UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ISABELA FADINI CASTIGLIONI

# ANÁLISE REGIONAL DE VAZÕES PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM

VITÓRIA
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ISABELA FADINI CASTIGLIONI

# ANÁLISE REGIONAL DE VAZÕES PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Ambiental apresentado à Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental sob orientação do prof. Dr. José Antônio Tosta dos Reis.

VITÓRIA
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**
**CENTRO TECNOLÓGICO**
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

# ANÁLISE REGIONAL DE VAZÕES PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPEMIRIM

**ISABELA FADINI CASTIGLIONI**

Prof. José Antônio Tosta dos Reis
Orientador

Prof. Daniel Rigo
Examinador Interno

Prof.ª Luciana Cabral Costa Santos
Examinadora Externa

Vitória, 08 de Agosto de 2013

**RESUMO**

No atual contexto de rápido e crescente desenvolvimento econômico, é fundamental o conhecimento da disponibilidade hídrica de uma região, do planejamento e gestão eficaz de oferta e demanda dos recursos hídricos. As técnicas de regionalização podem ser utilizadas para a avaliação do comportamento hídrico em bacias hidrográficas cujo monitoramento de características hidrológicas e climatológicas é limitado, uma vez que permitem a transferência espacial de informações de um local para o outro, compensando a insuficiência de dados reais. O presente trabalho objetivou o estabelecimento de análise regional de vazões na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, importante sistema hídrico na porção sul do estado do Espírito Santo. Para tanto, foi realizada a caracterização fisiográfica das sub-bacias das estações fluviométricas instaladas e em operação na referida bacia, foram apropriados indicadores regionais de vazão associados às vazões média, mínimas e máximas, foram regionalizadas as vazões médias de longo período, vazão de permanência de 90% ($Q_{90}$) e vazão mínima de 7 dias associada ao período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$), por meio de análises de regressão simples e múltiplas. Adicionalmente, foi realizada a regionalização hidrológica das curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas, com o emprego dos métodos dos Valores Característicos e Curva Adimensional, e da curva de permanência, com uso dos métodos da Equação Empírica e da Curva Adimensional. Os indicadores regionais apropriados proporcionaram resultados com erros percentuais abaixo de 30% para maioria das estações fluviométricas. Para a regionalização da vazão $Q_m$, a função regional que forneceu os melhores resultados foi a que utilizou área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Para as vazões $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, as melhores correlações forma obtidas com a função regional que considerou somente o comprimento total dos cursos d'água. As análises de regressão considerando área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro foram as que proporcionaram os menores erros médios para as curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas e curvas de permanência. O Método dos Valores característicos apresentou as melhores respostas para a regionalização das curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas. Para a regionalização da curva de permanência os melhores resultados foram obtidos a partir do Método da Equação Empírica.

Palavra-chave Análise regional, vazões, rio Itapemirim.

# SUMÁRIO

**1. INTRODUÇÃO ..... 20**

**2. OBJETIVOS ..... 22**

2.1. OBJETIVO GERAL ..... 22

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 22

**3. REVISÃO DE LITERATURA ..... 23**

3.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA ..... 23

3.2. VARIÁVEIS E FUNÇÕES HIDROLÓGICAS ..... 26

3.3. VARIÁVEIS EXPLICATIVAS NA REGIONALIZAÇÃO ..... 29

3.4. INDICADORES REGIONAIS ..... 31

3.4.1. Indicador de vazão média ..... 32

3.4.2. Indicadores obtidos a partir da curva de permanência ..... 32

3.4.3. Indicadores de vazões mínimas ..... 33

3.4.4. Indicadores de vazões máximas ..... 33

3.5. REGIONALIZAÇÃO DE CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA ..... 34

3.5.1. Método dos Valores Característicos ..... 34

3.5.2. Método da Curva Adimensional ..... 36

3.5.3. Método da Equação Empírica ..... 37

**4. ÁREA DE ESTUDO ..... 40**

**5. METODOLOGIA ..... 42**

5.1. SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES E ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS ..... 42

5.2. APROPRIAÇÃO DE VARIÁVEIS EXPLICATIVAS ..... 42

5.3. CÁLCULO DOS INDICADORES REGIONAIS DE VAZÃO ..... 44

5.4. REGIONALIZAÇÃO DE $Q_m$, $Q_{90}$ E $Q_{7,10}$ ..... 45

5.5. REGIONALIZAÇÃO DAS CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA ..... 46

5.5.1. Curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas ..... 46

5.5.2. Curva de permanência ..... 48

**6. RESULTADOS E DISCUSSÃO ..... 50**

6.1. SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES E ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS ..... 50

6.2. VARIÁVEIS EXPLICATIVAS ..... 52
6.3. INDICADORES REGIONAIS DE VAZÃO ..... 52
6.3.1. Indicador de vazão média ..... 54
6.3.2. Indicadores obtidos a partir da curva de permanência ..... 55
6.3.3. Indicadores de vazões mínimas ..... 58
6.3.4. Indicadores de vazões máximas ..... 61
6.3.5. Síntese associada ao emprego dos indicadores regionais de vazão ..... 64
6.4. REGIONALIZAÇÃO DE $Q_m$, $Q_{90}$ E $Q_{7,10}$ ..... 64
6.4.1. Vazão $Q_m$ ..... 65
6.4.2. Vazão $Q_{90}$ ..... 68
6.4.3. Vazão $Q_{7,10}$ ..... 71
6.4.4. Síntese associada à regionalização das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$ ..... 74
6.5. REGIONALIZAÇÃO DAS CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES ..... 75
6.5.1. Curva de probabilidade de vazões mínimas ..... 76
6.5.2. Curva de probabilidade de vazões máximas ..... 86
6.5.3. Curva de permanência ..... 95
6.5.4. Síntese associada à regionalização das curvas de probabilidade e de permanência de vazões ..... 104
**7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ..... 105**
**8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 107**
**APÊNDICES ..... 113**
APÊNDICE A – REGIONALIZAÇÃO DE $Q_m$, $Q_{90}$ E $Q_{7,10}$ ..... 113
APÊNDICE B – REGIONALIZAÇÃO DAS CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA ..... 123

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

**Figura 1**. Localização da bacia hidrográfica do rio Itapemirim no estado do Espírito Santo..... 40
**Figura 2**. Fluxograma de atividades desenvolvidas no presente trabalho..... 49
**Figura 3**. Localização das estações fluviométricas selecionadas na bacia do rio Itapemirim.... 50
**Figura 4**. Vazões médias de longo período reais e estimadas por meio do indicador vazão específica. ..... 55
**Figura 5**. Vazões com 95% de permanência reais e estimada por meio do indicador $rcp_{95}$..... 56
**Figura 6**. Vazões com 50% de permanência reais e estimadas por meio do indicador $rcp_{50}$. ... 58
**Figura 7**. Vazões médias mínimas com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos reais e estimadas por meio do indicador $r_{7,10}$. ..... 59
**Figura 8**. Vazões com 95% de permanência reais e estimadas por meio do indicador $r_m$. ..... 60
**Figura 9**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 2 anos reais e estimadas por meio do indicador $r_{mc}$. ..... 62
**Figura 10**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 100 anos reais e estimadas por meio do indicador $r_{100}$. ..... 63
**Figura 11**. Vazões médias de longo período reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro figuram como variáveis independentes. ..... 67
**Figura 12**. Vazões médias de longo período reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área figura como variável independente. ..... 68
**Figura 13**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas com auxílio da função regional na qual comprimento total dos cursos d'água figura como variável independente. ..... 70
**Figura 14**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área figura como variável independente. ..... 71
**Figura 15**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas com auxílio da função regional na qual comprimento total dos cursos d'água figura como variável independente. ..... 73
**Figura 16**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área figura como variável independente. ..... 74
**Figura 17**. Curva Adimensional de vazões mínimas com duração de 1 dia para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim. ..... 78
**Figura 18**. Curvas de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Nota: Barra de erros de 30%. ..... 81
**Figura 19**. Curvas de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área de drenagem como variável explicativa. Nota: Barra de erros de 30%..... 85

**Figura 20**. Curva Adimensional de vazões máximas, para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim. ..... 87
**Figura 21**. Curvas de probabilidade de vazões máximas – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Nota: Barra de erros de 30%. ..... 90
**Figura 22**. Curvas de probabilidade de vazões máximas – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área de drenagem como variável explicativa. Nota: Barra de erros de 30%. ..... 94
**Figura 23**. Curva de permanência para a estação Ibitirama. ..... 96
**Figura 24**. Curva de permanência de vazões adimensional para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim. ..... 97
**Figura 25**. Curvas de permanência – Curvas reais e estimadas pelos métodos da Equação Empírica e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Nota: Barra de erros de 30%. .... 100
**Figura 26**. Curvas de permanência – Curvas reais e estimadas pelos métodos da Equação Empírica e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área como variável explicativa. Nota: Barra de erros de 30%. ..... 103
**Figura 27**. Curva de permanência para a estação Usina Fortaleza. ..... 152
**Figura 28**. Curva de permanência para a estação Terra Corrida Montante. ..... 152
**Figura 29**. Curva de permanência para a estação Itaici. ..... 153
**Figura 30**. Curva de permanência para a estação Ibitirama. ..... 153
**Figura 31**. Curva de permanência para a estação Rive. ..... 153
**Figura 32**. Curva de permanência para a estação Castelo. ..... 154
**Figura 33**. Curva de permanência para a estação Usina São Miguel. ..... 154
**Figura 34**. Curva de permanência para a estação Coutinho. ..... 154
**Figura 35**. Curva de permanência para a estação Usina Paineiras. ..... 155

## TABELAS

**Tabela 1**. Exemplos de variáveis de regionalização (fonte: adaptado de Tucci, 2002). ..... 29
**Tabela 2**. Identificação e localização das estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim. . 51
**Tabela 3**. Percentual de falhas nas séries históricas de vazões das estações fluviométricas... 51
**Tabela 4**. Variáveis explicativas apropriadas para as estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim. ..... 52
**Tabela 5**. Vazões apropriadas para as estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim, em $m^3/s$. ..... 53
**Tabela 6**. Indicadores regionais de vazão para o conjunto de estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim. ..... 54
**Tabela 7**. Vazões médias de longo período reais, estimadas com emprego do indicador vazão específica e erros percentuais entre vazões reais e estimadas. ..... 54
**Tabela 8**. Vazões com 95% de permanência reais, estimadas com emprego do indicador $rcp_{95}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas. ..... 56

**Tabela 9**. Vazões com 50% de permanência reais, estimadas com emprego do indicador $rcp_{50}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas. ..... 57
**Tabela 10**. Vazões $Q_{7,10}$ reais, $Q_{7,10}$ estimadas com emprego do indicador $r_{7,10}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas. ..... 59
**Tabela 11**. Vazões com 95% de permanência reais, estimadas com emprego do indicador $r_m$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas. ..... 60
**Tabela 12**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 2 anos reais, estimadas com emprego do indicador rmc e erros percentuais entre vazões reais e estimadas. ..... 61
**Tabela 13**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 100 anos reais, estimadas com emprego do indicador $r_{100}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas..... 63
**Tabela 14**. Equações de regionalização para a vazão média de longo período ($Q_m$), coeficientes de correlação e erros médios para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim..... 65
**Tabela 15**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes..... 66
**Tabela 16**. Equações de regionalização para a vazão $Q_{90}$, coeficientes de correlação e erros médios para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim. ..... 69
**Tabela 17**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente..... 70
**Tabela 18**. Equações de regionalização para a vazão $Q_{7,10}$, coeficientes de correlação e erros médios para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim. ..... 72
**Tabela 19**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 73
**Tabela 20**. Vazões mínimas com duração de 1 dia, em $m^3/s$, associadas a diferentes períodos de retorno. ..... 76
**Tabela 21**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 2 anos ($Q_{1,2}$) e 100 anos ($Q_{1,100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos..... 77
**Tabela 22**. Equações de regressão utilizadas no Método da Curva Adimensional, relacionando a vazão média de longo período e as diferentes variáveis explicativas..... 77
**Tabela 23**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com período de retorno de T anos ($Q_{1,T}$), entre 2 e 100 anos, obtidas pelo Método da Curva Adimensional..... 79
**Tabela 24**. Erro médio global associado à regionalização da curva de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia na bacia do rio Itapemirim..... 79
**Tabela 25**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. ..... 82
**Tabela 26**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas..... 83
**Tabela 27**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos - Resultados obtidos a partir de função regional com área de drenagem como variável explicativa. ..... 84

**Tabela 28**. Vazões máximas reais, em $m^3/s$, associadas a diferentes períodos de retorno. ..... 86
**Tabela 29**. Funções regionais associadas às vazões máximas com período de retorno de 2 anos ($Q_2$) e 100 anos ($Q_{100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos. ..... 86
**Tabela 30**. Funções regionais associadas às vazões máximas com período de retorno de T anos ($Q_T$), entre 2 e 100 anos, obtidas pelo Método da Curva Adimensional. ..... 88
**Tabela 31**. Erro médio global associado à regionalização da curva de probabilidade de vazões máximas na bacia do rio Itapemirim. ..... 88
**Tabela 32**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo Método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. ..... 91
**Tabela 33**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo Método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. ..... 92
**Tabela 34**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem como variável explicativa. . 93
**Tabela 35**. Vazões associadas às curvas de permanência das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Itapemirim. ..... 95
**Tabela 36**: Equações de regressão entre as vazões $Q_{50}$ e $Q_{95}$ e as variáveis independentes - Método da Equação Empírica. ..... 96
**Tabela 37**: Funções regionais associadas às vazões com permanência (pr) entre 50 e 95%, obtidas pelo Método da Curva Adimensional. ..... 98
**Tabela 38**: Erro médio global associado à regionalização da curva de permanência na bacia do rio Itapemirim. ..... 98
**Tabela 39**. Erro percentual entre vazões de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. ..... 101
**Tabela 40**. Erro percentual entre vazões de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área como variável explicativa. ..... 102
**Tabela 41**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem como variável independente. ..... 113
**Tabela 42**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 113
**Tabela 43**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com densidade de drenagem como variável independente. ..... 114
**Tabela 44**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com perímetro como variável independente. ..... 114
**Tabela 45**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com precipitação média variável independente. . 114
**Tabela 46**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com altitude média variável independente. ..... 115

**Tabela 47**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 115
**Tabela 48**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 115
**Tabela 49**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 116
**Tabela 50**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 116
**Tabela 51**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem como variável independente. ..... 116
**Tabela 52**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 117
**Tabela 53**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com densidade de drenagem como variável independente. ..... 117
**Tabela 54**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com perímetro como variável independente. ..... 117
**Tabela 55**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com precipitação média como variável independente. ..... 118
**Tabela 56**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com altitude média como variável independente. 118
**Tabela 57**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 118
**Tabela 58**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 119
**Tabela 59**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 119
**Tabela 60**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 119
**Tabela 61**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem como variável independente. ..... 120

