA BOA ESPERANÇA	40,58	47,05	-0,87	-15,95
	BARRA DO CUIETÉ	165,76	204,04	-1,23	-23,09
	IPANEMA	150,49	190,72	-1,40	-26,73
2	FAZENDA PARAÍSO	159,75	120,60	1,42	24,50
	PIRANGA	217,23	180,74	0,93	16,80
	ACAIACA	221,69	184,72	0,92	16,68
	NOVA ERA	498,83	427,90	0,77	14,22
	RIO PIRACICABA	218,54	189,41	0,72	13,33
	FAZENDA OLARIA	69,64	65,67	0,30	5,70
	JEQUERI	117,84	116,56	0,06	1,09
	PONTE NOVA	513,10	550,32	-0,35	-7,25
	ACESITA	542,18	590,49	-0,43	-8,91
	SÃO CAETANO DE MARIANA	32,23	38,70	-0,92	-20,07
	CARRAPATO (BRUMAL)	136,48	164,96	-0,96	-20,87
	FAZ. CACHOEIRA D'ANTAS	665,92	848,89	-1,22	-27,48
	SÃO MIGUEL DO ANTA	42,90	54,70	-1,22	-27,49
3	ATÍLIO VIVACQUA	50,20	42,89	1,15	14,56
	IBITIRAMA	129,01	110,45	1,13	14,38

Tabela K.1 - Regiões homogêneas e valores de resíduos padronizados (r.p), erros percentuais (%dr) e vazões médias máximas (m³/s) observadas (Q₀) e estimadas (Q_e) por um modelo de regressão, para cada estação. (continuação)

Região	Nome	Q ₀	Q _e	r.p.	%dr
3	COUTINHO	476,51	409,59	1,10	14,04
	RIVE	319,16	287,12	0,77	10,04
	ITAICI	140,24	129,73	0,57	7,49
	FAZENDA LAJINHA	77,64	75,37	0,22	2,92
	CASTELO	122,43	120,03	0,14	1,95
	USINA SÃO MIGUEL	156,74	163,90	-0,33	-4,57
	IÚNA	46,19	49,67	-0,53	-7,54
	PACOTUBA	364,37	396,03	-0,61	-8,69
	USINA FORTALEZA	40,36	46,59	-1,04	-15,43
	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	530,04	615,84	-1,09	-16,19
	TERRA CORRIDA MONTANTE	71,68	87,79	-1,48	-22,48
4	SANTA MARIA DO SUAÇUI	60,55	52,71	1,19	12,96
	SÃO PEDRO DO SUAÇUI	154,66	137,97	0,98	10,79
	SENHORA DO PORTO	137,03	124,56	0,82	9,10
	VILA MATIAS	437,95	409,65	0,57	6,46
	CAMPANÁRIO	37,36	38,66	-0,29	-3,47
	JAMPRUCA	68,50	71,65	-0,39	-4,59
	FAZENDA CORRENTE	60,47	63,66	-0,44	-5,29
	PORTO SANTA RITA	101,13	107,12	-0,49	-5,92
	DOM JOAQUIM	204,11	225,45	-0,85	-10,46
	FAZENDA URUPUCA	129,07	146,65	-1,10	-13,62
5	ITAGUAÇU - JUSANTE	97,70	75,30	1,24	22,93
	COLATINA	4156,26	3320,20	1,07	20,12
	BAIXO GUANDU	161,98	152,81	0,28	5,66
	PONTE DO PANCAS	86,50	84,48	0,11	2,34
	VALSUGANA VELHA	13,51	13,35	0,06	1,18
	AFONSO CLÁUDIO	67,29	68,97	-0,12	-2,49
	CACHOEIRA DO OITO	51,60	54,27	-0,24	-5,17
	JUSANTE CÔRREGO DA PIABA	88,73	96,84	-0,42	-9,14
	RESPLENDOR	3147,77	3779,74	-0,87	-20,08
	LARANJA DA TERRA	115,31	145,62	-1,11	-26,29
6	GUAÇUI	59,67	47,98	1,10	19,59

Tabela K.1 - Regiões homogêneas e valores de resíduos padronizados (r.p), erros percentuais (%dr) e vazões médias máximas (m³/s) observadas (Q₀) e estimadas (Q_e) por um modelo de regressão, para cada estação. (conclusão)

Região	Nome	Q ₀	Q _e	r.p.	%dr
6	PONTE DO ITABAPOANA	282,00	250,13	0,60	11,30
	MIMOSO DO SUL	54,54	49,71	0,47	8,86
	DORES DO RIO PRETO	27,81	27,69	0,02	0,42
	SANTA CRUZ	271,09	319,82	-0,83	-17,98
	CAIANA	34,43	44,01	-1,23	-27,82
7	FAZENDA CACHETA	49,12	39,43	1,05	19,73
	USINA PAINEIRAS	432,22	391,83	0,47	9,35
	MATILDE	24,28	22,05	0,46	9,21
	PAU D'ALHO	44,68	41,81	0,32	6,44
	ICONHA MONTANTE	49,81	49,22	0,06	1,17
	FAZENDA JUCURUABA	130,56	136,35	-0,21	-4,44
	CÓRREGO DO GALO	67,64	83,32	-1,00	-23,19
	MARECHAL FLORIANO	26,88	34,20	-1,15	-27,23
8	FERROS	767,29	623,55	1,19	18,73
	PINGO D'ÁGUA	91,46	81,99	0,63	10,35
	CACHOEIRA ESCURA	2008,43	1838,55	0,51	8,46
	GOVERNADOR VALADARES	2595,32	2462,67	0,30	5,11
	MATIPÓ	59,01	58,93	0,01	0,13
	NAQUE VELHO	923,33	932,91	-0,06	-1,04
	RAUL SOARES	105,37	110,72	-0,28	-5,07
	FAZENDA BARRACA	193,43	225,83	-0,89	-16,75
	CACHOEIRA DOS ÓCULOS M.	1026,70	1310,72	-1,40	-27,66
9	ALTO RIO DOCE	34,81	31,95	0,95	8,21
	PORTO FIRME	373,48	353,61	0,61	5,32
	FAZENDA VARGINHA	20,07	19,29	0,44	3,86
	PONTE DO SAO LOURENCO	63,42	65,29	-0,32	-2,94
	SENADOR FIRMINO	23,90	25,60	-0,77	-7,13
	BRÁZ PIRES	107,84	117,03	-0,91	-8,52

APÊNDICE L – Distribuições apresentando 20% de significância pelo teste de Komolgorov-Smirnov e seus respectivos valores de C.V.

Tabela L.1 - Valores de C.V. para distribuições com significância a 20%, segundo teste Komolgorov-Smirnov. (continua)

Região	Estação	L- Normal 2	L- Normal 3	Gumbel	Pearson 3	Weibull
1	MANHUAÇU	14,96	-	-	-	11,70
	DOM CAVATI	14,84	-	-	-	18,74
	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	6,67	-	-	-	6,62
	ASSARAI	16,60	-	-	-	17,54
	MUTUM	9,71	-	-	-	10,43
	TUMIRITINGA	6,11	-	-	-	7,22
	CACHOEIRA DA NEBLINA	20,00	-	-	-	22,28
	SANTANA DE MANHUAÇU	15,33	-	-	-	16,93
	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	5,24	-	-	-	5,34
	FAZENDA BOA ESPERANÇA	4,13	-	-	-	6,05
	BARRA DO CUIETÉ	16,93	-	-	-	18,65
2	IPANEMA	6,50	-	-	-	6,41
	PIRANGA	9,44	10,79	-	-	10,10
	FAZENDA PARAÍSO	5,62	6,71	-	-	7,05
	NOVA ERA	7,03	7,19	-	-	8,93
	ACAIACA	7,13	6,74	-	-	7,46
	RIO PIRACICABA	7,19	7,09	-	-	8,80
	JEQUERI	5,03	5,09	-	-	6,91
	PONTE NOVA	9,56	7,51	-	-	9,55
	CARRAPATO (BRUMAL)	10,19	7,27	-	-	7,00
	SÃO MIGUEL DO ANTA	4,60	4,52	-	-	5,48
	ACESITA	8,28	8,25	-	-	10,26
3	SÃO CAETANO DE MARIANA	5,46	5,63	-	-	6,23
	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	9,11	6,66	-	-	9,06
	FAZENDA OLARIA	11,24	6,71	-	-	6,67
	ATÍLIO VIVACQUA	9,42	8,86	10,44	6,81	9,38

Tabela L.1 - Distribuições com significância a 20%, segundo teste Komolgorov-Smirnov.
(continuação)

Região	Estação	L- Normal 2	L- Normal 3	Gumbel	Pearson 3	Weibull
3	IBITIRAMA	6,05	5,98	7,01	5,70	5,76
	COUTINHO	6,59	6,18	7,69	6,23	5,76
	RIVE	5,83	5,79	6,65	5,55	5,18
	ITAICI	5,81	6,40	7,48	5,36	6,14
	FAZENDA LAJINHA	5,19	5,41	6,72	5,28	6,59
	CASTELO	6,30	3,54	7,10	3,58	4,03
	USINA SÃO MIGUEL	4,61	4,66	5,35	4,38	5,15
	IÚNA	6,72	4,67	6,78	4,47	4,92
	PACOTUBA	5,15	5,14	5,90	4,74	4,74
	USINA FORTALEZA	5,83	6,10	7,17	5,44	7,01
	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	7,24	6,72	8,19	6,79	6,22
	TERRA CORRIDA MONTANTE	6,86	7,51	8,98	6,07	7,77
4	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	-	24,99	39,54	-	34,38
	SENHORA DO PORTO	-	5,54	6,35	-	5,15
	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	-	7,52	8,75	-	6,86
	VILA MATIAS	-	5,25	6,08	-	5,57
	JAMPRUCA	-	5,33	6,72	-	5,68
	PORTO SANTA RITA	-	8,34	10,17	-	7,91
	CAMPANÁRIO	-	5,90	10,86	-	3,21
	DOM JOAQUIM	-	6,84	8,73	-	7,94
	FAZENDA URUPUCA	-	6,98	11,06	-	7,18
	FAZENDA CORRENTE	-	5,44	7,39	-	7,42
5	PONTE DO PANCAS	11,33	11,01	-	-	14,36
	ITAGUAÇU - JUSANTE	40,38	40,58	-	-	52,40
	COLATINA	3,72	3,83	-	-	4,49
	BAIXO GUANDU	6,05	4,42	-	-	4,39
	AFONSO CLAÚDIO	10,54	8,18	-	-	7,58
	VALSUGANA VELHA	10,54	9,64	-	-	4,77
	CACHOEIRA DO OITO	15,14	16,29	-	-	17,86
	LARANJA DA TERRA	6,71	5,12	-	-	5,21
	RESPLENDOR	5,49	4,95	-	-	6,65
	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	6,39	6,36	-	-	6,87
6	GUAÇUÍ	-	-	-	-	10,10