**Tabela 62**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 120
**Tabela 63**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com densidade de drenagem como variável independente..... 120
**Tabela 64**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com perímetro como variável independente. ..... 121
**Tabela 65**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com precipitação média como variável independente. ..... 121
**Tabela 66**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com altitude média como variável independente. ..... 121
**Tabela 67**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 122
**Tabela 68**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 122
**Tabela 69**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 122
**Tabela 70**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 123
**Tabela 71**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 2 anos ($Q_{1,2}$) e 5 anos ($Q_{1,5}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos. ..... 123
**Tabela 72**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 10 anos ($Q_{1,10}$) e 20 anos ($Q_{1,20}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos..... 124
**Tabela 73**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 50 anos ($Q_{1,50}$) e 100 anos ($Q_{1,100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos. ..... 124
**Tabela 74**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 124
**Tabela 75**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 125
**Tabela 76**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 125

**Tabela 77**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 125
**Tabela 78**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 126
**Tabela 79**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 126
**Tabela 80**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 126
**Tabela 81**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 127
**Tabela 82**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 127
**Tabela 83**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 127
**Tabela 84**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com altitude média como variável independente. .. 128
**Tabela 85**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 128
**Tabela 86**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 128
**Tabela 87**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 129
**Tabela 88**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 129
**Tabela 89**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 129
**Tabela 90**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 130
**Tabela 91**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 130

**Tabela 92**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 130
**Tabela 93**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 131
**Tabela 94**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 131
**Tabela 95**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 131
**Tabela 96**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 132
**Tabela 97**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 132
**Tabela 98**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 132
**Tabela 99**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 133
**Tabela 100**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 133
**Tabela 101**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente. 133
**Tabela 102**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 134
**Tabela 103**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 134
**Tabela 104**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 134
**Tabela 105**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 135
**Tabela 106**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 135
**Tabela 107**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 135

**Tabela 108**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 136
**Tabela 109**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 136
**Tabela 110**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 136
**Tabela 111**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes..... 137
**Tabela 112**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes..... 137
**Tabela 113**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes..... 137
**Tabela 114**. Funções regionais associadas às vazões máximas com períodos de retorno de 2 anos ($Q_2$) e 5 anos ($Q_5$), obtidas pelo método dos Valores Característicos..... 138
**Tabela 115**. Funções regionais associadas às vazões máximas com períodos de retorno de 10 anos ($Q_{10}$) e 20 anos ($Q_{20}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos. ..... 138
**Tabela 116**. Funções regionais associadas às vazões máximas com períodos de retorno de 50 anos ($Q_{50}$) e 100 anos ($Q_{100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos. ..... 138
**Tabela 117**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem como variável independente..... 139
**Tabela 118**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 139
**Tabela 119**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 139
**Tabela 120**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 140
**Tabela 121**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente..... 140
**Tabela 122**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 140
**Tabela 123**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 141
**Tabela 124**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 141

**Tabela 125**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 141
**Tabela 126**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 142
**Tabela 127**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 142
**Tabela 128**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com altitude média como variável independente. . 142
**Tabela 129**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 143
**Tabela 130**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 143
**Tabela 131**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 143
**Tabela 132**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 144
**Tabela 133**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 144
**Tabela 134**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 144
**Tabela 135**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 145
**Tabela 136**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 145
**Tabela 137**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 145
**Tabela 138**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 146
**Tabela 139**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 146
**Tabela 140**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 146

**Tabela 141**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente..... 147
**Tabela 142**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 147
**Tabela 143**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 147
**Tabela 144**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 148
**Tabela 145**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 148
**Tabela 146**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 148
**Tabela 147**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com altitude média como variável independente..... 149
**Tabela 148**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ... 149
**Tabela 149**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 149
**Tabela 150**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 150
**Tabela 151**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 150
**Tabela 152**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 150
**Tabela 153**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 151
**Tabela 154**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes..... 151
**Tabela 155**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes..... 151
**Tabela 156**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 152
**Tabela 157**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.... 155

**Tabela 158**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 155
**Tabela 159**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 156
**Tabela 160**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 156
**Tabela 161**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 156
**Tabela 162**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 157
**Tabela 163**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 157
**Tabela 164**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 157
**Tabela 165**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ... 158
**Tabela 166**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 158
**Tabela 167**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 158
**Tabela 168**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 159
**Tabela 169**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 159
**Tabela 170**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 159
**Tabela 171**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 160
**Tabela 172**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 160

**Tabela 173**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 160
**Tabela 174**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 161
**Tabela 175**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 161
**Tabela 176**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 162
**Tabela 177**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 162
**Tabela 178**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente. ..... 162
**Tabela 179**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 163
**Tabela 180**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente. ..... 163
**Tabela 181**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 163
**Tabela 182**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente. ..... 164
**Tabela 183**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 164
**Tabela 184**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente. ..... 164
**Tabela 185**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 165
**Tabela 186**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente. ..... 165
**Tabela 187**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ... 165

**Tabela 188**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente. ..... 166
**Tabela 189**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 166
**Tabela 190**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes. ..... 166
**Tabela 191**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 167
**Tabela 192**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes. ..... 167
**Tabela 193**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 167
**Tabela 194**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 168
**Tabela 195**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 168
**Tabela 196**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. ..... 169

# 1. INTRODUÇÃO

A água, recurso natural essencial à vida, em todos os níveis e formas, configura-se como um elemento fundamental para o desenvolvimento das sociedades modernas. No cenário atual, o rápido e crescente desenvolvimento econômico provoca um aumento da demanda por água para suprir usos variados, o que ocasiona, frequentemente, conflitos entre usuários de bacias hidrográficas. Neste contexto, é reforçada a necessidade do conhecimento da disponibilidade hídrica de uma região, do planejamento e gestão eficaz de oferta e demanda dos recursos hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei 9.433, em 8 de janeiro de 1997, tem como objetivo assegurar que as gerações atuais e futuras tenham água disponível, com padrões de qualidade adequados aos usos. No estado do Espírito Santo foi instituída, em 29 de dezembro de 1998, por meio da Lei 5.818, a Política Estadual de Recursos Hídricos, com princípios, diretrizes e objetivos em consonância com a Política Nacional.

Um dos instrumentos para se atingir os objetivos propostos nas políticas de recursos hídricos são os planos de recursos hídricos, que contemplam, dentre outros itens, o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e o balanço entre disponibilidades e demandas futuras, com identificação de conflitos potenciais. Desta forma, para se promover o uso adequado dos recursos hídricos de uma região, é imprescindível conhecer os regimes de vazões dos rios e os regimes de chuvas nas bacias hidrográficas, levando-se em consideração suas variações no espaço e no tempo. Essas informações também são fundamentais para o desenvolvimento de outro instrumento previsto na Política: a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, que visa assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

O balanço entre disponibilidade e demandas hídricas, contemplado no plano de recursos hídricos e essencial à outorga dos direitos de uso da água, deve ser realizado, de forma sistemática, por meio da coleta de elementos hidrométricos, climatológicos, de qualidade de água superficial e subterrânea e do inventário dos recursos hídricos da

bacia (VEIGA DA CUNHA *et al*., 1980 *apud* AGRA *et al*., 2005). Porém, devido aos altos custos de implantação, operação e manutenção de uma rede hidrométrica, o acesso aos dados hidrológicos de grande parte dos cursos d'águas em território nacional se torna limitado. Segundo Santos (2009), usualmente não existem na rede oficial brasileira estações fluviométricas com área de drenagem inferior a 100 $km^2$. Ainda, segundo Tucci (2002), uma rede hidrométrica dificilmente cobre todos os locais de interesse necessários ao gerenciamento dos recursos hídricos de uma região.

O estado do Espírito Santo possui, de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA, 2008), uma estação fluviométrica para cada 312 $km^2$. Considerando-se que a média nacional é de uma estação para cada 1.592 $km^2$, observa-se que a densidade para o Estado é relativamente elevada. Todavia, grande parte das estações fluviométricas contabilizadas pela ANA para o Espírito Santo não se encontra mais em operação ou possui série histórica curta, além de estar distribuída de forma irregular em todo o território do Estado (REIS *et al*., 2006). Além disso, muitas estações em atividade possuem quantidade significativa de falhas nos registros, o que prejudica a utilização de seus valores de vazão nos estudos de disponibilidade hídrica.

Nesse contexto, técnicas de regionalização hidrológica podem ser utilizadas para a avaliação do comportamento hídrico em bacias cujo monitoramento é limitado, uma vez que permitem a transferência espacial de informações de um local para o outro, compensando a insuficiência de dados reais.

O presente trabalho tem como foco a condução de uma análise regional de vazões na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, importante sistema hídrico na porção sul do estado do Espírito Santo, além de fornecer subsídios técnicos para a gestão de recursos hídricos na região.

# 2. OBJETIVOS

## 2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal do presente trabalho é estabelecer uma análise regional de vazões na bacia hidrográfica do rio Itapemirim.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Especificamente, propõe-se:

- Caracterizar fisiograficamente as sub-bacias das estações fluviométricas instaladas e em operação na bacia hidrográfica do rio Itapemirim.
- Apropriar indicadores regionais de vazão associados às vazões médias, mínimas e máximas monitoradas na bacia hidrográfica do rio Itapemirim.
- Propor funções regionais aplicáveis à apropriação das vazões médias de longo período, vazão mínima associada à permanência de 90% e vazão mínima de 7 dias associada ao período de retorno de 10 anos.
- Propor funções regionais aplicáveis à definição das curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas e da curva de permanência.
- Comparar as respostas das diferentes metodologias de regionalização hidrológica.

# 3. REVISÃO DE LITERATURA

## 3.1. ASPECTOS GERAIS SOBRE REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA

De acordo com Tucci (2002), o termo regionalização tem sido utilizado, em Hidrologia, para denominar a transferência de informações de um local para o outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. Essa técnica configura-se como uma ferramenta importante no gerenciamento dos recursos hídricos e é utilizada para suprir a defasagem de informações hidrológicas em locais com pequena disponibilidade de dados (AMORIM *et al*., 2005).

A regionalização hidrológica, segundo Amorim *et al*.(2005), possibilita a obtenção simples e rápida de variáveis hidrológicas, como vazões máximas, mínimas e médias de longo período, sendo um instrumento eficaz em estudos de planejamento e administração de recursos hídricos. Outra vantagem dessa técnica, indicada por Tucci (2002), é a de permitir o aprimoramento da rede de coleta de dados hidrológicos, uma vez que explora melhor as informações disponíveis e salienta possíveis lacunas.

Por meio da regionalização é possível obter, por exemplo, vazões em seções com dados insuficientes ou nas quais não seja possível a instalação de estações hidrométricas, seja por fatores de ordem física ou fatores econômicos (AMORIM *et al*., 2005).

De acordo com Tucci (2002), a regionalização pode ser realizada para:

a) Variáveis: quando uma variável é determinada numa região com base em relações estabelecidas a partir de dados pontuais existentes.

b) Funções: quando uma função hidrológica é determinada numa região com base em dados hidrológicos existentes.

c) Parâmetros: quando os parâmetros de uma função ou modelo matemático são determinados pela sua relação com características físicas das bacias, a partir do ajuste de um modelo com base em dados observados em algumas bacias.

Silva Júnior *et al*. (2003) ressaltam que a regionalização não substitui informações, apenas é utilizada para encontrar uma melhor estimativa levando em consideração as incertezas existentes. Em outras palavras, em seções nas quais existe medição de vazão, não se recomenda substituir os dados reais por resultados obtidos a partir do uso de modelos de regionalização.

Segundo Obregon *et al*. (1999), geralmente se utilizam as vazões existentes nas regionalizações desenvolvidas. Os mesmos autores afirmam que, quando estas informações são representativas, os resultados são satisfatórios; porém, a regionalização fica comprometida quando os dados disponíveis são deficientes.

A precisão da regionalização depende dos limites quantitativos das informações utilizadas. Quando as áreas das bacias cujos dados foram utilizados como base para a regionalização são consideravelmente maiores do que a área da bacia que se quer regionalizar, não se recomenda o uso de análises regionais (PEREIRA, 2012).

Em estudos de regionalização, é necessária a obtenção de características físicas e climáticas das bacias, características que serão utilizadas para estimar os valores das variáveis que serão regionalizadas (variáveis dependentes). Essas características são conhecidas como variáveis explicativas ou independentes e devem ser escolhidas de forma que o usuário da regionalização consiga determina-las com facilidade. Além disso, é necessário buscar a melhor combinação dessas variáveis que represente a distribuição dos valores da variável dependente (TUCCI, 2002).

Regiões ditas “hidrologicamente homogêneas” são aquelas que apresentam comportamento similar nos processos hidrológicos em toda a sua extensão e cujas diversas características físicas e climáticas variam minimamente (SOUSA, 2009). De acordo com Lemos (2006), na prática, regiões homogêneas são aquelas que apresentam alto coeficiente de determinação ($R^2$) entre as vazões e as características físicas e climáticas das sub-bacias. Segundo Pereira (2012), esse coeficiente “representa a proporção com que o modelo consegue explicar a variabilidade da função hidrológica estudada”, de forma que, “quanto mais próximo de 1 estiver o $R^2$, maior é a parcela explicada pelo modelo”.

A produção de trabalhos voltados para a temática da regionalização hidrológica tem sido relevante em função da importância do adequado conhecimento dos recursos hídricos no contexto atual. Muitos estudos se baseiam em metodologias consagradas na literatura, enquanto outros desenvolvem e/ou testam formas relativamente novas para a realização de análises regionais.

Ribeiro *et al*. (2005) avaliaram três metodologias de regionalização de vazões mínimas de referência ($Q_{7,10}$, $Q_{90}$ e $Q_{95}$) para a bacia do rio Doce e, dentre as características físicas e climáticas usadas, a área de drenagem foi a que melhor explicou o comportamento das vazões mínimas na referida bacia, estando presente na maioria das equações de regressão apresentadas. A metodologia de regionalização que apresentou os melhores resultados foi a tradicional, baseada na utilização de equações de regressão regionais, com erro relativo médio de 16,56%.

É importante ressaltar que a utilização das técnicas de regionalização nem sempre traz resultados satisfatórios. Sugai *et al*. (1998), por exemplo, observaram diferenças de até 100% entre os valores de $Q_{95}$ medidos em estações fluviométricas localizadas ao longo dos rios Ivaí e Piquiri (Estado do Paraná) e os respectivos valores regionalizados. Os autores ainda defendem a necessidade de investimentos pesados na ampliação e operação da rede de estações fluviométricas, bem como na pesquisa e desenvolvimento tecnológico de melhores modelos de regionalização para vazões de estiagem, a fim de que o sistema de outorga e cobrança dos direitos do uso da água possa funcionar adequadamente.

Souza (2011) aplicou o modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) para a regionalização de vazões mínimas na bacia do Altíssimo Rio Negro, localizada na divisa dos estados de Santa Catarina e Paraná. O objetivo do modelo foi prever o efeito das ações de uso e manejo do solo sobre os recursos hídricos, produção de sedimentos, produção de nutrientes e pesticidas, podendo ser aplicado em pequenas e grandes bacias. Para a simulação de vazões, o SWAT considerou, além das séries temporais, vários fatores espaciais, como relevo, hidrografia, uso do solo, tipo do solo. Apesar de ter reproduzido adequadamente as vazões mínimas para a bacia como um todo, o

SWAT apresentou limitações para reproduzir a variabilidade espacial das vazões nas sub-bacias.

Pereira (2012) realizou estudo de regionalização de vazões de permanência nas bacias da Região Hidrográfica do Uruguai, com o auxílio do programa SisCoRV (Sistema Computacional para Regionalização de Vazões), programa que apresenta interface gráfica e requisitos como rapidez, segurança e confiabilidade na manipulação dos dados. Os coeficientes de correlação ajustados obtidos para as funções regionais da vazão $Q_{90}$ variaram de 0,93 a 0,98, considerando as 5 regiões homogêneas encontradas no estudo.

Os trabalhos de Baena (2002), Barbosa (2002), Chaves *et al*. (2002) e Pessoa *et al*. (2011) constituem outros exemplos de aplicação e/ou desenvolvimento de técnicas de regionalização de vazões.

## 3.2. VARIÁVEIS E FUNÇÕES HIDROLÓGICAS

Segundo Tucci (2002), uma variável hidrológica pode ser entendida como uma expressão que identifica o comportamento de um processo ou fenômeno. Como exemplo, podem ser citadas as vazões médias, mínimas e máximas. Já a função hidrológica representa uma relação entre uma variável hidrológica e uma ou mais variáveis explicativas ou estatística (probabilidade), como a curva de permanência e a curva de probabilidade de vazões máximas e mínimas.

Em estudos de regionalização destinados a auxiliar o desenvolvimento de projetos de uso da água, como o abastecimento de água, a produção de energia elétrica, a irrigação, a navegação, dentre outros usos, busca-se determinar a vazão média de longo período, vazão correspondente à média das vazões da série histórica disponível em certa bacia (BAENA, 2002). A vazão média geralmente apresenta uma correlação muito boa com a área da bacia, por meio de uma função de potência, e seu conhecimento, bem como o conhecimento de suas variações sazonais, é importante para a estimativa da disponibilidade hídrica da bacia (TUCCI, 2002; BAENA, 2002).

Castro e Ruhoff (2009), em seu estudo de regionalização de vazões médias na região do Médio Uruguai, regionalizaram a vazão média de longo período por meio de análises de regressão. Foram feitas combinações entre área da bacia, número de confluências de drenagem e comprimento do rio principal, em regressões múltiplas. Os autores consideraram a estimativa de vazões satisfatória com o uso da variável área, uma vez que foi obtida alta correlação linear entre dados simulados e observados.

Euclydes *et al*. (2001) obtiveram resultados considerados excelentes, do ponto de vista de coeficientes de ajustamento, para a regionalização da vazão média de longo período na bacia do Alto São Francisco, à montante da barragem de Três Marias, por meio de regressão com a área de drenagem como variável explicativa.

A vazão máxima é entendida como a maior vazão que ocorre numa seção de um rio num período definido e representa as condições de inundação do local. A previsão de vazões máximas de longo prazo, num determinado lugar, é realizada estatisticamente, ou seja, é determinada a probabilidade de que ocorra um nível ou vazão com base em dados históricos registrados anteriormente naquele local (TUCCI, 2002). Dessa forma, o objetivo de uma curva de probabilidade de vazões máximas é o de obter a relação entre a vazão extrema e a probabilidade de ocorrerem valores maiores ou iguais a essa vazão.

De acordo com Euclydes *et al*. (2002), *apud* Baena (2002), a estimativa de vazões máximas associadas a um risco de ocorrência é importante para a determinação de áreas propícias à inundação e é imprescindível para a escolha e adoção de medidas estruturais e não estruturais para controle ou atenuação dos efeitos das cheias. O conhecimento das vazões máximas permite, adicionalmente, o entendimento de problemas relacionados à erosão e depósito de materiais sólidos carreados pelas águas.

As vazões mínimas correspondem aos menores valores de vazão dentro de uma série histórica (TUCCI, 2002). O conhecimento da vazão mínima e de sua distribuição temporal e espacial, segundo Baena (2002), é crucial para o planejamento regional em setores como geração de energia elétrica, navegação, projetos setoriais de

abastecimento, regularização artificial, outorga de uso da água, qualidade de água, estudos de autodepuração, na diluição de efluentes em corpos d'água, dentre outros. O autor ainda observa que as vazões mínimas de estiagem são utilizadas nestes estudos para os fins de análise, projeto, previsão, estimativa, regulamentação legal, operação e planejamento.

Segundo Tucci (2002), a vazão mínima é caracterizada por dois fatores: a quantidade de água e a duração. Baena (2002) sustenta que, na prática, a vazão mínima instantânea tem pouca utilidade, sendo utilizadas, normalmente, vazões com durações maiores, como sete ou trinta dias, uma vez que a sequência de vazões baixas é que representa uma situação desfavorável para a demanda ou para as condições de conservação ambiental.

Ainda de acordo com Baena (2002), a vazão mínima com sete dias de duração é utilizada, com frequência, como indicador da disponibilidade hídrica natural dos cursos d'água e possui a vantagem de não sofrer tanta influência de erros operacionais e de intervenções humanas no curso d'água.

A curva de probabilidade de vazões mínimas relaciona a vazão extrema e a probabilidade de ocorrerem valores menores ou iguais a essa vazão. De acordo com Tucci (2002), a análise de probabilidade de vazões mínimas é estabelecida para os menores valores médios de um período de "d" dias.

Muitas vezes o usuário está mais interessado em conhecer a amplitude de variação das vazões em determinado local do que conhecer vazões médias, máximas e mínimas. Para isso, pode-se utilizar a curva de permanência, que representa a parcela do tempo em que uma determinada vazão é igualada ou superada durante um período e pode ser obtida da frequência da ocorrência das vazões ou níveis de água numa bacia (TUCCI, 2002). Baena (2002) salienta que essa curva permite visualizar, facilmente, a potencialidade natural do curso d'água.

Segundo Euclydes *et al*. (2001), além dos resultados diretos que fornece para o estudo do aproveitamento das disponibilidades do curso d'água, as curvas de permanência são importantes para comparar as diferentes características das bacias hidrográficas,

evidenciando os efeitos do relevo, da vegetação e uso do solo e da precipitação sobre a distribuição das vazões. Os mesmos autores ressaltam que esta função hidrológica é utilizada em estudos hidrelétricos, de navegação, qualidade da água, dentre outros.

As curvas de permanência são usualmente relevantes para os processos de outorga do uso da água. No Estado de Espírito Santo, por exemplo, a Instrução Normativa Nº 13, de 9 de dezembro de 2009, do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), determina a utilização da vazão de 90% de permanência ($Q_{90}$) como vazão de referência para outorga do uso da água em corpos d'água do domínio do Estado.

## 3.3. VARIÁVEIS EXPLICATIVAS NA REGIONALIZAÇÃO

As variáveis explicativas, na regionalização, são aquelas utilizadas para estimar o valor de variáveis regionalizadas e tratam-se das características físicas e climáticas da bacia de interesse. A Tabela 1, extraída de Tucci (2002), apresenta algumas das variáveis usualmente utilizadas em análises regionais.

**Tabela 1**. Exemplos de variáveis de regionalização (fonte: adaptado de Tucci, 2002).

| **Variável regionalizada** | **Variáveis explicativas** |
|---|---|
| Vazão média | Área da bacia, precipitação |
| Vazão média de cheia | Área da bacia, precipitação, declividade e comprimento do rio |
| Vazão mínima | Área da bacia e densidade de drenagem |

Segundo Viessman *et al*. (1972), *apud* Baena (2002), e Garcez e Alvarez (1988), *apud* Baena (2002), a área de drenagem é uma das principais variáveis explicativas, utilizada em quase todos os estudos de regionalização de vazões devido à sua influência na potencialidade hídrica da bacia hidrográfica. Barbosa *et al*. (2005), por sua vez, sustentam que as características físicas utilizadas como variáveis independentes, em

geral, são a área de drenagem, o comprimento e a declividade do curso d'água principal e a densidade de drenagem.

De acordo com Lemos (2006), a obtenção das características físicas das bacias hidrográficas era realizada, até pouco tempo atrás, manualmente, de forma demorada e trabalhosa, o que aumentava a probabilidade de ocorrência de erros e falhas durante a execução das atividades. Com o desenvolvimento tecnológico foram criados os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), que permitem a obtenção das características físicas desejadas de forma automatizada. Lemos (2006) ainda ressalta que esses sistemas possibilitaram o desenvolvimento de modelos digitais de elevação hidrologicamente consistentes e de técnicas mais precisas de definição do sistema de drenagem e delimitação de bacias hidrográficas.

Em relação às variáveis climáticas, Barbosa *et al*. (2005) afirmam que a precipitação média, o total anual ou o total do semestre mais chuvoso são normalmente empregadas. Baena (2002) também ressalta a importância da precipitação em estudos de regionalização em função da influência direta que tal variável exerce sobre o comportamento da vazão de um curso d’água.

É relevante registrar que outras características podem ser correlacionadas com as funções hidrológicas a serem regionalizadas, desde que sejam representativas dos fenômenos a serem simulados (PEREIRA, 2012). As referidas características também devem ser de fácil medição, a fim de facilitar o uso futuro dos resultados da regionalização.

Tucci (2002) observa que muitas variáveis explicativas possuem forte correlação entre si, de tal forma que ao introduzir uma nova variável provavelmente não haverá aumento de informação. Goés e Campana (2001), por exemplo, formularam modelos dinâmicos de regionalização de vazões incorporando variáveis de uso e ocupação do solo, como porcentagem de áreas impermeáveis, porcentagem de solo exposto e porcentagem de áreas irrigadas, e concluíram que tais variáveis não incrementaram melhorias significativas nos modelos, sustentando que os modelos obtidos com variáveis independentes usuais, tais como área de drenagem, foram satisfatórios.

Fioreze *et al*. (2008) testaram equações de regionalização com até seis variáveis explicativas (área de drenagem, comprimento do curso d'água principal, densidade de drenagem, coeficiente de compacidade, declividade do álveo e precipitação) e foram encontrados, de forma geral, resultados melhores por meio das equações contendo área e densidade de drenagem. Outra conclusão importante desse estudo, na bacia do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, foi a de que os modelos de regionalização avaliados apresentaram um bom desempenho na estimativa das vazões médias, mas foram inadequados para os eventos extremos (vazões máximas e mínimas).

## 3.4. INDICADORES REGIONAIS

Os indicadores regionais surgem como uma alternativa para a regionalização de variáveis hidrológicas. Um indicador regional é um valor médio de uma variável hidrológica (ou uma proporção entre variáveis hidrológicas) característico de uma região com comportamento homogêneo (REIS *et al*., 2008).

A utilização de indicadores de vazão foi utilizada por Curado (2003), em estudo de vazões mínimas em sub-bacias do Rio Miranda, pertencente à Bacia do Alto Paraguai, no Estado do Mato Grosso do Sul.

Indicadores regionais para vazões máximas, médias e mínimas foram calculados no estudo de Reis *et al*. (2008), para avaliação do regime de vazão dos cursos d'água da bacia do Rio Itabapoana, importante sistema hídrico para a porção sul do Estado do Espírito Santo. Os autores obtiveram indicadores de vazões médias consistentes, com pequenos desvios entre os valores reais e estimados, e indicadores de vazões máximas eficientes. Em contrapartida, foram encontrados erros percentuais significativos para os indicadores de vazões mínimas.

Serão discutidos, nos próximos itens, indicadores regionais usualmente utilizados para estimativa de vazões médias, mínimas, máximas e vazões com diferentes permanências nos cursos d'água.

### 3.4.1. Indicador de vazão média

A vazão específica – razão entre a vazão média de longo período e área de drenagem da bacia – é usualmente utilizada como um indicador regional de vazão média.

$$q = \frac{Q_m}{A} \tag{1}$$

Na expressão (1), $q$ é a vazão específica (m/s), $Q_m$ é a vazão média de longo período ($m^3/s$) e $A$ é a área de drenagem da bacia hidrográfica ($m^2$).

De acordo com Tucci (2002), a vazão específica média é um estimador aceitável para uma primeira análise da vazão média regional em locais sem dados. Vale ressaltar que a relação entre a vazão média e a área pode deixar de ser linear para bacias com áreas de drenagem muito diferentes, devido a diferentes fatores que podem influenciar no balanço hídrico de uma bacia (REIS *et al*., 2008).

Agra *et al*. (2005) salientam que a metodologia da vazão específica pode ser razoável se as características das bacias forem muito parecidas. Porém, muitas vezes, a vazão específica é utilizada sem muito critério, com a desconsideração do efeito de escala, quando se objetiva regionalizar vazões para projetos em bacias de pequeno ou médio porte utilizando dados fornecidos para grandes bacias.

### 3.4.2. Indicadores obtidos a partir da curva de permanência

Algumas relações podem ser definidas a partir de vazões oriundas da curva de permanência, podendo-se destacar as relações estabelecidas pelas equações (2) e (3).

$$rcp_{95} = \frac{Q_{95}}{Q_m} \tag{2}$$

$$rcp_{50} = \frac{Q_{50}}{Q_m} \tag{3}$$

Nas equações (2) e (3), $Q_{95}$ é a vazão com permanência de 95%, característica do comportamento de estiagem de uma bacia, e $Q_{50}$ é a vazão com permanência de 50%, característica de condições médias de escoamento do curso d'água.

### 3.4.3. Indicadores de vazões mínimas

Dois indicadores associados às vazões mínimas são o $r_{7,10}$, que estabelece a variabilidade entre a vazão média e uma vazão mínima característica, e o $r_m$, que permite identificar a relação entre as duas vazões mínimas características ($Q_{95}$ e $Q_{7,10}$). Esses indicadores são expressos pelas equações (4) e (5).

$$r_{7.10} = \frac{Q_{7.10}}{Q_m} \tag{4}$$

$$r_m = \frac{Q_{95}}{Q_{7.10}} \tag{5}$$

Nas expressões (4) e (5), $Q_{7.10}$ é a vazão média mínima com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos. É válido ressaltar que a vazão mínima $Q_{95}$ caracteriza uma situação de permanência de um estado recessivo de vazões, enquanto a $Q_{7.10}$ indica uma situação de estado mínimo (REIS *et al.*, 2008).

### 3.4.4. Indicadores de vazões máximas

Para o estudo de vazões máximas, são usualmente empregados dois indicadores. O primeiro deles, $r_{mc}$, permite analisar a amplitude das enchentes com relação às condições médias de um rio, uma vez que relaciona a vazão média de enchente ($Q_{mc}$), cujo tempo de retorno é de dois anos, e a vazão média de longo período ($Q_m$). O valor do indicador $r_{mc}$ é estimado com auxílio da expressão (6).

$$r_{mc} = \frac{Q_{mc}}{Q_m} \tag{6}$$

Vale destacar que a vazão $Q_{mc}$ corresponde aproximadamente à cota limite do leito menor de rios aluvionares (TUCCI, 2002). Outro indicador utilizado é o $r_{100}$, que estabelece a relação de vazões entre a capacidade de escoamento do leito menor do rio e a capacidade de escoamento do leito no limite de inundação do vale. O valor de $r_{100}$ é calculado a partir da equação (7).

$$r_{100} = \frac{Q_{100}}{Q_{mc}} \tag{7}$$

Na última expressão, $Q_{100}$ é a vazão com tempo de retorno de 100 anos e representa o limite superior da faixa de inundação ribeirinha (TUCCI, 2002).