Tabela L.1 - Distribuições com significância a 20%, segundo teste Komolgorov-Smirnov.
(conclusão)

Região	Estação	L- Normal 2	L- Normal 3	Gumbel	Pearson 3	Weibull
6	PONTE DO ITABAPOANA	-	-	-	-	4,49
	MIMOSO DO SUL	-	-	-	-	8,04
	DORES DO RIO PRETO	-	-	-	-	10,82
	SANTA CRUZ	-	-	-	-	2,27
	CAIANA	-	-	-	-	12,56
7	MATILDE	5,91	5,71	-	4,20	6,38
	USINA PAINEIRAS	3,58	3,51	-	3,59	3,11
	ICONHA MONTANTE	18,40	19,23	-	18,34	18,69
	PAU D'ALHO	5,34	5,01	-	4,81	5,93
	FAZENDA CACHETA	16,38	10,82	-	10,64	11,73
	FAZENDA JUCURUABA	6,53	6,42	-	6,55	7,70
	MARECHAL FLORIANO	7,89	7,54	-	8,35	10,27
	CÓRREGO DO GALO	5,42	5,68	-	5,52	7,38
8	PINGO D'ÁGUA	13,58	9,35	-	-	8,82
	FERROS	6,26	6,58	-	-	7,09
	CACHOEIRA ESCURA	16,93	13,97	-	-	17,21
	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	10,77	10,62	-	-	11,31
	GOVERNADOR VALADARES	10,26	7,89	-	-	10,64
	MATIPÓ	10,26	8,98	-	-	9,44
	NAQUE VELHO	8,93	6,37	-	-	5,67
	RAUL SOARES	4,87	5,01	-	-	5,94
	FAZENDA BARRACA	12,14	12,25	-	-	15,67
9	ALTO RIO DOCE	9,89	7,38	12,04	-	7,87
	PORTO FIRME	9,53	7,43	12,62	-	8,68
	FAZENDA VARGINHA	4,23	4,33	4,69	-	5,60
	PONTE DO SAO LOURENCO	7,54	7,33	10,47	-	4,57
	SENADOR FIRMINO	2,23	2,33	3,45	-	2,32
	BRÁZ PIRES	4,77	3,96	6,46	-	3,17

APÊNDICE M - Definição de grupamentos referente a aplicação do método Index-Flood/Momentos-L variando o método de definição de regiões homogêneas

Tabela M.1 - Regiões homogêneas e medidas de Heterogeneidade e Discordância.
(continua)

Região	H	N	Estação	D_i
1	2,53	39	56960000	2.63
		22	56935000	2.81
		58	56990000	0.68
		61	56989500	1.06
		58	56989000	0.17
		29	56920000	0.81
		26	56974000	0.70
		24	56967000	1.10
		31	56978000	0.05
		21	56986000	1.24
		21	56940000	0.25
		64	56988500	0.51
2	2,64	65	56240000	0.75
		60	56028000	1.57
		61	56335000	1.19
		47	56660000	0.71
		54	56610000	0.04
		24	56670000	1.70
		24	56400000	0.47
		65	56110000	0.51
		25	56696000	1.31
		24	56145000	0.82
		46	56640000	1.05
		21	56425000	1.62
3	5,01	33	56385000	1.26
		38	57630000	3.26
		51	57420000	0.21
		32	57555000	1.57

Tabela M.1 - Regiões homogêneas e medidas de Heterogeneidade e Discordância.
(continuação)

Região	H	N	Estação	D_i
3	5,01	66	57450000	0.18
		44	57400000	0.16
		21	57476500	3.12
		66	57490000	1.43
		35	57550000	0.30
		42	57360000	1.35
		19	57460000	0.51
		36	57350000	0.34
		39	57560000	0.03
		35	57370000	0.55
4	2,66	37	56870000	2.73
		35	56860000	0.60
		57	56800000	0.26
		63	56892000	0.99
		61	56900000	2.55
		28	56915500	0.25
		48	56845000	0.99
		27	56846000	0.25
		58	56765000	0.27
		20	56880000	1.12
5	2,38	23	56993000	1.93
		63	56994500	0.53
		53	56992000	0.25
		32	56995500	0.40
		30	57040005	2.63
		26	56991000	1.63
		21	56995000	0.74
		27	56993551	0.38
		55	56948000	0.90
		29	56991500	0.61
6	-0,16	64	57740000	0.24
		65	57830000	1.26
		36	57880000	1.53
		54	57720000	0.77

Tabela M.1 - Regiões homogêneas e medidas de Heterogeneidade e Discordância.
(conclusão)

Região	H	N	Estação	D_i
6	-0,16	34	57930000	1.55
		63	57700000	0.65
7	4,75	16	57650000	1.95
		34	57580000	1.69
		51	57250000	0.58
		32	57300000	0.94
		31	57320000	1.14
		31	57230000	0.96
		35	57170000	0.50
		33	57190000	0.24
8	0,35	42	56775000	0.34
		24	56570000	1.13
		47	56720000	1.59
		33	56850000	1.00
		29	56460000	0.20
		27	56825000	1.29
		38	56485000	1.23
		36	56787000	1.34
9	2,53	28	56539000	0.87
		21	56050000	1.44
		60	56075000	1.23
		61	56090000	0.05
		22	56010000	0.71
		56	56065000	1.29
		57	56055000	1.27

Legenda: H - Medida de heterogeneidade, N - quantidade de registros e D_i - Medida de discordância.

APÊNDICE N - Resultados de todas as aplicações e suas comparações com resultados posto a posto pelo Erro relativo, para os períodos de retorno 2, 10, 20, 50 e 100 anos

Tabela N.1 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m^3/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 2 anos e respectivos erros relativos (%). (continua)

[illegible]

Tabela N.1 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 2 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	42,0	42,4	-0,90%	49,8	-18,50%	41,3	1,74%	42,1	-0,31%	39,4	6,30%
56400000	JEQUERI	111,7	116,4	-4,26%	106,1	5,03%	103,8	7,04%	105,9	5,14%	106,8	4,39%
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	628,1	586,6	6,60%	772,4	-22,98%	653,5	-4,06%	653,3	-4,02%	644,7	-2,64%
56460000	MATIPÓ	56,9	53,3	6,24%	54,4	4,40%	52,0	8,58%	53,8	5,44%	54,9	3,42%
56485000	RAUL SOARES	100,6	100,2	0,39%	102,1	-1,49%	92,8	7,75%	93,4	7,23%	95,4	5,24%
56500000	ABRE CAMPO	35,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56520000	VERMELHO VELHO	12,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	930,6	1127,4	-21,14%	1209,1	-29,92%	933,3	-0,28%	952,8	-2,38%	952,8	-2,38%
56565000	BOM JESUS DO GALHO	16,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56570000	PINGO D'ÁGUA	89,3	83,9	6,11%	75,6	15,33%	80,6	9,79%	80,7	9,68%	82,4	7,75%
56610000	RIO PIRACICABA	195,2	187,1	4,14%	172,3	11,69%	204,5	-4,79%	200,5	-2,74%	191,3	1,98%
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	122,9	176,7	-43,79%	150,1	-22,16%	127,3	-3,63%	123,8	-0,75%	118,1	3,88%
56660000	NOVA ERA	460,5	449,2	2,45%	389,4	15,45%	458,5	0,43%	461,0	-0,11%	439,8	4,49%
56670000	FAZENDA OLARIA	69,0	59,5	13,72%	59,8	13,42%	65,0	5,85%	65,2	5,55%	62,2	9,89%
56695000	ACESITA	530,8	490,7	7,56%	537,3	-1,22%	569,7	-7,32%	546,6	-2,97%	521,4	1,76%
56720000	CACHOEIRA ESCURA	1573,4	1539,6	2,15%	1696,0	-7,79%	1846,0	-17,32%	1807,0	-14,85%	1807,0	-14,85%

Tabela N.1 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 2 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56765000	DOM JOAQUIM	181,6	182,7	-0,59%	205,3	-12,99%	191,0	-5,17%	192,7	-6,09%	189,0	-4,06%
56775000	FERROS	697,0	683,1	1,99%	575,2	17,47%	715,9	-2,72%	718,4	-3,08%	694,7	0,33%
56787000	FAZENDA BARRACA	172,7	168,8	2,29%	208,3	-20,60%	179,8	-4,07%	180,6	-4,58%	174,7	-1,12%
56800000	SENHORA DO PORTO	124,2	128,3	-3,31%	113,4	8,71%	128,3	-3,26%	126,8	-2,06%	124,3	-0,11%
56825000	NAQUE VELHO	1017,8	986,4	3,08%	860,6	15,45%	839,3	17,54%	933,2	8,31%	933,2	8,31%
56845000	FAZENDA CORRENTE	55,2	52,9	4,27%	58,0	-4,95%	56,6	-2,49%	57,3	-3,75%	56,2	-1,76%
56846000	PORTO SANTA RITA	103,8	107,9	-3,94%	97,5	6,09%	94,7	8,85%	106,0	-2,06%	104,0	-0,11%
56850000	GOVERNADOR VALADARES	2361,1	2121,9	10,13%	2271,7	3,79%	2332,8	1,20%	2406,3	-1,91%	2406,3	-1,91%
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUI	136,3	134,2	1,53%	125,6	7,86%	144,8	-6,19%	141,6	-3,86%	138,9	-1,88%
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUI	45,3	51,0	-12,57%	48,0	-5,98%	-	-	-	-	53,4	-18,03%
56880000	FAZENDA URUPUCA	124,0	137,6	-10,96%	133,5	-7,64%	120,8	2,60%	121,5	2,08%	119,1	3,95%
56892000	VILA MATIAS	390,0	389,1	0,22%	372,9	4,36%	398,1	-2,09%	393,9	-1,00%	401,7	-3,01%
56900000	CAMPANÁRIO	37,2	31,1	16,27%	35,2	5,38%	35,0	5,98%	34,3	7,84%	33,6	9,60%
56915500	JAMPRUCA	63,4	69,7	-9,83%	65,2	-2,85%	64,1	-1,10%	64,1	-1,07%	62,9	0,86%
56920000	TUMIRITINGA	2783,7	2744,0	1,42%	2640,7	5,14%	2757,8	0,93%	2792,9	-0,33%	2586,1	7,10%
56935000	DOM CAVATI	90,1	87,8	2,58%	90,6	-0,53%	106,1	-17,74%	101,5	-12,61%	96,2	-6,75%
56940000	BARRA DO CUIETÉ	145,4	184,8	-27,10%	181,4	-24,75%	146,0	-0,46%	146,9	-1,03%	138,9	4,45%

Tabela N.1 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 2 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56948000	RESPLENDOR	2958,9	2602,0	12,06%	3538,5	-19,59%	2863,2	3,24%	2860,9	3,31%	2987,4	-0,96%
56960000	MANHUAÇU	125,8	82,8	34,18%	87,1	30,70%	-	-	-	-	125,6	0,12%
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	168,3	180,2	-7,11%	186,1	-10,60%	185,8	-10,40%	186,8	-11,03%	176,7	-5,01%
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	209,2	221,8	-6,05%	227,3	-8,69%	223,7	-6,97%	235,5	-12,58%	222,7	-6,48%
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	192,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	201,2	242,2	-20,37%	247,3	-22,95%	197,4	1,90%	209,0	-3,87%	197,6	1,76%
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	33,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	37,6	40,2	-7,10%	41,8	-11,30%	35,8	4,86%	36,0	4,32%	34,0	9,50%
56988500	IPANEMA	143,0	164,3	-14,93%	169,5	-18,57%	134,5	5,90%	140,7	1,56%	133,4	6,68%
56989000	MUTUM	91,9	91,5	0,53%	91,9	0,03%	99,4	-8,06%	97,8	-6,38%	92,7	-0,84%
56989500	ASSARAI	220,1	221,5	-0,61%	220,1	0,00%	241,0	-9,50%	242,3	-10,06%	229,1	-4,10%
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	473,6	416,0	12,18%	401,9	15,15%	466,8	1,45%	471,0	0,55%	436,2	7,91%
56991000	AFONSO CLÁUDIO	63,5	57,9	8,87%	64,6	-1,65%	60,2	5,30%	59,5	6,36%	63,6	-0,11%
56991500	LARANJA DA TERRA	135,8	146,3	-7,76%	136,3	-0,39%	106,6	21,47%	129,4	4,74%	138,3	-1,83%
56992000	BAIXO GUANDU	157,1	165,7	-5,46%	143,1	8,96%	145,3	7,50%	146,4	6,85%	156,5	0,42%
56993000	ITAGUAÇU	77,9	58,1	25,34%	70,5	9,47%	-	-	-	-	92,3	-18,57%

Tabela N.1 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 2 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56993551	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	93,8	78,4	16,41%	90,7	3,29%	79,3	15,39%	88,6	5,45%	94,8	-1,07%
56994500	COLATINA	4008,9	4563,7	-13,84%	3108,3	22,46%	3889,5	2,98%	3863,7	3,62%	4034,5	-0,64%
56995000	CACHOEIRA DO OITO	42,7	46,6	-9,27%	50,8	-19,07%	46,1	-8,10%	45,6	-6,89%	48,8	-14,27%
56995500	PONTE DO PANCAS	78,6	71,8	8,70%	79,1	-0,58%	77,3	1,65%	76,0	3,39%	81,2	-3,28%
57040005	VALSUGANA VELHA	15,5	11,6	24,73%	12,5	19,22%	-	-	-	-	14,2	8,25%
57170000	CÓRREGO DO GALO	67,5	79,2	-17,28%	78,5	-16,24%	60,5	10,46%	63,6	5,86%	66,2	1,92%
57190000	MARECHAL FLORIANO	25,3	31,4	-24,21%	32,2	-27,33%	26,5	-4,57%	26,7	-5,57%	26,0	-2,56%
57230000	FAZENDA JUCURUABA	126,4	121,5	3,85%	128,5	-1,65%	114,9	9,08%	121,3	4,05%	117,8	6,78%
57250000	MATILDE	21,6	19,5	9,54%	20,8	3,89%	22,8	-5,50%	22,9	-6,16%	22,3	-3,14%
57300000	PAU D'ALHO	43,2	40,1	7,28%	39,4	8,83%	42,0	2,90%	42,4	1,96%	41,2	4,76%
57320000	ICONHA MONTANTE	45,8	40,9	10,59%	46,4	-1,26%	44,5	2,77%	49,4	-7,80%	51,4	-12,32%
57350000	USINA FORTALEZA	37,4	41,4	-10,54%	43,6	-16,59%	36,9	1,42%	37,3	0,32%	36,8	1,62%
57360000	IÚNA	45,1	47,8	-5,96%	46,5	-3,01%	41,2	8,76%	45,1	0,22%	44,5	1,51%
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	70,5	49,0	30,51%	82,2	-16,58%	65,1	7,62%	72,6	-2,90%	71,6	-1,56%
57400000	ITAICI	134,3	114,9	14,44%	121,5	9,58%	128,2	4,59%	137,3	-2,21%	135,5	-0,89%
57420000	IBITIRAMA	119,4	115,1	3,63%	103,4	13,39%	117,9	1,25%	118,4	0,86%	116,8	2,15%

Tabela N.1 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o

posto, para tempo de retorno 2 anos e respectivos erros relativos (%). (conclusão)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57450000	RIVE	306,4	293,7	4,15%	268,8	12,26%	291,7	4,79%	305,4	0,33%	302,4	1,30%
57460000	PACOTUBA	369,8	297,6	19,53%	370,8	-0,28%	362,3	2,03%	383,5	-3,71%	378,5	-2,36%
57476500	FAZENDA LAJINHA	70,3	70,9	-0,85%	70,6	-0,39%	72,9	-3,70%	69,6	0,94%	66,9	4,81%
57490000	CASTELO	126,3	141,3	-11,87%	112,4	11,03%	115,0	9,00%	124,4	1,56%	119,5	5,40%
57550000	USINA SÃO MIGUEL	160,8	195,6	-21,63%	153,5	4,57%	152,2	5,37%	163,9	-1,94%	157,5	2,04%
57555000	COUTINHO	504,1	377,9	25,03%	383,5	23,91%	462,3	8,29%	500,3	0,75%	493,8	2,04%
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	490,9	584,6	-19,10%	576,6	-17,48%	475,2	3,19%	501,4	-2,16%	481,9	1,83%
57580000	USINA PAINEIRAS	437,4	374,3	14,44%	369,2	15,61%	-	-	-	-	421,9	3,56%
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	43,0	40,8	5,02%	40,2	6,58%	-	-	-	-	49,0	-14,02%
57650000	FAZENDA CACHETA	52,1	39,2	24,82%	37,2	28,69%	-	-	-	-	53,3	-2,22%
57700000	CAIANA	30,1	29,0	3,46%	40,1	-33,34%	31,4	-4,43%	31,9	-6,09%	31,8	-5,85%
57720000	DORES DO RIO PRETO	26,0	25,3	2,62%	25,2	2,81%	25,4	2,28%	26,7	-2,84%	26,6	-2,61%
57740000	GUAÇUÍ	57,3	47,6	16,92%	43,7	23,71%	54,4	5,02%	60,0	-4,74%	59,9	-4,51%
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	20,0	-	-	-	-	18,3	8,63%	18,9	5,33%	-	-
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	272,0	240,7	11,49%	227,9	16,23%	257,2	5,43%	267,3	1,74%	266,7	1,95%
57880000	MIMOSO DO SUL	48,6	52,9	-8,80%	45,3	6,81%	49,7	-2,36%	47,5	2,27%	47,4	2,48%
57930000	SANTA CRUZ	263,0	296,3	-12,67%	291,4	-10,78%	245,9	6,51%	243,4	7,46%	242,9	7,66%

Tabela N.2 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 10 anos e respectivos erros relativos (%). (continua)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	82,1	93,3	-13,72%	92,6	-12,81%	100,5	-22,49%	101,3	-23,49%	88,7	-8,11%
56028000	PIRANGA	369,4	447,4	-21,14%	285,9	22,60%	354,1	4,13%	352,2	4,66%	338,5	8,35%
56050000	ALTO RIO DOCE	50,7	41,2	18,77%	45,3	10,63%	-	-	-	-	49,3	2,78%
56055000	BRÁZ PIRES	155,1	160,2	-3,29%	165,9	-7,01%	149,5	3,62%	154,6	0,28%	153,7	0,92%
56065000	SENADOR FIRMINO	32,4	30,1	6,98%	36,3	-12,02%	33,1	-2,22%	34,4	-6,18%	34,2	-5,51%
56075000	PORTO FIRME	545,3	580,4	-6,43%	501,4	8,05%	585,9	-7,43%	607,2	-11,34%	505,9	7,23%
56090000	FAZENDA VARGINHA	27,7	28,5	-2,74%	27,4	1,28%	27,8	-0,38%	27,7	0,21%	27,5	0,85%
56110000	PONTE NOVA	765,7	828,9	-8,26%	870,5	-13,69%	848,2	-10,77%	818,3	-6,87%	786,7	-2,74%
56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	46,5	39,0	16,13%	61,2	-31,59%	44,7	3,98%	46,3	0,42%	53,1	-14,14%
56148000	FURQUIM	310,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56240000	FAZENDA PARAÍSO	274,4	215,2	21,58%	190,8	30,48%	262,2	4,43%	275,7	-0,48%	265,0	3,41%
56335000	ACAIACA	345,2	370,8	-7,40%	292,2	15,36%	360,6	-4,45%	365,5	-5,86%	351,3	-1,77%
56337000	FAZENDA OCIDENTE	233,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	61,0	60,9	0,11%	86,5	-41,86%	59,5	2,51%	62,1	-1,73%	71,1	-16,62%
56400000	JEQUERI	184,1	180,2	2,11%	184,4	-0,13%	190,9	-3,67%	193,7	-5,19%	193,0	-4,81%
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	1087,2	939,8	13,56%	1342,8	-23,51%	1079,2	0,74%	1098,7	-1,06%	1165,2	-7,17%
56460000	MATIPÓ	95,3	83,7	12,20%	91,5	4,00%	95,6	-0,33%	98,3	-3,18%	95,5	-0,25%

Tabela N.2 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 10 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56485000	RAUL SOARES	152,4	154,8	-1,58%	171,8	-12,78%	170,7	-12,03%	170,7	-12,03%	165,9	-8,85%
56500000	ABRE CAMPO	79,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56520000	VERMELHO VELHO	18,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	1607,6	2053,8	-27,76%	2034,3	-26,55%	1541,1	4,14%	1602,3	0,33%	1657,1	-3,08%
56565000	BOM JESUS DO GALHO	22,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56570000	PINGO D'ÁGUA	144,9	145,2	-0,22%	127,3	12,15%	148,2	-2,28%	147,5	-1,82%	143,3	1,07%
56610000	RIO PIRACICABA	333,6	323,7	2,94%	299,6	10,18%	347,4	-4,16%	342,3	-2,63%	345,8	-3,66%
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	221,4	266,4	-20,32%	260,9	-17,86%	216,3	2,30%	211,4	4,54%	213,5	3,58%
56660000	NOVA ERA	760,4	862,2	-13,39%	676,9	10,99%	778,9	-2,43%	787,0	-3,50%	794,9	-4,53%
56670000	FAZENDA OLARIA	105,9	103,1	2,57%	103,9	1,87%	110,4	-4,28%	111,3	-5,13%	112,4	-6,18%
56695000	ACESITA	974,6	826,3	15,22%	934,1	4,16%	967,8	0,70%	933,1	4,25%	942,5	3,30%
56720000	CACHOEIRA ESCURA	3150,8	2781,6	11,72%	2853,6	9,43%	3048,2	3,26%	3039,0	3,55%	3142,9	0,25%
56765000	DOM JOAQUIM	333,0	334,4	-0,41%	354,0	-6,30%	312,5	6,16%	317,2	4,74%	321,5	3,44%
56775000	FERROS	1235,0	1170,7	5,21%	967,8	21,64%	1216,2	1,53%	1226,6	0,68%	1208,2	2,18%
56787000	FAZENDA BARRACA	320,6	325,8	-1,62%	350,5	-9,34%	305,4	4,73%	308,4	3,79%	303,8	5,24%
56800000	SENHORA DO PORTO	205,3	225,9	-10,05%	195,6	4,76%	209,8	-2,18%	208,7	-1,64%	211,5	-3,02%