## 3.5. REGIONALIZAÇÃO DE CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA

Neste item, serão sumariamente apresentadas metodologias para a regionalização de curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas e curvas de permanência.

### 3.5.1. Método dos Valores Característicos

No Método dos Valores Característicos, descrito por Tucci (2002), determinam-se, primeiramente, vazões características associadas às curvas de probabilidade de vazões mínimas e máximas (por exemplo $Q_{10}$, $Q_{20}$, $Q_{50}$, $Q_{100}$, etc.) ou associadas à curva de permanência. Em seguida, esses valores são relacionados com variáveis explicativas por meio de análises de regressão, que podem ser simples (uso de uma variável explicativa, apenas) ou multivariadas (uso de mais de uma variável explicativa, concomitantemente).

Na sequência, são usualmente analisados os coeficientes da regressão ou determinação ($R^2$) e o erro percentual entre os valores das vazões observadas e as estimadas pelo modelo. A combinação de estações que apresentar o melhor ajustamento deverá estar, provavelmente,em uma região hidrologicamente homogênea.

Se esses indicadores estatísticos não forem satisfatórios, significa que a região de estudo não é hidrologicamente homogênea, sendo necessário subdividir a região e se reiniciar o processo (PEREIRA, 2012).

De acordo com Thomas e Benson (1970), um dos requisitos práticos para análises de regressão múltipla é que as diferentes variáveis independentes não sejam altamente relacionadas entre si. Os autores ainda afirmam que violações desse critério podem levar a valores instáveis dos coeficientes de regressão e dificuldades na interpretação da efetividade das variáveis independentes incluídas na função regional.

Dificuldades na aplicação do Método dos Valores Característicos ocorrem quando as séries dos dados utilizados não são homogêneas, com postos com séries curtas, estabelecendo valores de vazão para tempos de retorno altos com grande erro, deteriorando a análise de regressão (TUCCI, 2002).

O método de regionalização a partir de regressão múltipla contém algumas limitações. Uma delas reside no fato de que o método depende da suposição de que todas as sequências da vazão aos locais vizinhos sejam estacionárias, ou seja, as propriedades estatísticas não se alteram com o passar do tempo, embora as séries possam ser diferentes entre si. Nem sempre o princípio da estacionariedade pode ser aplicado às séries hidrológicas, devido à influência de fatores como uso e ocupação do solo, construção de reservatórios, dentre outros, que acabam por alterar as propriedades estatísticas das variáveis de interesse (CLARKE e DIAS, 2003; PEREIRA, 2012).

Outra limitação mencionada por Clarke e Dias (2003) é a de que o método desconsidera algumas informações sobre a posição geográfica das estações, ou seja, não se considera a distância entre as estações cujos dados foram utilizados na regressão e o local de interesse. Os autores defendem a ideia de que os postos que são mais próximos ao ponto de estudo deveriam ter um peso maior na análise de regressão.

### 3.5.2. Método da Curva Adimensional

O Método da Curva Adimensional divide a regionalização em duas partes:

a) A primeira parte consiste em relacionar a variável de adimensionalização com as variáveis explicativas, por meio de uma análise de regressão.
b) Na segunda parte, obtém-se uma curva regional adimensionalizada, que corresponde à curva média adimensional de todas as curvas individuais das estações fluviométricas utilizadas no estudo.

A variável de adimensionalização é aquela pela qual os valores das curvas de probabilidade ou de permanência individuais serão divididos (adimensionalizados). Pelo método da Curva Adimensional estabelece-se, primeiramente, uma equação relacionando essa variável com as variáveis independentes (equação a). Em seguida, promove-se a adimensionalização dos valores das curvas de probabilidade ou de permanência de cada estação fluviométrica, produzindo-se, assim, curvas individuais adimensionalizadas. A próxima etapa é encontrar a curva média (equação b) dentre as curvas individuais produzidas.

Por fim, é possível agrupar as equações a e b, produzindo-se uma terceira equação, que relaciona a vazão com as variáveis independentes e com os diferentes períodos de retorno ou permanências.

O Método da Curva Adimensional parte do princípio de que existe uma proporcionalidade fixa entre as vazões dos diferentes riscos. Isso é verdadeiro se as condições de enchentes não se alterarem significativamente na região de interesse (TUCCI, 2002). Além disso, a metodologia também pode produzir tendenciosidades devido ao desmembramento da função em duas.

Segundo Tucci (2002), para a regionalização da curva de permanência, o uso da curva adimensional geralmente não apresenta resultado adequado devido à variabilidade de tendência da curva em função das características físicas na bacia.

Euclydes *et al*. (2007) utilizaram o Método da Curva Adimensional para a regionalização de curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas. Os autores utilizaram, também, o Método dos Valores Característicos, descrito no item anterior. No entanto, o Método da Curva Adimensional proporcionou melhores resultados, tanto para as vazões máximas quanto para as mínimas. Os coeficientes de correlação obtidos variaram de 0,90 a 0,98, quando do uso das variáveis explicativas área de drenagem e precipitação média do semestre mais chuvoso, para as mínimas, e precipitação máxima diária anual, para as máximas.

Peralta (2003) aplicou o Método da Curva Adimensional a 20 bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, todas com áreas inferiores a 500 km$^2$, com o objetivo de regionalizar vazões máximas, utilizando como fatores de adimensionalização a média das vazões máximas diárias anuais e a vazão média de longo período. Foram encontrados, para as equações de regressão dos fatores de adimensionalização, coeficientes de correlação variando de 0,66 a 0,93. O melhor coeficiente de correlação foi obtido para a vazão média de longo período.

### 3.5.3. Método da Equação Empírica

O Método da Equação Empírica, descrito por Tucci (2002), é utilizado somente para a regionalização de curvas de permanência. Nesse método, a regionalização consiste na determinação dos coeficientes de cada estação fluviométrica e na regionalização dos parâmetros com base em valores da curva e das características físicas.

Os coeficientes que permitem a construção das curvas de permanência regionalizadas são calculados por meio das equações (8) e (9).

$$a = -\frac{\ln(\frac{Q_{P_1}}{Q_{P_2}})}{(P_2 - P_1)} \tag{8}$$

$$b = \ln Q_{P_1} - P_1 . a \quad (9)$$

Nas equações (8) e (9), $P_1$ e $P_2$ representam as probabilidades (valores característicos) utilizadas para definir a abrangência da equação regional.

No Método da Equação Empírica, primeiramente é preciso determinar a curva de permanência de cada posto fluviométrico. Usualmente, a regionalização envolve o trecho da curva compreendido entre as vazões com permanência de 50% e 95% ($Q_{50}$ e $Q_{95}$, respectivamente). Tucci (2002) explica que essas duas vazões são escolhidas porque a vazão de 95% é uma das mais utilizadas, e porque as vazões com permanências de 30 a 40% correspondem aos limites superiores de vazão utilizados da curva de permanência, utilizando-se, normalmente, a vazão com 50% de permanência.

Na sequência do processo de regionalização são estabelecidas, por análise de regressão, equações que relacionam as vazões $Q_{50}$ e $Q_{95}$ com as características físicas e climáticas das bacias (variáveis independentes). De posse dessas equações, é possível estimar $Q_{50}$ e $Q_{95}$ para uma seção fluviométrica de interesse e calcular, assim, os coeficientes *a* e *b* estabelecidos pelas equações (8) e (9).

Com os coeficientes a e b calculados, determina-se a curva de permanência para o trecho regionalizado (trecho compreendido entre as permanências de 50% e 95%) com base em uma equação exponencial, do tipo $Q = \exp(aP + b)$. Segundo Tucci (2002), o Método da Equação Empírica depende da qualidade do ajuste da equação da curva de permanência a equações exponenciais. Pinto (2006) ressalta, ainda, que o Método é sensível à presença de períodos atípicos dentro da série histórica considerada.

Agra *et al*. (2005), em estudo comparativo de metodologias de regionalização na Bacia do Rio Carreiro (Rio Grande do Sul), obtiveram bons resultados com o uso do Método da Equação Empírica, com coeficiente de correlação e o desvio padrão encontrados para a bacia de 0,9939 e 11%, respectivamente.

O Método da Equação Empírica também foi utilizado por Reis *et al*. (2006), quando da regionalização de curvas de permanência de vazão para rios do Estado do Espírito Santo. Foram estabelecidas três regiões hidrologicamente homogêneas, a partir da

combinação de estações que conduziu aos maiores coeficientes de correlação, cujos valores variaram de 0,55 a 1,00. Nesse estudo, as variáveis independentes testadas foram área de drenagem e precipitação.

Pinto (2006) avaliou métodos para a regionalização de curvas de permanência para a bacia do Rio das Velhas (MG), dentre os quais se inclui o Método da Equação Empírica. O autor obteve bons resultados com o uso do referido Método, tendo obtido, invariavelmente, um índice de desempenho superior a 0,75, situando a resposta das funções regionais estabelecidas na faixa de desempenho de bom a aceitável. No estudo de Pinto (2006), foi constatado, ainda, que a variável área de drenagem se mostrou suficiente para a estimativa de $Q_{50}$ e $Q_{95}$, embora o autor sugira a incorporação, em estudos posteriores, de outras variáveis hidrológicas.

# 4. ÁREA DE ESTUDO

A análise regional de vazões foi conduzida para a bacia do rio Itapemirim, importante sistema hídrico da porção sul do Estado do Espírito Santo, que integra a Sub-Bacia do Atlântico Sul, Trecho Leste.

A bacia do Itapemirim, cuja localização é apresentada na Figura 1, possui área de cerca de 5.914 km², perímetro de aproximadamente 534 km (GEOBASES, 2012) e é delimitada ao norte com as bacias dos rios Novo, Jucu e Doce; ao sul, com a bacia do rio Itabapoana; ao noroeste, com o Estado de Minas Gerais; e ao leste, com o Oceano Atlântico (SANTOS e SOUZA, 2012).

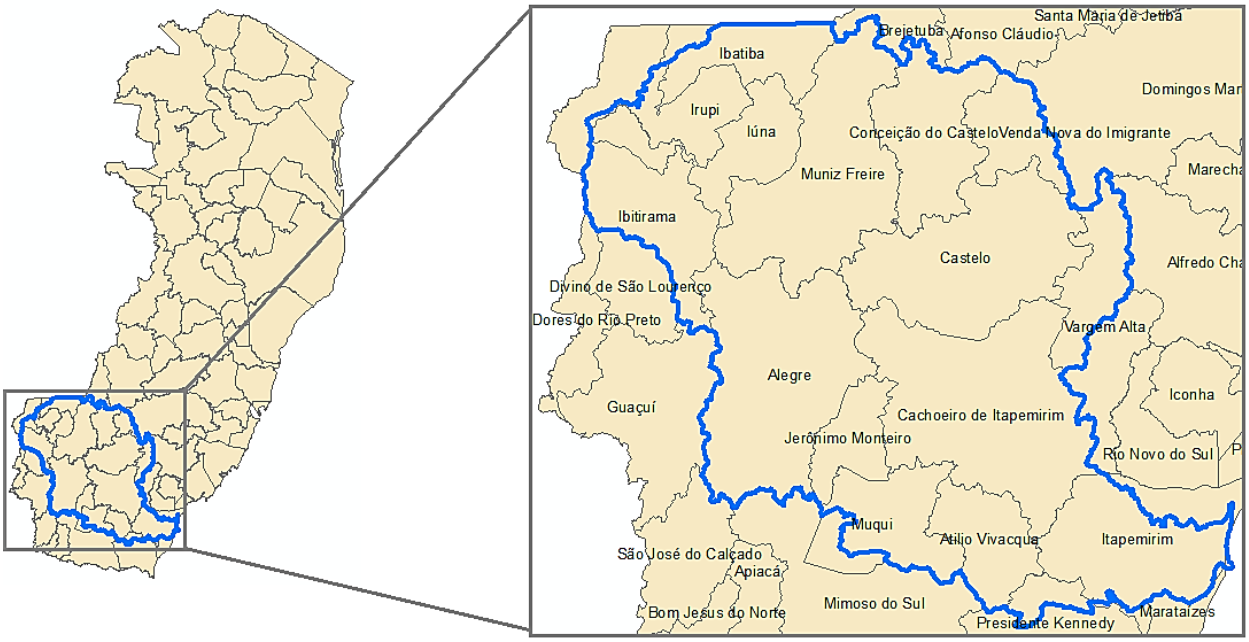



**Figura 1**. Localização da bacia hidrográfica do rio Itapemirim no estado do Espírito Santo.

Como pode ser observado na Figura 1, a bacia do rio Itapemirim abrange um total de 17 municípios de estado do Espírito Santo: Ibatiba, Irupi, Iúna, Ibitirama, Muniz Freire, Alegre, Conceição do Castelo, Venda Nova do Imigrante, Castelo, Vargem Alta, Cachoeiro de Itapemirim, Jerônimo Monteiro, Muqui, Atílio Vivacqua, Presidente

Kennedy, Itapemirim e Marataízes. Além desses municípios, a bacia também abrange um município do estado de Minas Gerais (Lajinha).

A precipitação anual na bacia do Itapemirim é de cerca de 1377 mm e o escoamento total de 90,9 $m^3/s$. Por estar localizada em uma zona de transição entre as regiões sudeste e nordeste, próxima ao oceano, e por possuir consideráveis variações no relevo, a bacia possui grande diversidade climática. Apesar disso, a temperatura e a chuva possuem comportamento, ao longo do ano, semelhante em toda a extensão da bacia, sendo os verões chuvosos e os invernos secos (KLIGERMAN, 2001).

De acordo com Kligerman (2001), no terço médio à montante da bacia do Itapemirim, predominam formas de relevo acidentado e, no terço inferior, relevo mais suave. Lani *et al*. (2001) dividem a bacia em seis macroambientes de condições de solo, vegetação e clima peculiares, denominados: Litoral-Mangue, Litoral-Restinga, Terciário (Platôs Litorâneos), Cachoeiro, Celina e Pico da Bandeira.

Em 19 de julho de 2006, foi instituído, por meio do Decreto nº 1703-R, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim, também denominado CBH – Rio Itapemirim. Segundo o referido Decreto, o CBH – Rio Itapemirim é órgão integrante do Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos do estado do Espírito Santo – SIGERH/ES.

O rio Itapemirim é definido pelo braço norte direito (no município de Ibitirama) e pelo braço norte esquerdo (no município de Muniz Freire), cuja junção ocorre no município de Alegre e com foz no município de Marataízes. Ressalta-se que as águas do Itapemirim recebem contribuição do rio Castelo, no distrito de Coutinho, município de Cachoeiro de Itapemirim, e do rio Muqui, no município de Itapemirim, sendo este o último grande afluente antes da desembocadura no Oceano Atlântico (KLIGERMAN, 2001).

# 5. METODOLOGIA

## 5.1. SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES E ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS

Foram identificadas, a partir do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – Hidroweb, todas as estações fluviométricas em funcionamento na bacia do Rio Itapemirim. As séries históricas de vazões dessas estações foram obtidas no portal Hidroweb e analisadas quanto à sua extensão e completude.