Tabela N.2 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 10 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56825000	NAQUE VELHO	1489,0	1618,1	-8,67%	1448,0	2,76%	1385,9	6,93%	1569,5	-5,40%	1623,1	-9,00%
56845000	FAZENDA CORRENTE	92,7	89,1	3,93%	99,9	-7,78%	92,6	0,17%	94,3	-1,71%	95,6	-3,09%
56846000	PORTO SANTA RITA	172,2	162,5	5,61%	168,2	2,34%	154,8	10,09%	174,5	-1,31%	176,8	-2,68%
56850000	GOVERNADOR VALADARES	3967,0	3429,1	13,56%	3822,2	3,65%	3852,0	2,90%	4046,8	-2,01%	4185,1	-5,50%
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	232,2	221,3	4,68%	216,6	6,70%	236,8	-1,99%	233,1	-0,39%	236,2	-1,75%
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	97,9	100,8	-2,93%	82,7	15,49%	-	-	-	-	90,9	7,16%
56880000	FAZENDA URUPUCA	201,7	258,3	-28,03%	230,2	-14,12%	197,6	2,05%	199,9	0,90%	202,6	-0,45%
56892000	VILA MATIAS	711,6	556,7	21,76%	643,1	9,62%	657,4	7,62%	662,4	6,91%	683,3	3,98%
56900000	CAMPANÁRIO	50,8	51,1	-0,67%	60,7	-19,51%	57,2	-12,63%	56,4	-11,12%	57,2	-12,63%
56915500	JAMPRUCA	103,1	110,0	-6,64%	112,5	-9,07%	104,9	-1,69%	105,5	-2,31%	106,9	-3,70%
56920000	TUMIRITINGA	4598,3	4194,9	8,77%	4808,6	-4,57%	4553,9	0,97%	4697,0	-2,15%	5206,2	-13,22%
56935000	DOM CAVATI	201,6	144,2	28,44%	165,0	18,16%	192,1	4,68%	188,9	6,26%	193,7	3,93%
56940000	BARRA DO CUIETÉ	256,6	327,6	-27,66%	330,2	-28,70%	268,5	-4,65%	268,5	-4,65%	279,6	-8,98%
56948000	RESPLENDOR	4650,2	4188,5	9,93%	5854,6	-25,90%	4727,8	-1,67%	4811,4	-3,47%	4849,4	-4,28%
56960000	MANHUAÇU	282,8	177,5	37,25%	158,7	43,89%	-	-	-	-	252,9	10,60%
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	375,3	441,3	-17,57%	338,9	9,71%	341,6	8,99%	341,6	8,99%	355,7	5,22%
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	460,6	393,2	14,63%	414,0	10,12%	411,4	10,68%	430,5	6,52%	448,4	2,65%

Tabela N.2 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 10 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	490,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	381,8	485,7	-27,19%	450,4	-17,95%	362,9	4,96%	382,1	-0,06%	397,9	-4,20%
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	42,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	61,2	55,9	8,58%	76,2	-24,45%	65,7	-7,43%	65,7	-7,43%	68,5	-11,87%
56988500	IPANEMA	243,1	345,2	-41,97%	308,7	-26,97%	243,6	-0,22%	262,1	-7,79%	268,6	-10,48%
56989000	MUTUM	186,3	177,6	4,70%	167,4	10,17%	179,9	3,43%	182,1	2,26%	186,6	-0,18%
56989500	ASSARAI	444,6	407,9	8,26%	400,8	9,84%	443,2	0,32%	443,0	0,37%	461,3	-3,75%
56990000	S. SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	774,5	791,1	-2,15%	731,8	5,51%	770,7	0,48%	792,2	-2,28%	878,0	-13,37%
56991000	AFONSO CLÁUDIO	108,8	97,6	10,35%	106,8	1,81%	108,9	-0,12%	110,8	-1,79%	103,2	5,13%
56991500	LARANJA DA TERRA	241,6	241,2	0,18%	225,6	6,63%	193,1	20,06%	240,9	0,30%	224,5	7,09%
56992000	BAIXO GUANDU	257,3	275,4	-7,02%	236,7	8,01%	263,2	-2,30%	272,5	-5,92%	254,0	1,29%
56993000	ITAGUAÇU	172,9	99,2	42,64%	116,6	32,55%	-	-	-	-	149,9	13,33%
56993551	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	151,4	134,6	11,10%	150,0	0,93%	143,7	5,12%	165,0	-9,01%	153,8	-1,59%
56994500	COLATINA	6374,0	6705,1	-5,19%	5142,8	19,32%	6422,6	-0,76%	6497,9	-1,94%	6549,1	-2,75%
56995000	CACHOEIRA DO OITO	86,4	93,5	-8,16%	84,1	2,73%	83,5	3,34%	84,9	1,73%	79,2	8,42%
56995500	PONTE DO PANCAS	135,0	127,9	5,27%	130,8	3,07%	140,0	-3,74%	141,4	-4,77%	131,8	2,36%

Tabela N.2 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 10 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57040005	VALSUGANA VELHA	20,7	19,8	4,07%	20,7	-0,05%	-	-	-	-	23,0	-11,48%
57170000	CÓRREGO DO GALO	108,1	123,3	-14,04%	125,4	-16,03%	109,5	-1,31%	118,4	-9,51%	112,1	-3,66%
57190000	MARECHAL FLORIANO	44,6	55,3	-24,13%	51,5	-15,47%	42,4	4,99%	42,0	5,69%	43,9	1,52%
57230000	FAZENDA JUCURUABA	185,2	171,0	7,65%	205,2	-10,81%	183,9	0,70%	190,9	-3,04%	199,3	-7,60%
57250000	MATILDE	37,1	35,1	5,39%	33,2	10,55%	36,5	1,63%	36,1	2,67%	37,7	-1,63%
57300000	PAU D'ALHO	65,2	76,3	-17,09%	62,9	3,46%	67,2	-3,02%	66,7	-2,26%	69,6	-6,79%
57320000	ICONHA MONTANTE	98,0	88,8	9,39%	74,1	24,41%	80,6	17,73%	91,9	6,21%	87,0	11,23%
57350000	USINA FORTALEZA	63,6	67,0	-5,44%	71,6	-12,70%	63,5	0,12%	63,6	-0,06%	64,3	-1,21%
57360000	IÚNA	80,6	83,9	-4,07%	76,4	5,28%	70,9	12,08%	76,8	4,72%	77,7	3,63%
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	122,3	86,9	28,99%	135,0	-10,36%	112,1	8,35%	123,7	-1,16%	125,1	-2,31%
57400000	ITAICI	236,4	193,4	18,19%	199,5	15,62%	220,6	6,69%	234,2	0,94%	236,9	-0,19%
57420000	IBITIRAMA	196,5	184,1	6,29%	169,8	13,57%	202,9	-3,28%	201,9	-2,74%	204,2	-3,92%
57450000	RIVE	506,6	463,0	8,59%	441,5	12,85%	502,0	0,89%	522,5	-3,15%	528,5	-4,33%
57460000	PACOTUBA	657,3	458,2	30,30%	608,9	7,36%	623,5	5,14%	654,0	0,51%	661,5	-0,63%
57476500	FAZENDA LAJINHA	102,3	116,1	-13,46%	115,9	-13,25%	116,7	-14,04%	109,6	-7,11%	116,9	-14,29%
57490000	CASTELO	196,6	237,7	-20,90%	184,6	6,14%	184,0	6,42%	195,7	0,47%	208,8	-6,20%

Tabela N.2 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 10 anos e respectivos erros relativos (%). (conclusão)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57550000	USINA SÃO MIGUEL	254,9	315,1	-23,62%	252,0	1,13%	243,6	4,44%	258,0	-1,22%	275,3	-8,01%
57555000	COUTINHO	771,3	541,0	29,86%	629,8	18,34%	795,5	-3,15%	853,1	-10,61%	862,9	-11,88%
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	808,7	990,8	-22,51%	946,9	-17,08%	760,6	5,95%	789,2	2,42%	842,1	-4,12%
57580000	USINA PAINEIRAS	612,4	504,3	17,65%	589,8	3,69%	-	-	-	-	713,7	-16,53%
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	100,2	84,6	15,55%	65,9	34,21%	-	-	-	-	85,6	14,55%
57650000	FAZENDA CACHETA	107,5	64,3	40,20%	59,4	44,78%	-	-	-	-	90,1	16,19%
57700000	CAIANA	54,5	53,8	1,26%	67,9	-24,51%	52,6	3,54%	55,9	-2,65%	53,8	1,23%
57720000	DORES DO RIO PRETO	44,9	46,1	-2,75%	42,7	4,83%	42,5	5,35%	46,8	-4,33%	45,0	-0,39%
57740000	GUAÇUÍ	104,6	102,9	1,65%	74,0	29,26%	91,1	12,89%	105,3	-0,63%	101,3	3,17%
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	32,0	-	-	-	-	30,6	4,37%	33,2	-3,79%	-	-
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	470,3	449,9	4,33%	385,7	17,98%	430,7	8,41%	468,8	0,31%	451,1	4,08%
57880000	MIMOSO DO SUL	85,0	84,8	0,21%	76,6	9,80%	83,3	1,99%	83,3	1,97%	80,2	5,68%
57930000	SANTA CRUZ	379,6	419,4	-10,48%	493,2	-29,92%	411,7	-8,45%	426,9	-12,46%	410,8	-8,21%