A análise dos dados hidrológicos das estações fluviométricas selecionadas foi realizada com o auxílio das ferramentas “Pré-Processamento” e “Disponibilidade de Dados” do Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SisCAH 1.0), programa de domínio público desenvolvido e disponibilizado pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa. Para a seleção das estações a serem utilizadas no estudo, foram utilizados os seguintes critérios:

- Foram desconsideradas as estações com série históricas inferiores a 20 anos;
- Foram desconsiderados os anos com percentuais de falhas iguais ou superiores a 5% dos dados registrados.
- As séries históricas das diferentes estações fluviométricas selecionadas apresentaram período comum.

## 5.2. APROPRIAÇÃO DE VARIÁVEIS EXPLICATIVAS

A apropriação das variáveis explicativas utilizadas no presente estudo envolveu a obtenção das seguintes informações sobre hidrografia e relevo, obtidas a partir da base de dados do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES), em formato “shape”. Já a precipitação média de longo período foi obtida a partir das estações pluviométricas disponíveis na base de dados da ANA.

Para cada estação fluviométrica, a metodologia utilizada na obtenção de cada variável explicativa, com o auxílio do software ArcGis, envolveu as seguintes atividades:

- A área de drenagem foi obtida a partir do traçado dos contornos das sub-bacias, por meio da união dos pontos de máxima cota entre elas. Vale ressaltar que, para essa tarefa, foram utilizados os “shapes” de hidrografia (para a observação dos cursos d’água de cada bacia) e de relevo (para a obtenção visual dos pontos de máxima cota), ambos em escala 1:250.000.
- A partir da delimitação das bacias das diferentes estações fluviométricas, foi possível obter, com as ferramentas do ArcGis, o perímetro e o comprimento total dos cursos d’água de cada bacia delimitada. Para apropriação do comprimento total dos cursos d’água, foram somados os comprimentos de todos os cursos d’água pertencentes a cada bacia.
- Do quociente entre o comprimento total dos cursos d’água e a área de drenagem foi apropriada a densidade de drenagem.
- Para a obtenção da altitude média de cada bacia, a partir de uma média ponderada na qual a área figurou como elemento de ponderação, foram desenvolvidas as seguintes tarefas:
  a) Estimativa da área total (a) entre duas curvas de nível subsequentes. O shape de relevo utilizado disponibilizava curvas de nível para cotas múltiplas de 20 m;
  b) Determinação da cota média (h) entre duas curvas de nível subsequentes;
  c) Cálculo do produto entre a área e a cota média (a.h);
  d) Somatório dos produtos para os diferentes intervalos de curvas de nível (Σ (a.h));
  e) Quociente entre o somatório indicado no item anterior e a área total da bacia (A) ([Σ (a.h)]/A).
- A precipitação média foi estimada a partir dos seguintes procedimentos:
  a) A partir do portal Hidroweb, seleção das estações pluviométricas em operação no interior e periferia da bacia do rio Itapemirim. Foram considerados os dados de totais anuais precipitados referentes aos mesmos anos utilizados para a análise de vazões nas estações fluviométricas, dando-se preferência para a utilização de dados consistidos.

b) Cálculo da precipitação média anual (longo período), de cada estação pluviométrica, a partir das séries de totais anuais.
c) Interpolação espacial da precipitação pelo método do Inverso do Quadrado da Distância, com o auxílio do ArcGis, o que permitiu a obtenção da carta de isoietas da bacia. Foram definidas curvas de igual precipitação para intervalos de 25 mm de total anual precipitado;
d) Estimativa da área total (a) entre duas isoietas;
e) Determinação da precipitação média (p) entre duas isoietas;
f) Cálculo do produto entre a área e a precipitação média (a.p);
g) Somatório dos produtos para os diferentes intervalos de isoietas (Σ (a.p));
h) Quociente entre o somatório e a área total da bacia (A) ([Σ (a.p)]/A).

## 5.3. CÁLCULO DOS INDICADORES REGIONAIS DE VAZÃO

Para o cálculo dos indicadores regionais foram apropriadas, para cada estação fluviométrica selecionada, as vazões $Q_m$, $Q_{95}$, $Q_{50}$, $Q_{7,10}$, $Q_{mc}$ e $Q_{100}$, com o auxílio do software SisCAH. A vazão $Q_m$ é fornecida prontamente pelo referido software, após a seleção da opção de análise de vazões médias. As vazões $Q_{95}$ e $Q_{50}$ são fornecidas pelo SisCAH a partir da construção das curvas de permanência de vazões.

Para a apropriação da vazão mínima $Q_{7,10}$ foram empregadas as distribuições de probabilidade Weibull, Person III, Logpearson III, Lognormal II e Lognormal III. Para as vazões máximas $Q_{mc}$ e $Q_{100}$, foram empregadas as mesmas distribuições, à exceção da Weibul e com adição da distribuição de Gumbel. Para ambas as vazões, foi utilizada a distribuição de probabilidade que forneceu os menores valores de erro padrão para a maioria das estações fluviométricas.

Os indicadores regionais de vazão associados a cada estação fluviométrica da bacia do rio Itapemirim foram calculados por meio das equações (1) a (7), apresentadas no item 2.4. do presente trabalho. Na sequência, foram apropriadas as médias dos indicadores do conjunto de estações fluviométricas consideradas, sendo esses valores médios

assumidos como indicadores regionais de vazão para toda a extensão da bacia do rio Itapemirim.

Após a obtenção dos indicadores regionais de vazão para a bacia, seus valores foram aplicados para as diferentes estações fluviométricas consideradas no presente estudo, o que permitiu a estimativa dos erros percentuais entre as vazões reais e estimadas, parâmetro utilizado para avaliação da qualidade da resposta dos indicadores obtidos.

## 5.4. REGIONALIZAÇÃO DE $Q_m$, $Q_{90}$ E $Q_{7,10}$

No presente trabalho foram regionalizadas as variáveis hidrológicas vazão média de longo período ($Q_m$), vazão de permanência de 90% ($Q_{90}$) e vazão média mínima com duração de 7 dias consecutivos associada ao período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$).

As referidas vazões foram regionalizadas por meio de análises de regressão simples e múltipla, conduzidas com auxílio da planilha eletrônica Microsoft Excel. Foram utilizadas as variáveis explicativas área de drenagem, perímetro, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem, altitude média e precipitação média, conforme descrito no item 3.2. Em todas as análises de regressão optou-se pelo emprego de modelos do tipo potencial ($Q = \mathrm{c}.\mathrm{X}^d$, em que c e d são determinados pela análise de regressão e X é a variável explicativa).

Como o software Excel permite somente análises de regressão lineares, procedeu-se, nas regressões múltiplas a linearização do modelo potencial com auxílio da função logaritmo (equações (10) a (12)).

$$Q = \beta_0 . X_1^{\beta_1} . X_2^{\beta_2} \tag{10}$$

$$\log Q = \log(\beta_0 . X_1^{\beta_1} . X_2^{\beta_2}) \tag{11}$$

$$\log Q = \log \beta_0 + \beta_1 . \log X_1 + \beta_2 . \log X_2 \tag{12}$$

Nas equações (10), (11) e (12), $Q$ representa as vazões objeto da regionalização, $X_1$ e $X_2$ as variáveis (fisiográficas ou climatológicas) explicativas e $\beta_0$, $\beta_1$ e $\beta_2$ os coeficientes produzidos pela análise de regressão.

Dessa forma, para a definição dos modelos por regressão múltipla, os dados de entrada foram os logaritmos da vazão e das variáveis explicativas. Este procedimento foi empregado tanto para a regionalização das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$ quanto para as curvas de probabilidade e de permanência descritas no item subsequente. A escolha da função regional mais apropriada para a estimativa das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$ foi realizada com base em dois critérios:

1. Maior coeficiente de correlação ($R^2$);
2. Menor erro percentual médio associado ao conjunto de estações fluviométricas consideradas no estudo.

Após a obtenção das equações por análise de regressão, as vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$ foram estimadas para cada estação fluviométrica com auxílio da função regional escolhida. Na sequência, foi realizada uma comparação entre as vazões reais e estimadas a partir da apropriação dos erros percentuais.

## 5.5. REGIONALIZAÇÃO DAS CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA

### 5.5.1. Curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas

Para a regionalização das curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas, foram utilizados dois métodos: o método dos Valores Característicos e o método da Curva Adimensional, ambos descritos no item 3.5 do presente trabalho.

Inicialmente, foram apropriadas, para cada estação fluviométrica, as vazões máximas e mínimas de 1 dia com período de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, a partir das séries históricas de vazões e com o auxílio do software SisCAH. Nesta etapa do trabalho, foram empregadas, para as vazões mínimas, as distribuições de probabilidade

Weibull, Person III, Logpearson III, Lognormal II e Lognormal III. Para as vazões máximas, foram empregadas as distribuições Person III, Logpearson III, Lognormal II e Lognormal III e Gumbel. Para ambos os casos, foi utilizada a distribuição de probabilidade que forneceu os menores valores de erro padrão para a maioria das estações fluviométricas.

No Método dos Valores Característicos, as vazões, uma vez apropriadas, foram relacionadas com as diferentes variáveis explicativas, por meio de análises de regressão simples e múltiplas. De posse das equações geradas foi possível, então, estimar as vazões máximas e mínimas de 1 dia para os diferentes períodos de retorno, obtendo-se os erros percentuais entre os valores reais e os valores estimados com auxílio das funções regionais, para cada estação fluviométrica e para cada período de retorno.

No Método da Curva Adimensional, a vazão média de longo período foi utilizada como variável de adimensionalização. Foram obtidas equações de regressão (simples e múltiplas) entre a vazão média de longo período e as variáveis explicativas. Em seguida, as vazões com períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, e 100 anos, associadas às diferentes estações fluviométricas, foram adimensionalizadas. Na sequência, a partir da média das vazões de cada curva adimensional, foi obtida uma curva média adimensional para a bacia.

A função regional referente ao Método da Curva Adimensional foi estabelecida com base na associação entre a equação de regressão entre a vazão média de longo período e as variáveis explicativas e a equação da curva adimensional média. Definida a função regional, foram estimadas as vazões máximas e mínimas de 1 dia para os diferentes períodos de retorno, cujos valores foram comparados com as vazões reais apropriadas, estimando-se um erro percentual entre os referidos valores de vazão.

### 5.5.2. Curva de permanência

A curva de permanência foi regionalizada com auxílio do Método da Curva Adimensional e do Método da Equação Empírica, descritos por Tucci (2002). As vazões relacionadas a cada permanência foram apropriadas com o auxílio do SisCAH.

O Método da Curva Adimensional foi aplicado reproduzindo-se os procedimentos descritos para a regionalização das curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas, sendo também utilizada a vazão média de longo período como variável de adimensionalização.

Pelo Método da Equação Empírica, as vazões com permanências de 50 e 95% foram relacionadas com as variáveis explicativas, por meio de análises de regressão simples e múltiplas. A partir dos valores de $Q_{50}$ e $Q_{95}$ estimados com auxílio da função regional, foram calculados os coeficientes a e b, por meio das equações (8) e (9). Com os coeficientes a e b foram estimadas as vazões compreendidas entre as permanências de 50% e 95%, por meio de uma equação exponencial. As vazões estimadas foram comparadas com as vazões reais da curva de permanência e foram obtidos os erros percentuais entre os referidos valores de vazão.

Todas as equações de regressão obtidas no presente estudo foram do tipo potência, conforme equação (13).

$$Q = \mathrm{c.X}^{d} \tag{13}$$

Na última expressão, c e d são coeficientes obtidos a partir da análise de regressão e X representa a(s) variável(is) explicativa(s).

A Figura 2 apresenta um fluxograma com a síntese das atividades desenvolvidas no presente trabalho.

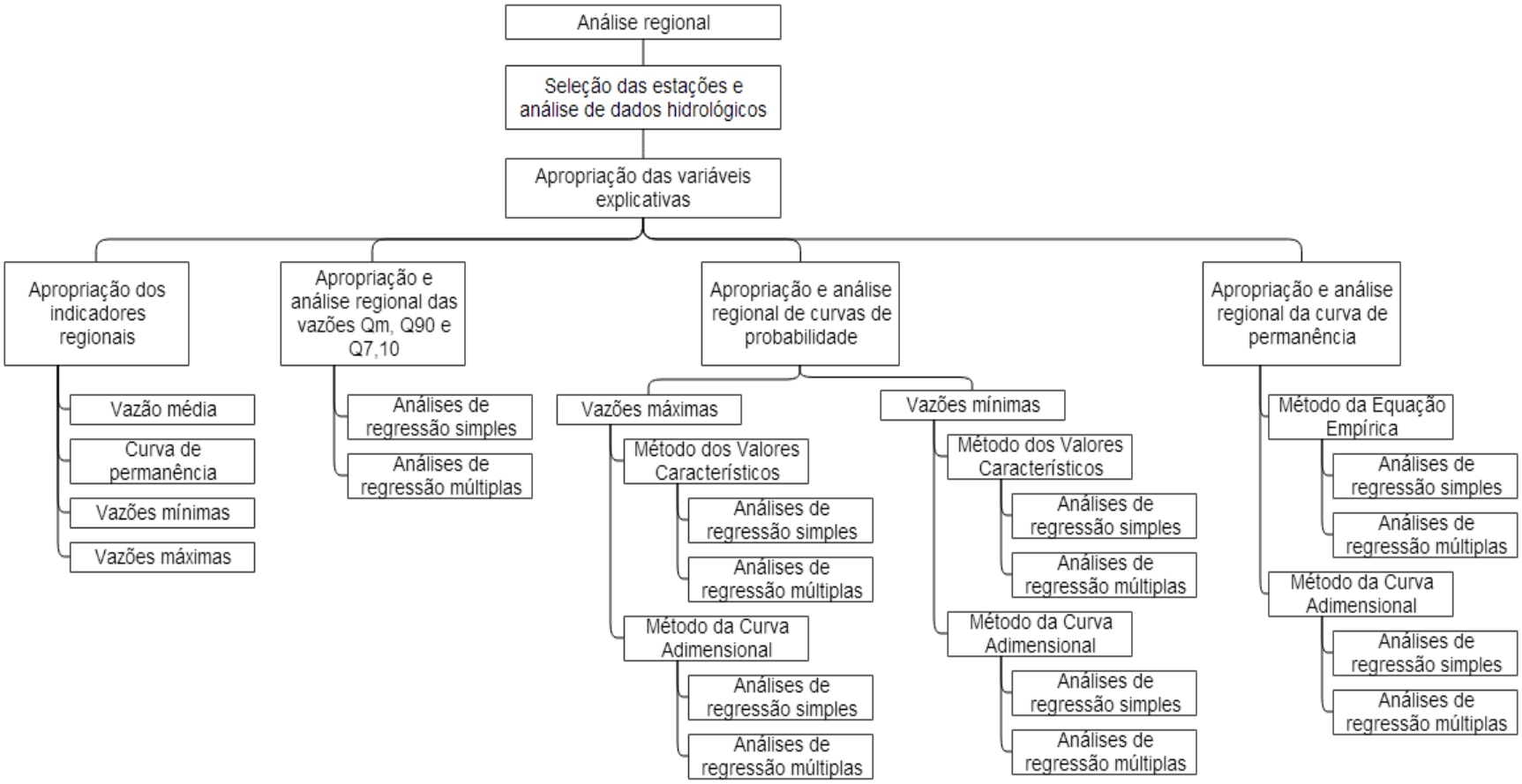



**Figura 2**. Fluxograma de atividades desenvolvidas no presente trabalho.

# 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 6.1. SELEÇÃO DAS ESTAÇÕES E ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS

A partir da aplicação dos critérios mencionados no item 5.1 – séries históricas com mais de 20 anos, com período comum e anos com menos de 5% de falhas – chegou-se a um total de 9 estações fluviométricas com série histórica de 23 anos de extensão. Para algumas estações, foram observadas falhas consideradas insignificantes (anos com percentuais de menores ou iguais a 3%). Portanto, optou-se por não realizar o preenchimento de falhas e considerar a série como um período contínuo de registro.