Tabela N.3 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 20 anos e respectivos erros relativos (%). (continua)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	85,7	101,2	-18,17%	103,2	-20,39%	115,8	-35,16%	116,6	-36,05%	100,3	-17,10%
56028000	PIRANGA	478,0	541,0	-13,18%	334,3	30,06%	437,4	8,49%	430,6	9,92%	405,9	15,09%
56050000	ALTO RIO DOCE	54,5	44,0	19,16%	50,5	7,31%	-	-	-	-	55,7	-2,33%
56055000	BRÁZ PIRES	170,9	176,9	-3,52%	184,9	-8,20%	165,5	3,14%	172,7	-1,03%	173,8	-1,67%
56065000	SENADOR FIRMINO	35,5	33,1	6,80%	40,4	-13,98%	36,7	-3,38%	38,4	-8,26%	38,7	-8,95%
56075000	PORTO FIRME	663,6	692,4	-4,35%	558,7	15,81%	723,7	-9,07%	742,4	-11,88%	572,1	13,79%
56090000	FAZENDA VARGINHA	30,9	31,4	-1,66%	30,5	1,26%	30,8	0,22%	30,8	0,14%	31,1	-0,64%
56110000	PONTE NOVA	942,1	973,8	-3,36%	1018,0	-8,05%	1047,8	-11,21%	1000,6	-6,21%	943,1	-0,10%
56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	52,2	43,2	17,25%	71,6	-37,02%	49,5	5,31%	51,7	1,01%	63,7	-21,85%
56148000	FURQUIM	346,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56240000	FAZENDA PARAÍSO	337,5	249,1	26,17%	223,1	33,89%	324,0	4,00%	337,1	0,10%	317,7	5,84%
56335000	ACAIACA	426,4	436,1	-2,26%	341,7	19,87%	445,5	-4,46%	446,9	-4,80%	421,2	1,23%
56337000	FAZENDA OCIDENTE	313,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	68,2	67,5	1,01%	101,2	-48,31%	65,9	3,47%	69,3	-1,55%	85,3	-25,00%
56400000	JEQUERI	211,5	203,3	3,87%	215,6	-1,94%	231,1	-9,25%	233,4	-10,34%	231,4	-9,38%
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	1336,3	1095,6	18,01%	1570,3	-17,51%	1287,7	3,64%	1316,0	1,51%	1396,9	-4,54%
56460000	MATIPÓ	109,4	95,1	13,07%	105,5	3,49%	115,7	-5,81%	118,5	-8,32%	112,9	-3,22%

Tabela N.3 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 20 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56485000	RAUL SOARES	170,6	175,0	-2,61%	198,3	-16,23%	206,6	-21,12%	205,7	-20,57%	196,0	-14,89%
56500000	ABRE CAMPO	103,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56520000	VERMELHO VELHO	20,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	1943,4	2438,5	-25,48%	2347,4	-20,79%	1838,8	5,38%	1919,2	1,25%	1958,2	-0,76%
56565000	BOM JESUS DO GALHO	24,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56570000	PINGO D'ÁGUA	160,8	169,6	-5,47%	146,8	8,68%	179,4	-11,54%	177,7	-10,53%	169,4	-5,32%
56610000	RIO PIRACICABA	391,8	373,8	4,60%	350,4	10,58%	400,2	-2,15%	393,8	-0,49%	414,5	-5,80%
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	256,7	296,4	-15,44%	305,2	-18,87%	249,2	2,92%	243,1	5,31%	255,9	0,31%
56660000	NOVA ERA	872,7	1039,9	-19,16%	791,5	9,30%	897,4	-2,83%	905,2	-3,72%	953,0	-9,20%
56670000	FAZENDA OLARIA	116,0	118,4	-2,08%	121,5	-4,76%	127,2	-9,67%	128,0	-10,39%	134,8	-16,22%
56695000	ACESITA	1149,8	968,1	15,80%	1092,3	5,00%	1114,9	3,03%	1073,3	6,65%	1129,9	1,73%
56720000	CACHOEIRA ESCURA	4181,2	3298,3	21,11%	3292,7	21,25%	3637,1	13,01%	3640,0	12,94%	3713,9	11,17%
56765000	DOM JOAQUIM	400,6	396,1	1,11%	414,8	-3,55%	358,2	10,57%	360,4	10,02%	376,8	5,93%
56775000	FERROS	1456,1	1364,4	6,30%	1116,7	23,31%	1401,1	3,78%	1410,8	3,11%	1427,7	1,95%
56787000	FAZENDA BARRACA	382,9	392,5	-2,50%	404,4	-5,63%	351,8	8,12%	354,7	7,36%	359,0	6,25%
56800000	SENHORA DO PORTO	238,5	268,0	-12,41%	229,2	3,90%	240,5	-0,85%	237,1	0,56%	247,9	-3,95%

Tabela N.3 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 20 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56825000	NAQUE VELHO	1623,1	1865,1	-14,91%	1670,8	-2,94%	1653,7	-1,88%	1879,9	-15,82%	1918,0	-18,17%
56845000	FAZENDA CORRENTE	109,4	106,5	2,66%	117,1	-7,04%	106,1	3,01%	107,2	2,06%	112,0	-2,39%
56846000	PORTO SANTA RITA	200,1	176,6	11,74%	197,1	1,53%	177,5	11,32%	198,2	0,96%	207,2	-3,55%
56850000	GOVERNADOR VALADARES	4775,3	3943,4	17,42%	4410,5	7,64%	4596,3	3,75%	4847,1	-1,50%	4945,5	-3,56%
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	274,2	252,2	8,01%	253,8	7,41%	271,4	1,00%	264,8	3,40%	276,9	-0,99%
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	129,8	122,5	5,58%	97,0	25,27%	-	-	-	-	106,5	17,89%
56880000	FAZENDA URUPUCA	226,6	308,5	-36,11%	269,8	-19,04%	226,5	0,06%	227,2	-0,23%	237,5	-4,78%
56892000	VILA MATIAS	849,1	589,0	30,64%	753,7	11,24%	784,4	7,63%	793,4	6,56%	800,8	5,69%
56900000	CAMPANÁRIO	53,7	59,9	-11,49%	71,1	-32,36%	65,6	-22,02%	64,1	-19,32%	67,0	-24,75%
56915500	JAMPRUCA	118,7	124,2	-4,69%	131,8	-11,08%	120,2	-1,31%	119,9	-1,03%	125,3	-5,63%
56920000	TUMIRITINGA	5453,1	4769,0	12,54%	5700,7	-4,54%	5433,7	0,36%	5625,9	-3,17%	6422,2	-17,77%
56935000	DOM CAVATI	265,2	173,2	34,70%	195,6	26,25%	229,8	13,35%	227,9	14,07%	238,9	9,91%
56940000	BARRA DO CUIETÉ	312,3	382,5	-22,47%	391,5	-25,37%	325,1	-4,09%	323,6	-3,61%	344,9	-10,46%
56948000	RESPLENDOR	5314,1	4783,5	9,99%	6687,2	-25,84%	5641,3	-6,16%	5763,0	-8,45%	5661,8	-6,54%
56960000	MANHUAÇU	353,3	221,9	37,20%	188,1	46,75%	-	-	-	-	311,9	11,71%
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	487,7	540,8	-10,89%	401,7	17,62%	413,5	15,22%	411,6	15,61%	438,8	10,03%
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	606,0	466,5	23,02%	490,8	19,01%	498,0	17,82%	518,8	14,39%	553,1	8,73%

Tabela N.3 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 20 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	686,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	475,2	579,0	-21,84%	534,0	-12,36%	439,3	7,56%	460,4	3,13%	490,8	-3,28%
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	45,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	70,7	67,3	4,89%	90,3	-27,65%	79,6	-12,51%	79,2	-11,99%	84,4	-19,39%
56988500	IPANEMA	289,6	417,9	-44,31%	366,0	-26,37%	291,3	-0,60%	316,0	-9,13%	331,3	-14,40%
56989000	MUTUM	236,1	212,1	10,18%	198,4	15,96%	215,1	8,88%	219,6	6,98%	230,2	2,48%
56989500	ASSARAI	579,4	478,9	17,35%	475,2	17,98%	536,5	7,41%	533,8	7,88%	569,0	1,79%
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	910,3	916,3	-0,66%	867,5	4,70%	919,7	-1,03%	948,8	-4,23%	1083,1	-18,98%
56991000	AFONSO CLAÚDIO	124,4	112,6	9,42%	122,0	1,87%	130,3	-4,76%	133,6	-7,41%	120,5	3,08%
56991500	LARANJA DA TERRA	280,2	277,4	0,99%	257,6	8,06%	230,9	17,58%	290,5	-3,66%	262,1	6,48%
56992000	BAIXO GUANDU	291,9	318,1	-8,98%	270,4	7,39%	314,8	-7,82%	328,7	-12,59%	296,6	-1,59%
56993000	ITAGUAÇU	224,9	115,0	48,87%	133,2	40,76%	-	-	-	-	175,0	22,20%
56993551	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	173,6	156,7	9,74%	171,3	1,28%	171,8	1,03%	199,0	-14,67%	179,6	-3,47%
56994500	COLATINA	7270,6	7474,6	-2,81%	5874,2	19,21%	7663,4	-5,40%	7782,9	-7,05%	7646,3	-5,17%
56995000	CACHOEIRA DO OITO	110,1	113,9	-3,46%	96,0	12,76%	99,9	9,24%	102,4	6,94%	92,4	16,03%
56995500	PONTE DO PANCAS	158,1	150,3	4,96%	149,5	5,47%	167,5	-5,92%	170,6	-7,88%	153,9	2,66%

Tabela N.3 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 20 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57040005	VALSUGANA VELHA	21,7	22,9	-5,33%	23,6	-8,74%	-	-	-	-	26,9	-23,86%
57170000	CÓRREGO DO GALO	123,3	138,9	-12,65%	142,0	-15,13%	131,0	-6,17%	142,8	-15,74%	130,4	-5,71%
57190000	MARECHAL FLORIANO	53,1	64,6	-21,83%	58,3	-9,84%	48,3	8,92%	47,5	10,41%	51,1	3,72%
57230000	FAZENDA JUCURUABA	201,9	186,4	7,67%	232,4	-15,12%	209,9	-3,98%	215,8	-6,91%	231,9	-14,89%
57250000	MATILDE	44,4	41,2	7,26%	37,6	15,39%	41,6	6,23%	40,8	8,07%	43,9	1,20%
57300000	PAU D'ALHO	72,3	91,1	-25,88%	71,3	1,50%	76,6	-5,93%	75,4	-4,20%	81,0	-11,98%
57320000	ICONHA MONTANTE	125,1	109,2	12,75%	83,9	32,94%	96,4	22,92%	110,9	11,38%	101,3	19,06%
57350000	USINA FORTALEZA	73,6	76,1	-3,43%	82,4	-11,86%	73,4	0,29%	73,1	0,66%	74,3	-0,88%
57360000	IÚNA	93,7	97,2	-3,75%	87,8	6,31%	82,0	12,52%	88,3	5,73%	89,7	4,27%
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	145,7	100,8	30,80%	155,2	-6,48%	129,6	11,05%	142,3	2,37%	144,5	0,86%
57400000	ITAICI	280,2	221,6	20,91%	229,3	18,14%	255,1	8,94%	269,3	3,88%	273,5	2,39%
57420000	IBITIRAMA	226,3	208,3	7,94%	195,2	13,70%	234,7	-3,72%	232,2	-2,61%	235,7	-4,20%
57450000	RIVE	587,9	520,7	11,43%	507,5	13,67%	580,6	1,25%	600,8	-2,20%	610,1	-3,78%
57460000	PACOTUBA	789,0	510,8	35,26%	700,1	11,28%	721,0	8,62%	752,1	4,69%	763,7	3,21%
57476500	FAZENDA LAJINHA	114,0	132,2	-15,97%	133,2	-16,86%	133,2	-16,79%	123,9	-8,70%	135,0	-18,43%
57490000	CASTELO	219,6	272,3	-23,99%	212,2	3,38%	210,0	4,38%	221,3	-0,78%	241,1	-9,80%
57550000	USINA SÃO MIGUEL	293,1	356,9	-21,77%	289,7	1,16%	278,0	5,17%	291,7	0,47%	317,8	-8,44%

Tabela N.3 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 20 anos e respectivos erros relativos (%). (conclusão)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57555000	COUTINHO	886,2	589,9	33,43%	724,0	18,30%	920,0	-3,81%	981,0	-10,70%	996,2	-12,42%
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	934,1	1127,7	-20,72%	1088,6	-16,54%	867,9	7,09%	892,3	4,47%	972,2	-4,08%
57580000	USINA PAINEIRAS	681,1	541,2	20,55%	667,8	1,96%	-	-	-	-	830,5	-21,92%
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	129,6	101,3	21,83%	75,8	41,48%	-	-	-	-	98,9	23,67%
57650000	FAZENDA CACHETA	128,0	73,6	42,52%	67,2	47,50%	-	-	-	-	104,8	18,11%
57700000	CAIANA	68,0	66,3	2,51%	79,3	-16,65%	62,6	7,89%	65,7	3,31%	64,6	4,92%
57720000	DORES DO RIO PRETO	54,4	55,2	-1,51%	49,9	8,25%	50,6	6,98%	55,0	-1,14%	54,1	0,54%
57740000	GUAÇUÍ	128,8	120,6	6,38%	86,5	32,86%	108,5	15,71%	123,7	3,96%	121,6	5,56%
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	36,0	-	-	-	-	36,4	-1,28%	39,0	-8,42%	-	-
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	547,6	503,3	8,09%	450,7	17,68%	513,1	6,30%	550,8	-0,59%	541,7	1,08%
57880000	MIMOSO DO SUL	98,6	98,3	0,34%	89,6	9,16%	99,2	-0,61%	97,9	0,74%	96,2	2,39%
57930000	SANTA CRUZ	414,8	454,1	-9,47%	576,3	-38,94%	490,4	-18,23%	501,6	-20,92%	493,2	-18,91%

Tabela N.4 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 50 anos e respectivos erros relativos (%). (continua)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	89,0	110,5	-24,18%	116,4	-30,82%	135,1	-51,89%	135,5	-52,32%	115,9	-30,22%
56028000	PIRANGA	654,2	665,5	-1,73%	398,8	39,03%	560,0	14,41%	537,0	17,92%	497,1	24,01%
56050000	ALTO RIO DOCE	58,2	47,3	18,67%	57,0	2,11%	-	-	-	-	64,4	-10,59%
56055000	BRÁZ PIRES	189,5	196,8	-3,87%	208,7	-10,14%	185,6	2,04%	195,2	-3,01%	200,7	-5,91%
56065000	SENADOR FIRMINO	39,3	36,7	6,65%	45,6	-16,22%	41,1	-4,73%	43,4	-10,58%	44,7	-13,69%
56075000	PORTO FIRME	850,6	838,6	1,41%	630,5	25,87%	926,5	-8,93%	925,8	-8,84%	660,7	22,32%
56090000	FAZENDA VARGINHA	34,8	35,0	-0,64%	34,4	1,04%	34,5	0,64%	34,9	-0,40%	35,9	-3,22%
56110000	PONTE NOVA	1219,0	1173,9	3,70%	1214,4	0,37%	1341,2	-10,03%	1247,7	-2,36%	1155,1	5,24%
56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	59,6	48,4	18,76%	85,4	-43,34%	55,5	6,90%	58,5	1,88%	78,0	-30,87%
56148000	FURQUIM	386,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56240000	FAZENDA PARAÍSO	431,5	291,9	32,36%	266,1	38,33%	414,7	3,90%	420,4	2,59%	389,2	9,82%
56335000	ACAIACA	554,6	520,5	6,16%	407,6	26,51%	570,2	-2,81%	557,3	-0,47%	515,9	6,99%
56337000	FAZENDA OCIDENTE	455,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	77,5	75,8	2,15%	120,7	-55,71%	73,8	4,76%	78,3	-1,02%	104,4	-34,74%
56400000	JEQUERI	246,8	232,6	5,76%	257,2	-4,23%	289,7	-17,37%	290,7	-17,78%	283,4	-14,83%
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	1739,8	1313,9	24,48%	1873,3	-7,67%	1615,5	7,14%	1658,2	4,69%	1710,9	1,66%
56460000	MATIPÓ	127,0	120,8	4,91%	123,6	2,67%	145,0	-14,19%	147,5	-16,15%	137,0	-7,88%

Tabela N.4 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 50 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56485000	RAUL SOARES	193,0	221,1	-14,56%	232,3	-20,32%	259,0	-34,17%	256,2	-32,70%	237,9	-23,25%
56500000	ABRE CAMPO	142,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56520000	VERMELHO VELHO	23,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	2457,2	3199,2	-30,20%	2749,6	-11,90%	2307,0	6,11%	2418,2	1,59%	2377,2	3,26%
56565000	BOM JESUS DO GALHO	26,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56570000	PINGO D'ÁGUA	177,9	207,8	-16,82%	172,0	3,33%	224,8	-26,36%	221,3	-24,41%	205,6	-15,56%
56610000	RIO PIRACICABA	472,4	437,5	7,39%	418,0	11,52%	467,1	1,12%	457,8	3,08%	507,7	-7,48%
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	300,8	333,6	-10,91%	364,0	-21,04%	290,8	3,30%	282,6	6,02%	313,5	-4,22%
56660000	NOVA ERA	1016,0	1287,4	-26,71%	944,3	7,06%	1047,3	-3,07%	1052,5	-3,59%	1167,2	-14,88%
56670000	FAZENDA OLARIA	126,5	137,2	-8,48%	144,9	-14,59%	148,4	-17,35%	148,8	-17,68%	165,0	-30,51%
56695000	ACESITA	1381,0	1163,3	15,76%	1303,1	5,64%	1301,1	5,78%	1247,9	9,64%	1383,9	-0,21%
56720000	CACHOEIRA ESCURA	6088,0	4397,2	27,77%	3856,8	36,65%	4563,2	25,05%	4586,5	24,66%	4508,6	25,94%
56765000	DOM JOAQUIM	497,6	478,9	3,77%	497,0	0,12%	417,0	16,21%	413,7	16,87%	449,3	9,71%
56775000	FERROS	1756,2	1569,9	10,61%	1308,1	25,52%	1635,1	6,90%	1640,3	6,60%	1733,2	1,31%
56787000	FAZENDA BARRACA	468,4	548,7	-17,15%	473,7	-1,14%	410,6	12,34%	412,4	11,95%	435,8	6,96%
56800000	SENHORA DO PORTO	283,0	325,4	-14,96%	274,6	2,99%	280,0	1,09%	272,1	3,86%	295,6	-4,43%

Tabela N.4 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 50 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56825000	NAQUE VELHO	1766,4	2239,5	-26,78%	1957,0	-10,79%	2074,7	-17,45%	2368,6	-34,09%	2328,4	-31,82%
56845000	FAZENDA CORRENTE	133,2	131,2	1,49%	140,3	-5,35%	123,5	7,27%	123,0	7,68%	133,6	-0,27%
56846000	PORTO SANTA RITA	237,8	190,2	20,01%	236,2	0,67%	206,6	13,10%	227,5	4,31%	247,1	-3,93%
56850000	GOVERNADOR VALADARES	6030,3	4921,9	18,38%	5166,1	14,33%	5766,5	4,38%	6107,4	-1,28%	6003,8	0,44%
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	333,6	290,8	12,82%	304,2	8,82%	316,0	5,28%	303,9	8,89%	330,1	1,04%
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	185,7	153,5	17,34%	116,2	37,42%	-	-	-	-	127,0	31,59%
56880000	FAZENDA URUPUCA	255,8	378,1	-47,81%	323,3	-26,38%	263,7	-3,08%	260,7	-1,92%	283,2	-10,70%
56892000	VILA MATIAS	1039,7	603,4	41,96%	903,1	13,14%	984,1	5,35%	999,7	3,85%	954,9	8,16%
56900000	CAMPANÁRIO	56,5	72,3	-28,00%	85,2	-50,92%	76,3	-35,17%	73,6	-30,32%	79,9	-41,55%
56915500	JAMPRUCA	139,0	142,0	-2,12%	157,9	-13,61%	139,9	-0,66%	137,6	1,03%	149,5	-7,50%
56920000	TUMIRITINGA	6718,4	5514,3	17,92%	6902,1	-2,73%	6817,1	-1,47%	7088,7	-5,51%	8110,2	-20,72%
56935000	DOM CAVATI	372,5	212,9	42,85%	236,8	36,43%	282,7	24,11%	283,4	23,91%	301,7	19,01%
56940000	BARRA DO CUIETÉ	398,5	455,4	-14,29%	474,0	-18,96%	407,4	-2,25%	403,0	-1,12%	435,6	-9,32%
56948000	RESPLENDOR	6189,7	5341,9	13,70%	7735,5	-24,97%	7077,6	-14,34%	7261,4	-17,31%	6774,6	-9,45%
56960000	MANHUAÇU	454,6	286,8	36,92%	227,8	49,90%	-	-	-	-	393,9	13,35%
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	670,5	681,5	-1,64%	486,4	27,46%	518,3	22,70%	512,6	23,55%	554,1	17,36%
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	853,4	565,3	33,76%	594,2	30,37%	624,2	26,86%	646,1	24,29%	698,4	18,16%