A Figura 3 ilustra as 9 estações fluviométricas utilizadas no presente estudo. A Tabela 2, por sua vez, apresenta informações sobre as referidas estações. Na Tabela 3 são apresentadas as falhas identificadas nos registros de vazão referentes ao período comum entre as estações fluviométricas.

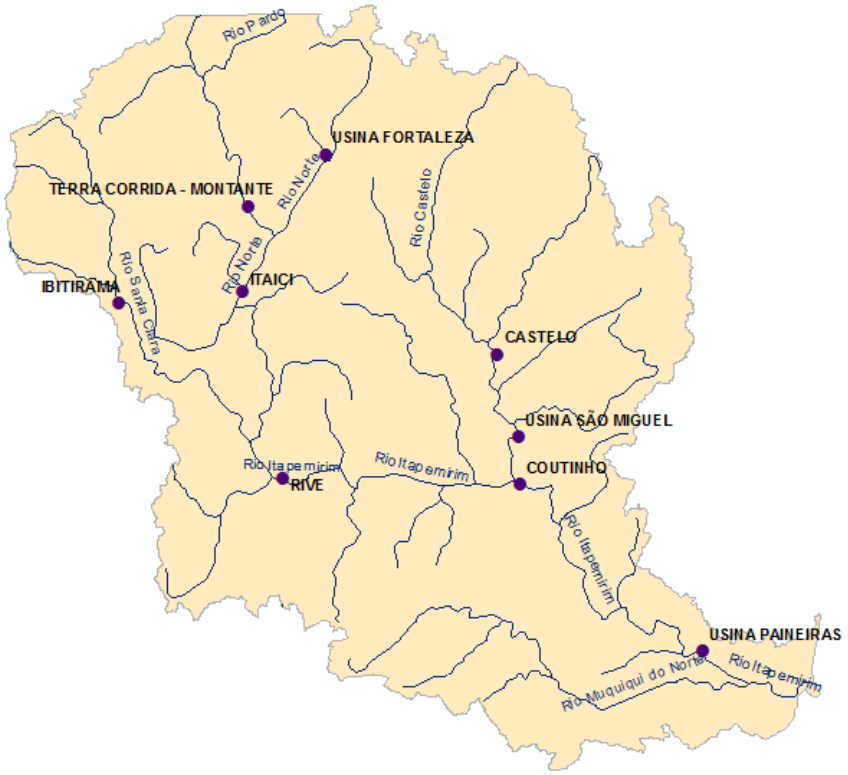



**Figura 3**. Localização das estações fluviométricas selecionadas na bacia do rio Itapemirim.

**Tabela 2**. Identificação e localização das estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim.

| Código da estação | Nome | Município | Rio principal | Extensão da Série Histórica de Vazões (*) | Coord. Geográficas | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Latitude | Longitude |
| 57350000 | Usina Fortaleza | Muniz Freire | rio Braço Norte Esquerdo | 37 | 20°22'17" | 41°24'25" |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | Muniz Freire | rio Pardo | 37 | 20°25'49" | 41°30'10" |
| 57400000 | Itaici | Muniz Freire | rio Braço Norte Esquerdo | 45 | 20°31'42" | 41°30'41" |
| 57420000 | Ibitirama | Alegre | rio Braço Norte Direito | 54 | 20°32'26" | 41°39'56" |
| 57450000 | Rive | Alegre | rio Itapemirim | 71 | 20°44'49" | 41°27'58" |
| 57490000 | Castelo | Castelo | rio Castelo | 69 | 20°36'22" | 41°11'59" |
| 57550000 | Usina São Miguel | Cachoeiro de Itapemirim | rio Castelo | 39 | 20°42'09" | 41°10'25" |
| 57555000 | Coutinho | Cachoeiro de Itapemirim | rio Itapemirim | 49 | 20°45'30" | 41°10'25" |
| 57580000 | Usina Paineiras | Itapemirim | rio Itapemirim | 38 | 20°57'09" | 40°57'10" |

(*) Quantidade de anos com registros de vazões disponíveis na base de dados do HidroWeb.

**Tabela 3**. Percentual de falhas nas séries históricas de vazões das estações fluviométricas.

| Código da estação | Nome da estação | Falhas nos dados hidrológicos por ano (%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1989 | 1990 | 1993 | 1994 | 1995 | 2000 | 2001 | 2003 | 2005 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,1 | 0 | 0 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57400000 | Itaici | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57420000 | Ibitirama | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57450000 | Rive | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57490000 | Castelo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57555000 | Coutinho | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,5 |

## 6.2. VARIÁVEIS EXPLICATIVAS

A Tabela 4 apresenta as variáveis explicativas para as estações fluviométricas consideradas nesse estudo, apropriadas a partir dos procedimentos apresentados no item 5.2.

**Tabela 4**. Variáveis explicativas apropriadas para as estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim.

| Código da estação | Nome da estação | A ($km^2$) | L (km) | Dd ($km/km^2$) | P (km) | H (m) | Pp (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 195,51 | 455,58 | 2,33 | 84,57 | 993,95 | 1356,82 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 579,74 | 1518,66 | 2,62 | 134,99 | 833,42 | 1324,04 |
| 57400000 | Itaici | 1037,5 | 2620,85 | 2,53 | 181,73 | 832,21 | 1345,55 |
| 57420000 | Ibitirama | 341,29 | 1011,92 | 2,96 | 114,44 | 1196,64 | 1476,18 |
| 57450000 | Rive | 2209,71 | 5805,87 | 2,63 | 306,08 | 789,19 | 1405,26 |
| 57490000 | Castelo | 976,11 | 2261,32 | 2,32 | 171,48 | 791,65 | 1386,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 1460,14 | 3393,95 | 2,32 | 228,34 | 733,15 | 1394,87 |
| 57555000 | Coutinho | 4595,56 | 11526,76 | 2,51 | 416,72 | 679,82 | 1412,63 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 5161,81 | 12653,67 | 2,45 | 482,93 | 620,61 | 1402,29 |

A: área de drenagem; L: comprimento total dos cursos d'água; Dd: densidade de drenagem; P: perímetro; H: altitude média; Pp: precipitação média.

É válido destacar que os resultados apresentados na Tabela 4, para as variáveis área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem e perímetro, são semelhantes aos apresentados por Reis *et al*. (2013), em estudo de análise regional de vazão mínima de referência para outorga de uso de água na região centro-sul do Estado do Espírito Santo.

## 6.3. INDICADORES REGIONAIS DE VAZÃO

Para o cálculo dos indicadores regionais de vazão, foram apropriadas as vazões média de logo período ($Q_m$), vazões com 95% e 50% de permanência ($Q_{95}$ e $Q_{50}$), vazões médias mínimas com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos ($Q_{7,10}$) e vazões máximas com período de retorno de 2 e 100 anos ($Q_{mc}$ e $Q_{100}$,

respectivamente). Para a vazão $Q_{7,10}$, a distribuição de probabilidades que resultou em menor erro padrão na maioria das estações foi a Logpearson III. Já para as vazões $Q_{mc}$ e $Q_{100}$, a distribuição Lognormal II foi a que produziu menores valores de erro padrão. A Tabela 5 apresenta as referidas vazões para cada estação fluviométrica.

**Tabela 5**. Vazões apropriadas para as estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim, em $m^3/s$.

| Código | Nome da estação | $Q_m$ | $Q_{95}$ | $Q_{50}$ | $Q_{7,10}$ | $Q_{mc}$ | $Q_{100}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,76 | 1,27 | 3,04 | 0,81 | 54,60 | 182,56 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,15 | 3,76 | 7,19 | 2,90 | 74,52 | 242,44 |
| 57400000 | Itaici | 17,63 | 5,41 | 12,40 | 3,69 | 113,02 | 261,84 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,85 | 2,36 | 6,57 | 1,63 | 113,84 | 252,84 |
| 57450000 | Rive | 42,97 | 12,40 | 27,20 | 9,17 | 421,58 | 1278,29 |
| 57490000 | Castelo | 14,47 | 3,85 | 9,29 | 2,47 | 120,68 | 248,37 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,48 | 6,86 | 15,31 | 5,03 | 151,21 | 352,14 |
| 57555000 | Coutinho | 75,00 | 19,16 | 49,00 | 12,19 | 545,43 | 1260,05 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,77 | 22,76 | 51,50 | 17,35 | 442,97 | 844,75 |

A Tabela 6 apresenta os indicadores de vazão calculados para as diferentes estações fluviométricas consideradas. As médias dos referidos indicadores, também apresentadas na mesma tabela, foram os indicadores regionais de vazão assumidos para a bacia hidrográfica do Itapemirim. Discussões acerca da aplicação dos indicadores regionais de vazão reunidos na Tabela 6 são apresentadas nos itens subsequentes.

**Tabela 6**. Indicadores regionais de vazão para o conjunto de estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim.

| Código | Nome da estação | Indicadores regionais de vazão | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | q ($m^3/s.km^2$) | $rcp_{95}$ | $rcp_{50}$ | $r_{7,10}$ | $r_m$ | $r_{mc}$ | $r_{100}$ |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,0243 | 0,2669 | 0,6381 | 0,1702 | 1,5679 | 11,4749 | 3,3436 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 0,0175 | 0,3700 | 0,7082 | 0,2856 | 1,2956 | 7,3397 | 3,2534 |
| 57400000 | Itaici | 0,0170 | 0,3071 | 0,7034 | 0,2093 | 1,4670 | 6,4114 | 2,3168 |
| 57420000 | Ibitirama | 0,0347 | 0,1995 | 0,5543 | 0,1376 | 1,4506 | 9,6078 | 2,2210 |
| 57450000 | Rive | 0,0194 | 0,2886 | 0,6330 | 0,2134 | 1,3522 | 9,8114 | 3,0321 |
| 57490000 | Castelo | 0,0148 | 0,2662 | 0,6419 | 0,1707 | 1,5597 | 8,3379 | 2,0581 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0,0154 | 0,3053 | 0,6811 | 0,2238 | 1,3642 | 6,7265 | 2,3288 |
| 57555000 | Coutinho | 0,0163 | 0,2555 | 0,6534 | 0,1625 | 1,5718 | 7,2728 | 2,3102 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 0,0155 | 0,2853 | 0,6456 | 0,2175 | 1,3118 | 5,5528 | 1,9070 |
| **Média** | | 0,0194 | 0,2827 | 0,6510 | 0,1990 | 1,4379 | 8,0595 | 2,5301 |
| **Coeficiente de variação (%)** | | 33,05 | 16,28 | 7,06 | 22,13 | 7,76 | 23,67 | 21,09 |

### 6.3.1. Indicador de vazão média

As vazões médias de longo período reais ($Q_m$ real), as vazões médias de longo período estimadas ($Q_m$ estimada) com o uso da vazão específica e o erro percentual entre estes valores de vazão (E) são apresentados na Tabela 7. Uma representação gráfica das vazões médias de longo período (reais e estimadas) associadas às diferentes estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Itapemirim é apresentada pela Figura 4.

**Tabela 7**. Vazões médias de longo período reais, estimadas com emprego do indicador vazão específica e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,76 | 3,80 | 20,10 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,15 | 11,27 | 11,03 |
| 57400000 | Itaici | 17,63 | 20,17 | 14,44 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,85 | 6,64 | 43,99 |
| 57450000 | Rive | 42,97 | 42,97 | 0,00 |
| 57490000 | Castelo | 14,47 | 18,98 | 31,14 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,48 | 28,39 | 26,30 |
| 57555000 | Coutinho | 75,00 | 89,36 | 19,15 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,77 | 100,37 | 25,82 |
| | | | **Média** | 21,33 |

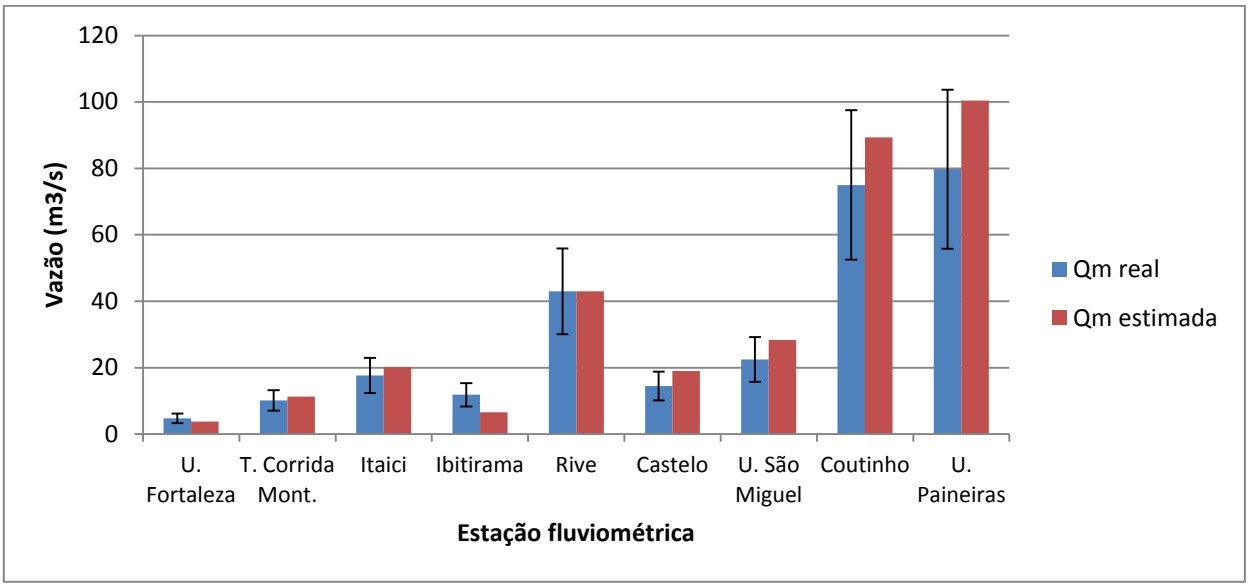



**Figura 4**. Vazões médias de longo período reais e estimadas por meio do indicador vazão específica.
Nota: Barra de erros de 30%.

A partir da simples inspeção da Tabela 7 e da Figura 4, é possível observar que o emprego do indicador vazão específica produziu valores de vazões médias de longo período que apresentaram erros percentuais em relação às vazões medidas que variaram de zero a aproximadamente 44%. O erro percentual médio para a bacia do rio Itapemirim foi de 21,33%. Adicionalmente, é relevante registrar que apenas as estações de Ibitirama e Castelo apresentaram erros superiores a 30% (erros de 43,99% e 31,14%, respectivamente), valor considerado aceitável por Eletrobrás (1985) para estudos de regionalização de vazões.