Tabela N.4 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 50 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	1049,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	622,4	705,9	-13,41%	646,5	-3,87%	550,6	11,53%	573,4	7,88%	619,8	0,42%
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	48,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	83,5	82,9	0,74%	109,3	-30,89%	99,7	-19,44%	98,6	-18,12%	106,6	-27,70%
56988500	IPANEMA	357,9	518,9	-44,99%	443,1	-23,80%	358,5	-0,16%	393,1	-9,83%	418,4	-16,90%
56989000	MUTUM	315,7	259,2	17,88%	240,2	23,90%	264,7	16,14%	273,2	13,46%	290,8	7,89%
56989500	ASSARAI	814,6	573,8	29,56%	575,4	29,37%	672,5	17,45%	664,7	18,40%	718,6	11,78%
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	1107,0	1081,4	2,31%	1050,4	5,12%	1153,8	-4,22%	1195,5	-7,99%	1367,8	-23,55%
56991000	AFONSO CLÁUDIO	143,1	132,0	7,75%	141,2	1,38%	160,3	-11,99%	166,1	-16,08%	144,2	-0,75%
56991500	LARANJA DA TERRA	328,9	323,9	1,54%	298,0	9,40%	284,1	13,62%	361,3	-9,83%	313,6	4,67%
56992000	BAIXO GUANDU	334,0	373,3	-11,77%	312,7	6,36%	387,3	-15,96%	408,8	-22,41%	354,8	-6,25%
56993000	ITAGUAÇU	310,0	135,5	56,30%	154,1	50,29%	-	-	-	-	209,4	32,46%
56993551	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	202,3	185,4	8,35%	198,2	2,05%	211,4	-4,45%	247,6	-22,35%	214,9	-6,19%
56994500	COLATINA	8427,6	7975,7	5,36%	6795,0	19,37%	9614,6	-14,08%	9806,6	-16,36%	9149,1	-8,56%
56995000	CACHOEIRA DO OITO	148,4	142,0	4,30%	111,1	25,15%	122,9	17,18%	127,4	14,15%	110,6	25,49%

Tabela N.4 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 50 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56995500	PONTE DO PANCAS	189,4	179,7	5,11%	172,9	8,71%	206,0	-8,79%	212,2	-12,02%	184,1	2,77%
57040005	VALSUGANA VELHA	22,7	26,8	-18,17%	27,3	-20,62%	-	-	-	-	32,2	-42,11%
57170000	CÓRREGO DO GALO	143,0	158,4	-10,80%	162,8	-13,83%	161,1	-12,69%	177,6	-24,20%	153,4	-7,29%
57190000	MARECHAL FLORIANO	65,1	76,6	-17,79%	66,8	-2,67%	56,0	13,95%	54,4	16,37%	60,1	7,62%
57230000	FAZENDA JUCURUABA	219,5	204,2	7,00%	266,3	-21,33%	243,2	-10,78%	247,0	-12,53%	272,9	-24,30%
57250000	MATILDE	55,3	49,0	11,27%	43,1	22,09%	48,2	12,72%	46,7	15,46%	51,6	6,61%
57300000	PAU D'ALHO	80,7	110,4	-36,78%	81,7	-1,21%	88,8	-10,02%	86,3	-6,92%	95,3	-18,11%
57320000	ICONHA MONTANTE	167,8	136,3	18,79%	96,1	42,69%	118,6	29,28%	137,9	17,81%	119,1	28,99%
57350000	USINA FORTALEZA	86,7	87,8	-1,31%	96,2	-11,04%	85,9	0,87%	85,1	1,82%	85,9	0,93%
57360000	IÚNA	110,3	114,7	-3,94%	102,6	6,98%	96,0	13,01%	102,8	6,81%	103,7	5,97%
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	179,7	119,3	33,62%	181,4	-0,92%	151,7	15,56%	165,6	7,87%	167,0	7,04%
57400000	ITAICI	341,0	258,1	24,32%	268,0	21,41%	298,6	12,44%	313,3	8,12%	316,2	7,29%
57420000	IBITIRAMA	264,9	238,6	9,91%	228,2	13,85%	274,7	-3,70%	270,1	-1,99%	272,6	-2,91%
57450000	RIVE	697,1	593,7	14,83%	593,1	14,92%	679,5	2,53%	699,1	-0,29%	705,4	-1,19%
57460000	PACOTUBA	980,6	576,8	41,18%	818,1	16,57%	843,9	13,94%	875,0	10,76%	882,9	9,96%
57476500	FAZENDA LAJINHA	128,7	152,9	-18,79%	155,7	-20,98%	154,3	-19,87%	141,9	-10,22%	156,1	-21,29%

Tabela N.4 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 50 anos e respectivos erros relativos (%). (conclusão)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57490000	CASTELO	246,6	316,7	-28,41%	248,0	-0,55%	243,3	1,36%	253,3	-2,71%	278,8	-13,03%
57550000	USINA SÃO MIGUEL	344,6	410,4	-19,08%	338,6	1,76%	322,0	6,56%	333,9	3,11%	367,5	-6,62%
57555000	COUTINHO	1046,1	650,7	37,80%	846,1	19,11%	1076,7	-2,93%	1141,5	-9,12%	1151,8	-10,10%
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	1100,2	1297,4	-17,93%	1272,2	-15,63%	1005,5	8,60%	1021,4	7,16%	1124,0	-2,16%
57580000	USINA PAINEIRAS	770,5	581,6	24,51%	765,4	0,66%	-	-	-	-	977,0	-26,81%
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	175,3	122,9	29,92%	88,6	49,47%	-	-	-	-	114,3	34,80%
57650000	FAZENDA CACHETA	154,0	85,3	44,57%	77,0	49,98%	-	-	-	-	123,3	19,90%
57700000	CAIANA	90,2	83,4	7,49%	94,8	-5,18%	78,2	13,25%	78,9	12,53%	81,7	9,45%
57720000	DORES DO RIO PRETO	69,1	67,1	2,96%	59,7	13,70%	63,2	8,62%	66,0	4,56%	68,3	1,19%
57740000	GUAÇUÍ	166,6	143,1	14,12%	103,4	37,93%	135,6	18,62%	148,4	10,93%	153,6	7,79%
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	40,8	-	-	-	-	45,5	-11,66%	46,8	-14,81%	-	-
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	648,5	583,2	10,07%	539,0	16,88%	640,9	1,17%	660,8	-1,91%	684,2	-5,51%
57880000	MIMOSO DO SUL	116,0	115,1	0,77%	107,1	7,62%	123,9	-6,87%	117,4	-1,27%	121,6	-4,84%
57930000	SANTA CRUZ	454,3	522,8	-15,09%	689,2	-51,72%	612,5	-34,84%	601,8	-32,47%	623,0	-37,14%

Tabela N.5 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 100 anos e respectivos erros relativos (%). (continua)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56010000	PONTE DO SÃO LOURENÇO	90,7	117,4	-29,49%	126,1	-39,01%	149,4	-64,69%	149,3	-64,62%	127,9	-40,98%
56028000	PIRANGA	819,1	758,0	7,46%	448,7	45,22%	662,8	19,08%	619,4	24,38%	568,0	30,65%
56050000	ALTO RIO DOCE	60,3	49,7	17,56%	61,7	-2,24%	-	-	-	-	71,0	-17,69%
56055000	BRÁZ PIRES	202,0	212,2	-5,08%	226,0	-11,89%	200,3	0,85%	211,5	-4,73%	221,4	-9,62%
56065000	SENADOR FIRMINO	42,0	39,3	6,38%	49,4	-17,73%	44,4	-5,70%	47,1	-12,11%	49,3	-17,35%
56075000	PORTO FIRME	1020,5	977,4	4,23%	682,8	33,09%	1096,6	-7,46%	1067,9	-4,64%	729,0	28,56%
56090000	FAZENDA VARGINHA	37,6	37,7	-0,28%	37,3	0,79%	37,3	0,75%	37,8	-0,73%	39,6	-5,44%
56110000	PONTE NOVA	1469,5	1332,0	9,36%	1366,3	7,02%	1587,5	-8,03%	1439,3	2,06%	1319,9	10,18%
56145000	SÃO CAETANO DE MARIANA	65,0	51,9	20,10%	96,1	-47,80%	59,9	7,94%	63,4	2,53%	89,1	-37,04%
56148000	FURQUIM	410,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56240000	FAZENDA PARAÍSO	512,5	322,3	37,11%	299,4	41,58%	490,9	4,22%	484,9	5,38%	444,7	13,23%
56335000	ACAIACA	671,1	581,8	13,30%	458,6	31,66%	675,0	-0,57%	642,8	4,22%	589,5	12,16%
56337000	FAZENDA OCIDENTE	597,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56385000	SÃO MIGUEL DO ANTA	84,4	81,9	3,03%	135,8	-60,83%	79,7	5,65%	84,9	-0,52%	119,3	-41,34%
56400000	JEQUERI	273,0	253,9	6,99%	289,4	-6,01%	339,3	-24,28%	338,5	-24,00%	323,8	-18,62%
56425000	FAZENDA CACHOEIRA D'ANTAS	2118,1	1489,1	29,70%	2107,6	0,50%	1915,3	9,57%	1971,5	6,92%	1954,9	7,70%
56460000	MATIPÓ	140,0	133,9	4,35%	137,2	1,94%	169,9	-21,39%	171,8	-22,77%	156,5	-11,80%

Tabela N.5 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 100 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56485000	RAUL SOARES	209,1	244,6	-17,00%	257,8	-23,33%	303,4	-45,11%	298,3	-42,69%	271,6	-29,94%
56500000	ABRE CAMPO	178,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56520000	VERMELHO VELHO	25,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56539000	CACHOEIRA DOS ÓCULOS MONTANTE	2912,0	3587,3	-23,19%	3052,2	-4,81%	2735,1	6,07%	2875,1	1,27%	2714,0	6,80%
56565000	BOM JESUS DO GALHO	27,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56570000	PINGO D'ÁGUA	188,7	233,4	-23,66%	190,9	-1,15%	263,3	-39,51%	257,8	-36,57%	234,7	-24,36%
56610000	RIO PIRACICABA	536,4	482,9	9,98%	470,2	12,34%	516,2	3,77%	504,3	5,99%	580,1	-8,15%
56640000	CARRAPATO (BRUMAL)	332,4	358,4	-7,84%	409,6	-23,22%	321,4	3,30%	311,3	6,33%	358,2	-7,76%
56660000	NOVA ERA	1121,4	1480,8	-32,04%	1062,4	5,27%	1157,4	-3,20%	1159,4	-3,38%	1333,7	-18,93%
56670000	FAZENDA OLARIA	132,9	150,3	-13,08%	163,0	-22,64%	164,0	-23,36%	163,9	-23,31%	188,6	-41,85%
56695000	ACESITA	1557,9	1316,3	15,51%	1466,0	5,90%	1437,9	7,70%	1374,6	11,77%	1581,3	-1,50%
56720000	CACHOEIRA ESCURA	8112,7	4919,3	39,36%	4281,3	47,23%	5410,0	33,31%	5453,1	32,78%	5147,6	36,55%
56765000	DOM JOAQUIM	577,7	544,1	5,82%	561,2	2,85%	460,7	20,26%	451,8	21,80%	503,6	12,83%
56775000	FERROS	1991,8	1762,7	11,51%	1452,0	27,10%	1807,0	9,28%	1806,9	9,29%	1978,8	0,66%
56787000	FAZENDA BARRACA	536,5	616,5	-14,91%	525,9	1,98%	453,7	15,43%	454,3	15,32%	497,5	7,27%
56800000	SENHORA DO PORTO	317,8	374,4	-17,80%	310,1	2,43%	309,3	2,68%	297,2	6,49%	331,3	-4,24%

Tabela N.5 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 100 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56825000	NAQUE VELHO	1855,1	2494,1	-34,44%	2172,4	-17,10%	2459,8	-32,59%	2816,2	-51,81%	2658,4	-43,30%
56845000	FAZENDA CORRENTE	152,8	152,6	0,15%	158,5	-3,70%	136,5	10,70%	134,3	12,11%	149,7	2,03%
56846000	PORTO SANTA RITA	267,2	181,2	32,19%	266,7	0,18%	228,3	14,56%	248,5	7,00%	277,0	-3,67%
56850000	GOVERNADOR VALADARES	7149,7	5452,4	23,74%	5734,6	19,79%	6836,6	4,38%	7261,4	-1,56%	6854,6	4,13%
56860000	SÃO PEDRO DO SUAÇUÍ	382,0	311,0	18,59%	343,5	10,10%	349,1	8,63%	331,9	13,12%	370,0	3,15%
56870000	SANTA MARIA DO SUAÇUÍ	242,1	172,5	28,74%	131,2	45,80%	-	-	-	-	142,4	41,19%
56880000	FAZENDA URUPUCA	275,3	424,4	-54,15%	365,1	-32,60%	291,3	-5,81%	284,7	-3,42%	317,4	-15,28%
56892000	VILA MATIAS	1192,9	623,1	47,76%	1019,8	14,52%	1166,7	2,20%	1188,6	0,36%	1070,2	10,29%
56900000	CAMPANÁRIO	57,9	90,0	-55,39%	96,2	-66,14%	84,3	-45,57%	80,4	-38,74%	89,6	-54,65%
56915500	JAMPRUCA	154,6	169,3	-9,56%	178,4	-15,39%	154,6	-0,03%	150,3	2,78%	167,5	-8,37%
56920000	TUMIRITINGA	7801,6	6075,4	22,13%	7841,8	-0,51%	8082,3	-3,60%	8428,1	-8,03%	9452,7	-21,16%
56935000	DOM CAVATI	476,6	244,3	48,74%	269,0	43,56%	325,8	31,65%	329,3	30,90%	351,6	26,23%
56940000	BARRA DO CUIETÉ	475,2	511,5	-7,64%	538,6	-13,32%	477,2	-0,42%	469,3	1,26%	507,7	-6,84%
56948000	RESPLENDOR	6856,8	6096,7	11,08%	8503,8	-24,02%	8391,0	-22,38%	8633,4	-25,91%	7647,1	-11,53%
56960000	MANHUAÇU	538,7	341,1	36,68%	258,8	51,96%	-	-	-	-	459,1	14,77%
56967000	SANTANA DE MANHUAÇU	841,9	795,4	5,53%	552,6	34,36%	607,0	27,90%	596,9	29,10%	645,8	23,29%
56974000	CACHOEIRA DA NEBLINA	1095,5	642,2	41,38%	675,1	38,37%	731,1	33,26%	752,4	31,32%	814,1	25,69%

Tabela N.5 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 100 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
56976000	FAZENDA BRAGANÇA	1435,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56978000	SANTO ANTÔNIO DO MANHUAÇU	756,1	805,0	-6,46%	734,5	2,86%	645,0	14,70%	667,7	11,70%	722,4	4,46%
56983000	DORES DE MANHUMIRIM	51,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
56986000	FAZENDA BOA ESPERANÇA	93,4	95,3	-2,02%	124,2	-32,95%	116,8	-25,07%	114,9	-22,98%	124,3	-33,06%
56988500	IPANEMA	415,5	599,4	-44,26%	503,4	-21,15%	413,1	0,59%	456,8	-9,92%	487,7	-17,36%
56989000	MUTUM	389,0	296,4	23,82%	272,9	29,84%	305,1	21,58%	317,4	18,40%	338,9	12,88%
56989500	ASSARAI	1050,3	647,0	38,40%	653,7	37,76%	787,6	25,01%	774,1	26,30%	837,5	20,26%
56990000	SÃO SEBASTIÃO DA ENCRUZILHADA	1271,5	1207,5	5,04%	1193,4	6,15%	1367,9	-7,58%	1421,4	-11,79%	1594,2	-25,38%
56991000	AFONSO CLÁUDIO	156,2	146,8	6,04%	155,2	0,69%	184,7	-18,22%	193,1	-23,56%	162,8	-4,18%
56991500	LARANJA DA TERRA	364,5	360,2	1,19%	327,6	10,12%	327,5	10,17%	419,8	-15,17%	354,0	2,89%
56992000	BAIXO GUANDU	363,6	417,0	-14,67%	343,8	5,45%	446,3	-22,74%	475,0	-30,65%	400,5	-10,15%
56993000	ITAGUAÇU	390,3	151,1	61,28%	169,4	56,60%	-	-	-	-	236,3	39,45%
56993551	JUSANTE CÓRREGO DA PIABA	224,1	207,8	7,27%	217,9	2,78%	243,6	-8,68%	287,7	-28,37%	242,6	-8,23%
56994500	COLATINA	9294,2	9105,3	2,03%	7469,9	19,63%	11398,9	-22,64%	11659,4	-25,45%	10327,4	-11,12%
56995000	CACHOEIRA DO OITO	184,3	164,8	10,56%	122,1	33,73%	141,6	23,13%	148,0	19,66%	124,8	32,26%
56995500	PONTE DO PANCAS	213,9	202,7	5,22%	190,1	11,14%	237,4	-11,02%	246,5	-15,27%	207,9	2,81%

Tabela N.5 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 100 anos e respectivos erros relativos (%). (continuação)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57040005	VALSUGANA VELHA	23,1	29,7	-28,21%	30,0	-29,84%	-	-	-	-	36,3	-57,08%
57170000	CÓRREGO DO GALO	157,6	172,6	-9,47%	177,8	-12,81%	185,7	-17,78%	206,3	-30,89%	170,0	-7,85%
57190000	MARECHAL FLORIANO	74,9	85,6	-14,29%	73,0	2,55%	61,7	17,64%	59,3	20,77%	66,6	11,06%
57230000	FAZENDA JUCURUABA	230,5	216,4	6,13%	291,0	-26,25%	267,9	-16,22%	269,4	-16,87%	302,4	-31,19%
57250000	MATILDE	64,6	54,9	14,97%	47,1	27,15%	53,1	17,71%	51,0	21,09%	57,2	11,43%
57300000	PAU D'ALHO	86,3	125,0	-44,78%	89,2	-3,37%	97,8	-13,30%	94,1	-9,01%	105,6	-22,36%
57320000	ICONHA MONTANTE	206,6	157,0	24,03%	105,1	49,16%	136,7	33,83%	160,2	22,46%	132,0	36,11%
57350000	USINA FORTALEZA	96,5	96,3	0,29%	106,6	-10,46%	95,0	1,55%	93,8	2,85%	93,6	3,01%
57360000	IÚNA	122,5	127,4	-4,05%	113,7	7,16%	106,1	13,33%	113,3	7,49%	113,1	7,65%
57370000	TERRA CORRIDA MONTANTE	208,1	132,9	36,12%	200,9	3,43%	167,8	19,34%	182,5	12,32%	182,1	12,47%
57400000	ITAICI	390,0	284,8	26,95%	296,9	23,85%	330,3	15,31%	345,3	11,45%	344,7	11,60%
57420000	IBITIRAMA	294,0	260,5	11,39%	252,8	14,00%	303,8	-3,35%	297,7	-1,27%	297,2	-1,09%
57450000	RIVE	782,1	647,1	17,26%	657,2	15,97%	751,6	3,90%	770,5	1,49%	769,2	1,66%
57460000	PACOTUBA	1141,4	625,5	45,20%	906,5	20,58%	933,5	18,22%	964,4	15,51%	962,7	15,65%
57476500	FAZENDA LAJINHA	139,4	167,9	-20,42%	172,5	-23,73%	170,0	-21,89%	154,7	-10,96%	170,2	-22,08%
57490000	CASTELO	264,9	349,2	-31,83%	274,7	-3,73%	268,0	-1,19%	276,3	-4,31%	303,9	-14,76%
57550000	USINA SÃO MIGUEL	384,9	449,5	-16,76%	375,1	2,54%	354,8	7,84%	364,2	5,39%	400,7	-4,09%

Tabela N.5 - Comparação entre os resultados de estimativas de vazões máximas (m³/s) obtidas por regionalização e diretamente para o posto, para tempo de retorno 100 anos e respectivos erros relativos (%). (conclusão)

Código	Nome	Local	MET1	ER%	MET2	ER%	MML	ER%	MML Total	ER%	MML Reg.	ER%
57555000	COUTINHO	1175,1	696,1	40,76%	937,5	20,22%	1191,0	-1,36%	1258,0	-7,06%	1255,8	-6,87%
57560000	CACHOEIRO DO ITAPEMIRIM	1227,7	1424,7	-16,05%	1409,6	-14,82%	1107,8	9,77%	1113,9	9,26%	1225,6	0,17%
57580000	USINA PAINEIRAS	838,7	608,2	27,48%	836,3	0,29%	-	-	-	-	1082,9	-29,11%
57630000	ATÍLIO VIVACQUA	216,7	138,9	35,90%	98,2	54,69%	-	-	-	-	124,7	42,46%
57650000	FAZENDA CACHETA	173,1	94,0	45,68%	84,2	51,37%	-	-	-	-	136,7	21,02%
57700000	CAIANA	111,2	95,9	13,71%	107,1	3,70%	92,2	17,05%	89,0	19,92%	97,2	12,57%
57720000	DORES DO RIO PRETO	82,3	75,7	7,99%	67,4	18,15%	74,5	9,49%	74,5	9,48%	81,3	1,18%
57740000	GUAÇUÍ	200,8	158,8	20,91%	116,7	41,86%	159,9	20,38%	167,5	16,56%	182,9	8,91%
57770000	SÃO JOSÉ DO CALÇADO	44,0	-	-	-	-	53,7	-21,86%	52,8	-19,97%	-	-
57830000	PONTE DO ITABAPOANA	725,2	616,6	14,97%	608,6	16,08%	755,7	-4,21%	746,1	-2,89%	814,6	-12,33%
57880000	MIMOSO DO SUL	128,7	126,5	1,72%	120,9	6,06%	146,1	-13,49%	132,6	-2,97%	144,7	-12,42%
57930000	SANTA CRUZ	480,1	531,0	-10,60%	778,1	-62,09%	722,3	-50,45%	679,4	-41,52%	741,7	-54,50%