É importante destacar que a vazão $Q_m$ estimada com o uso da vazão específica foi utilizada para a estimativa das vazões com o uso dos indicadores apresentados nos itens a seguir.

### 6.3.2. Indicadores obtidos a partir da curva de permanência

A Tabela 8 apresenta as vazões com 95% de permanência reais ($Q_{95}$ real) e estimadas ($Q_{95}$ estimada) com o uso do indicador $rcp_{95}$. A Tabela também reúne os erros

percentuais entre os referidos valores de vazão. Os resultados associados às vazões com permanência de 95% são ilustrados na Figura 5.

**Tabela 8**. Vazões com 95% de permanência reais, estimadas com emprego do indicador $rcp_{95}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{95}$ real ($m^3/s$) | $Q_{95}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,27 | 1,07 | 15,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,76 | 3,19 | 15,18 |
| 57400000 | Itaici | 5,41 | 5,70 | 5,36 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,36 | 1,88 | 20,65 |
| 57450000 | Rive | 12,40 | 12,15 | 2,04 |
| 57490000 | Castelo | 3,85 | 5,37 | 39,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,86 | 8,03 | 16,97 |
| 57555000 | Coutinho | 19,16 | 25,26 | 31,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 22,76 | 28,38 | 24,67 |
| | | | **Média** | 19,04 |

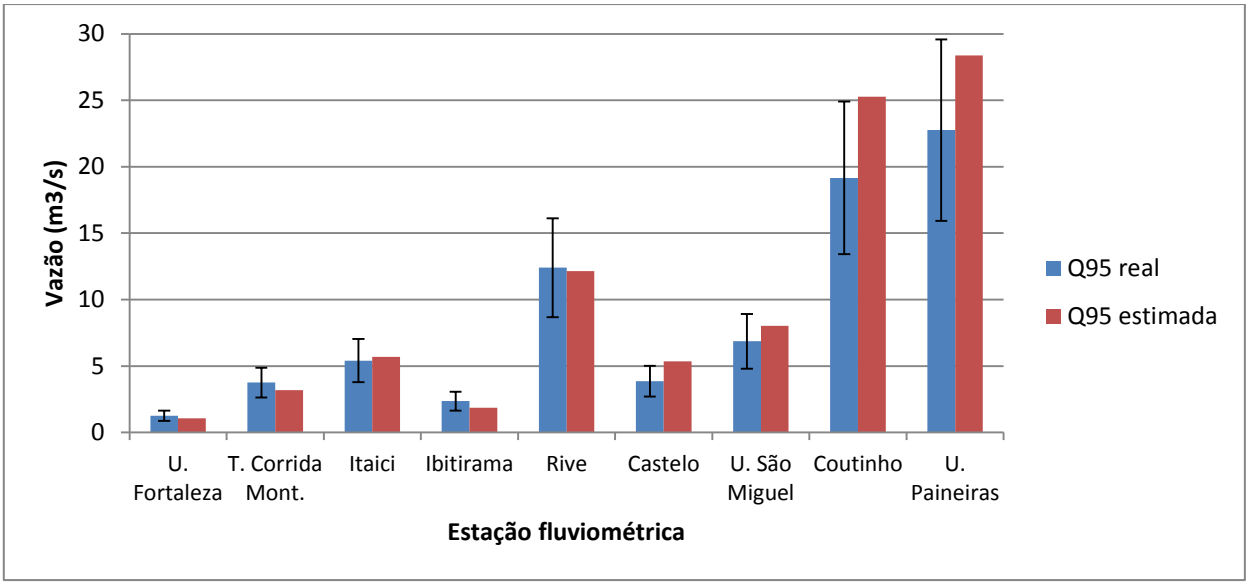



**Figura 5**. Vazões com 95% de permanência reais e estimada por meio do indicador $rcp_{95}$.
Nota: Barra de erros de 30%.

Dos resultados reunidos na Tabela 8 e na Figura 5 observa-se que todas as estações fluviométricas, à exceção de Castelo e Coutinho, apresentaram erros abaixo de 30%.

Nas referidas estações, os erros entre valores real e estimado da vazão $Q_{95}$ foram de 39,29% e 31,85%, respectivamente. Adicionalmente, deve-se observar que a estação Rive apresentou erro substancialmente baixo, de 2,04%.

A aplicação do indicador $rcp_{50}$ resultou nos valores de vazão com 50% de permanência ($Q_{50}$ estimada) apresentados na Tabela 9. A referida tabela também apresenta as vazões reais com 50% de permanência e o erro percentual produzido (E). Uma representação gráfica dos valores reais e estimados da vazão $Q_{50}$ é apresentada na Figura 6.

**Tabela 9**. Vazões com 50% de permanência reais, estimadas com emprego do indicador $rcp_{50}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{50}$ real ($m^3/s$) | $Q_{50}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,04 | 2,47 | 18,49 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,19 | 7,34 | 2,06 |
| 57400000 | Itaici | 12,40 | 13,13 | 5,91 |
| 57420000 | Ibitirama | 6,57 | 4,32 | 34,22 |
| 57450000 | Rive | 27,20 | 27,97 | 2,83 |
| 57490000 | Castelo | 9,29 | 12,36 | 33,00 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,31 | 18,48 | 20,72 |
| 57555000 | Coutinho | 49,00 | 58,17 | 18,72 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 51,50 | 65,34 | 26,87 |
| | | | **Média** | 18,09 |

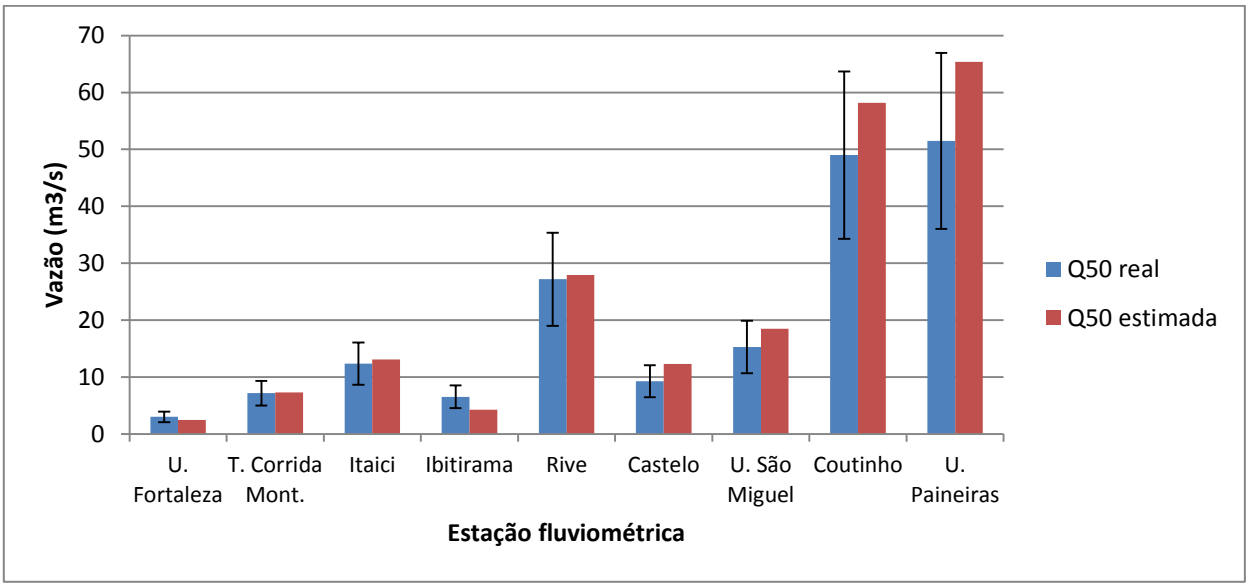



**Figura 6**. Vazões com 50% de permanência reais e estimadas por meio do indicador $rcp_{50}$.
Nota: Barra de erros de 30%.

É possível observar, da inspeção da Tabela 9 e da Figura 6, que os erros percentuais produzidos para a maioria das estações fluviométricas consideradas foram inferiores a 30%. Somente as estações Ibitirama e Castelo apresentaram erros acima de 30% (34,22% e 33,00%, respectivamente).

É relevante registrar que os erros associados ao emprego do indicador $rcp_{95}$ foram menores que aqueles associados ao emprego do indicador $rcp_{50}$, para a maioria das estações fluviométricas. Os erros percentuais médios produzidos quando do emprego dos indicadores $rcp_{50}$ e $rcp_{95}$ foram de 18,09% e 19,04%, respectivamente.

### 6.3.3. Indicadores de vazões mínimas

As vazões $Q_{7,10}$ reais ($Q_{7,10}$ real), as vazões $Q_{7,10}$ estimadas ($Q_{7,10}$ estimada) com o uso do indicador $r_{7,10}$ e o erro percentual entre estes valores de vazão (E) são apresentados na Tabela 10. As referidas vazões reais e estimadas para o conjunto de estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim são apresentadas, graficamente, na Figura 7.

**Tabela 10**. Vazões $Q_{7,10}$ reais, $Q_{7,10}$ estimadas com emprego do indicador $r_{7,10}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,81 | 0,76 | 6,62 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,90 | 2,24 | 22,66 |
| 57400000 | Itaici | 3,69 | 4,01 | 8,77 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,63 | 1,32 | 19,00 |
| 57450000 | Rive | 9,17 | 8,55 | 6,78 |
| 57490000 | Castelo | 2,47 | 3,78 | 52,88 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,03 | 5,65 | 12,30 |
| 57555000 | Coutinho | 12,19 | 17,78 | 45,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,35 | 19,97 | 15,10 |
| | | | **Média** | 21,11 |

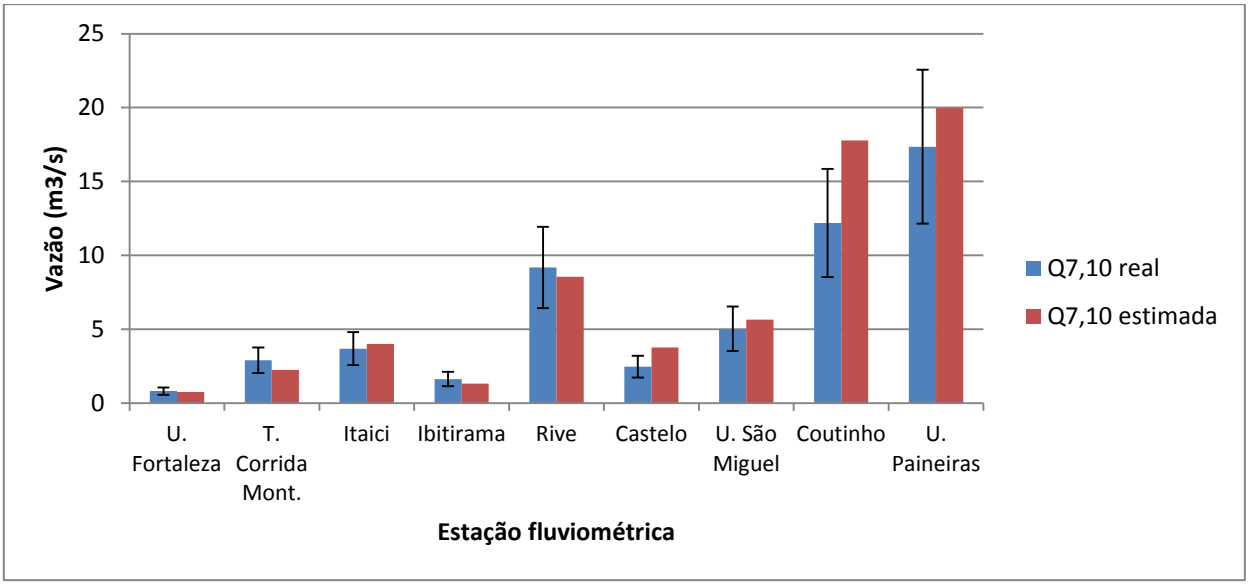



**Figura 7**. Vazões médias mínimas com duração de 7 dias e período de retorno de 10 anos reais e estimadas por meio do indicador $r_{7,10}$.
Nota: Barra de erros de 30%.

Das informações reunidas na Tabela 10 e na Figura 7, observa-se que o emprego do indicador $r_{7,10}$ resultou em erros percentuais oscilando de 6,62% (Usina Fortaleza) a 52,88% (Castelo). O erro percentual médio para a bacia do rio Itapemirim foi de 21,11%. Adicionalmente, é válido registrar que apenas as estações de Castelo e Coutinho apresentaram erros superiores a 30% (erros de 52,88% e 45,85%, respectivamente)

A Tabela 11 apresenta as vazões com 95% de permanência reais ($Q_{95}$ real) e estimadas ($Q_{95}$ estimada) com o uso do indicador $r_m$. É importante destacar que a vazão $Q_{95}$ foi estimada com auxílio da vazão $Q_{7,10}$ obtida com o emprego do indicador $r_{7,10}$. A Tabela 11 também reúne os erros percentuais entre vazões com 95% de permanência reais e estimadas. Os resultados associados às vazões com permanência de 95% são ilustrados na Figura 8.

**Tabela 11**. Vazões com 95% de permanência reais, estimadas com emprego do indicador $r_m$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{95}$ real ($m^3/s$) | $Q_{95}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,27 | 1,09 | 14,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,76 | 3,22 | 14,17 |
| 57400000 | Itaici | 5,41 | 5,77 | 6,61 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,36 | 1,90 | 19,71 |
| 57450000 | Rive | 12,40 | 12,29 | 0,87 |
| 57490000 | Castelo | 3,85 | 5,43 | 40,94 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,86 | 8,12 | 18,36 |
| 57555000 | Coutinho | 19,16 | 25,56 | 33,42 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 22,76 | 28,71 | 26,15 |
| | | | **Média** | 19,40 |

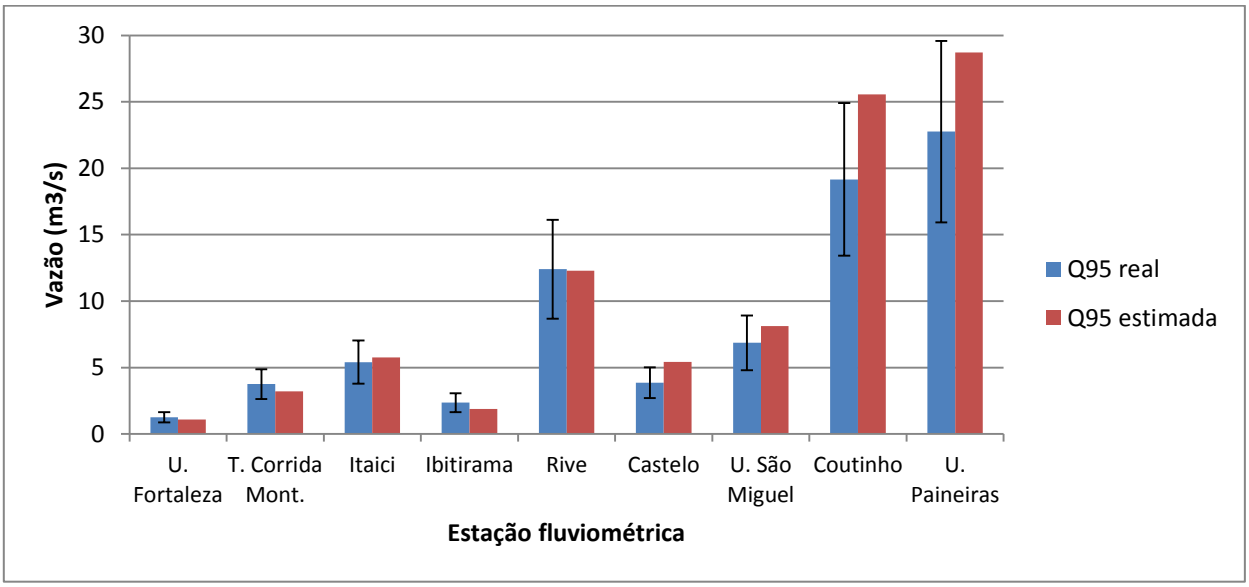



**Figura 8**. Vazões com 95% de permanência reais e estimadas por meio do indicador $r_m$.
Nota: Barra de erros de 30%.

Por meio da análise da Tabela 11 e da Figura 8, nota-se que todas as estações fluviométricas, à exceção de Castelo e Coutinho, apresentaram erros abaixo de 30%. Nas referidas estações, os erros percentuais entre vazões com 95% de permanência reais e estimadas foram de 40,94% e 33,42%, respectivamente. O erro médio para a bacia do rio Itapemirim foi de 19,40%. Vale ressaltar que a estação Rive apresentou erro substancialmente baixo, de 0,87%.

### 6.3.4. Indicadores de vazões máximas

O emprego do indicador $r_{mc}$ resultou nos valores de vazão máxima associada ao período de retorno de 2 anos ($Q_{mc}$ estimada) apresentados na Tabela 12. Essa tabela também apresenta as vazões máximas com 2 anos de retorno reais ($Q_{mc}$ real) e o erro percentual (E) entre vazões reais e estimadas. A Figura 9 apresenta, graficamente, as vazões máximas associadas ao período de retorno de 2 anos reais e estimadas.

**Tabela 12**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 2 anos reais, estimadas com emprego do indicador rmc e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{mc}$ real ($m^3/s$) | $Q_{mc}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 54,60 | 30,64 | 43,88 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 74,52 | 90,85 | 21,92 |
| 57400000 | Itaici | 113,02 | 162,59 | 43,86 |
| 57420000 | Ibitirama | 113,84 | 53,48 | 53,02 |
| 57450000 | Rive | 421,58 | 346,29 | 17,86 |
| 57490000 | Castelo | 120,68 | 152,97 | 26,76 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 151,21 | 228,82 | 51,33 |
| 57555000 | Coutinho | 545,43 | 720,18 | 32,04 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 442,97 | 808,92 | 82,61 |
| | | | **Média** | 41,48 |

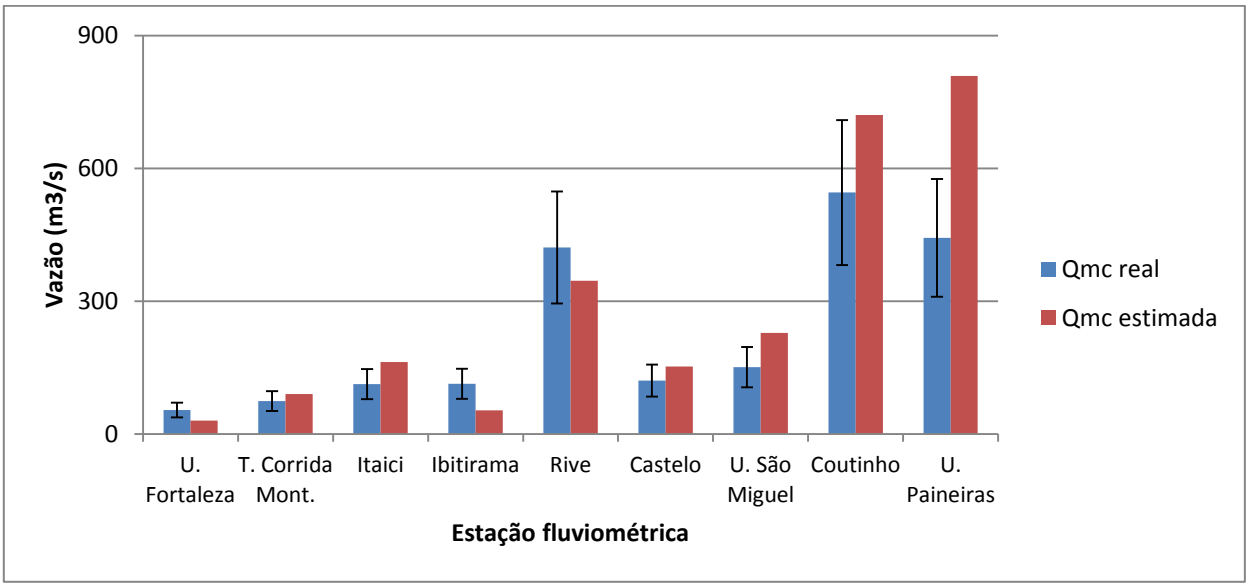



**Figura 9**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 2 anos reais e estimadas por meio do indicador $r_{mc}$. Nota: Barra de erros de 30%.

A Tabela 12 e a Figura 9 indicam que a maioria das estações apresentaram erros percentuais maiores que 30%, quando da estimativa da vazão $Q_{mc}$ por meio do indicador $r_{mc}$. Os erros obtidos variaram de 17,86% (Rive) a 82,61% (Usina Paineiras) e o erro médio para a bacia do rio Itapemirim foi de 41,48%.

A Tabela 13 apresenta as vazões máximas associadas ao período de retorno de 100 anos reais ($Q_{100}$ real) e estimadas ($Q_{100}$ estimada) com o uso do indicador $r_{100}$. Os erros percentuais entre vazões reais e estimadas (E) também são apresentados na Tabela 13. É importante destacar que a vazão $Q_{100}$ foi estimada com auxílio da vazão $Q_{mc}$ obtida com o emprego do indicador $r_{mc}$.A Figura 10 ilustra os resultados associados às vazões máximas com período de retorno de 100 anos.

**Tabela 13**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 100 anos reais, estimadas com emprego do indicador $r_{100}$ e erros percentuais entre vazões reais e estimadas.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{100}$ real ($m^3/s$) | $Q_{100}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 182,56 | 77,52 | 57,54 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 242,44 | 229,87 | 5,19 |
| 57400000 | Itaici | 261,84 | 411,37 | 57,11 |
| 57420000 | Ibitirama | 252,84 | 135,32 | 46,48 |
| 57450000 | Rive | 1278,29 | 876,15 | 31,46 |
| 57490000 | Castelo | 248,37 | 387,03 | 55,83 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 352,14 | 578,95 | 64,41 |
| 57555000 | Coutinho | 1260,05 | 1822,14 | 44,61 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 844,75 | 2046,66 | 142,28 |
| | | | **Média** | 56,10 |

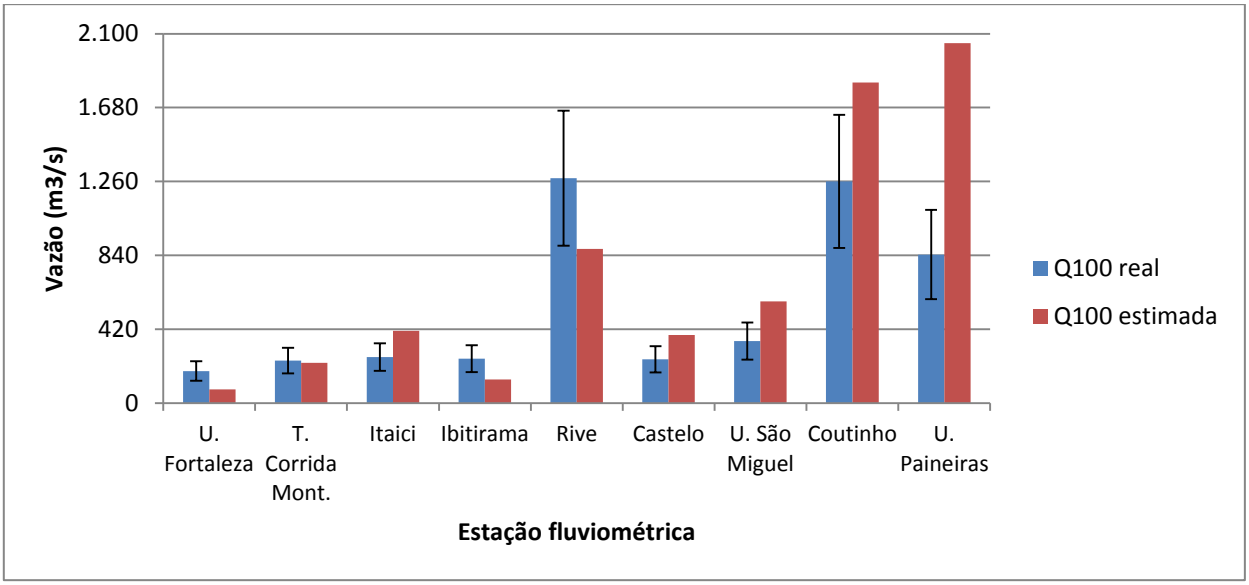



**Figura 10**. Vazões máximas associadas ao período de retorno de 100 anos reais e estimadas por meio do indicador $r_{100}$.
Nota: Barra de erros de 30%.

Os erros percentuais entre as vazões máximas associadas ao período de retorno de 100 anos reais e estimadas variaram de 5,19% (Terra Corrida Montante) a 142,28% (Usina Paineiras), conforme apresentado na Tabela 13. É relevante registrar que 8 estações apresentaram erro acima de 30% e que o erro percentual médio para a bacia do rio Itapemirim foi de 56,10%.

### 6.3.5. Síntese associada ao emprego dos indicadores regionais de vazão

Após a aplicação dos indicadores produzidos, são relevantes as seguintes considerações:

- O erro médio para a bacia do rio Itapemirim, quando da estimativa de vazões mínimas e médias, não superou 22%.
- Para a estimativa das vazões máximas, os erros obtidos foram acima de 30% para a maioria das estações, sugerindo que o uso dos indicadores $r_{mc}$ e $r_{100}$ não é interessante para a bacia do rio Itapemirim.
- As estações Castelo e Coutinho apresentaram erros superiores a 30% em 5 dos 7 indicadores utilizados.
- Para estimar a vazão $Q_{95}$, o indicador $rcp_{95}$ forneceu resultados melhores do que aqueles associados à aplicação do indicador $r_m$, para a maioria das estações.

## 6.4. REGIONALIZAÇÃO DE $Q_m$, $Q_{90}$ E $Q_{7,10}$

As vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$ foram apropriadas de acordo com a metodologia apresentada no item 5.4. Conforme indicado quando da apropriação dos indicadores regionais de vazão, para a vazão $Q_{7,10}$, a distribuição de probabilidades que resultou em menor erro padrão, para a maioria das estações, foi a Logpearson III.

Para a regionalização das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, foram realizadas, a princípio, análises de regressão simples, assumindo-se como variáveis explicativas área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água, densidade de drenagem, perímetro, precipitação média e altitude média. Na sequência, foram realizadas análises de regressão múltipla a partir de combinações das três variáveis explicativas que produziram melhores resultados nas análises simples.

### 6.4.1. Vazão $Q_m$

A Tabela 14 apresenta as equações obtidas em todas as tentativas de regionalização realizadas para a vazão média de longo período ($Q_m$), bem como o coeficiente de correlação ($R^2$) e erro percentual médio ($E_m$) associados ao conjunto das estações fluviométricas consideradas neste estudo. Para as tentativas de regionalização que envolveram análises de regressão múltipla, o coeficiente de correlação apresentado é o ajustado ($R^2a$) que, segundo Levine *et al*. (2005), é o coeficiente mais indicado para esse tipo de análise por refletir o número de variáveis explicativas e o tamanho da amostra.

**Tabela 14**. Equações de regionalização para a vazão média de longo período ($Q_m$), coeficientes de correlação e erros médios para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim.

| Variáveis independentes | Equação de regionalização | $R^2$ | $E_m$ (%) |
|---|---|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_m = 0{,}0600.A^{0{,}8342}$ | 0,9517 | 15,86 |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_m = 0{,}0245.L^{0{,}8501}$ | 0,9709 | 13,18 |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_m = 18{,}3480.Dd^{0{,}1539}$ | 0,0002 | 88,79 |
| Perímetro (P, em km) | $Q_m = 0{,}0045.P^{1{,}5913}$ | 0,9754 | 10,58 |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_m = 6.10^{-32}.Pp^{10{,}367}$ | 0,1217 | 90,57 |
| Altitude média (H, em m) | $Q_m = 2.10^{12}.H^{-3{,}728}$ | 0,5989 | 75,95 |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_m = 0{,}0075.A^{-1{,}2182}.L^{2{,}0762}$ | 0,9749* | 10,34 |
| Área e perímetro | $Q_m = 0{,}0010.A^{-0{,}5239}.P^{2{,}5731}$ | 0,9726* | 10,04 |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_m = 0{,}0072.L^{0{,}2462}.P^{1{,}1341}$ | 0,9683* | 10,57 |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_m = 0{,}0006.A^{-1{,}7171}.L^{1{,}5727}.P^{1{,}8884}$ | 0,9910* | 5,30 |

*Nota: Valores referentes ao coeficiente de correlação ajustado.

Da inspeção da Tabela 14, observa-se que a função regional estabelecida a partir de área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes foi a que resultou em maior coeficiente de correlação (0,9910) e menor erro percentual médio para o conjunto de estações da bacia hidrográfica do rio Itapemirim (5,30%). Em contrapartida, a função regional cuja variável explicativa foi a densidade de drenagem foi a que apresentou a pior resposta. Uma possível explicação para esse fato é a similaridade entre as densidades de drenagem encontradas para as sub-bacias das diferentes estações, todas elas compreendidas entre 2,32 km/km$^2$ e 2,96 km/km$^2$.

A Tabela 15 apresenta a vazão média de longo período real ($Q_m$ real), a vazão média de longo período estimada ($Q_m$ estimada) e o erro percentual entre esses referidos valores de vazão (E), considerando a função regional na qual área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro figuram como variáveis independentes. A Figura 11 ilustra os resultados referentes à aplicação da função regional selecionada para apropriação da vazão média de longo período selecionada para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim.

**Tabela 15**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,76 | 4,65 | 2,18 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,15 | 11,56 | 13,91 |
| 57400000 | Itaici | 17,63 | 17,61 | 0,12 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,85 | 11,11 | 6,27 |
| 57450000 | Rive | 42,97 | 44,94 | 4,59 |
| 57490000 | Castelo | 14,47 | 13,89 | 4,02 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,48 | 22,63 | 0,65 |
| 57555000 | Coutinho | 75,00 | 67,31 | 10,25 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,77 | 84,34 | 5,73 |
| | | | **Média** | 5,30 |

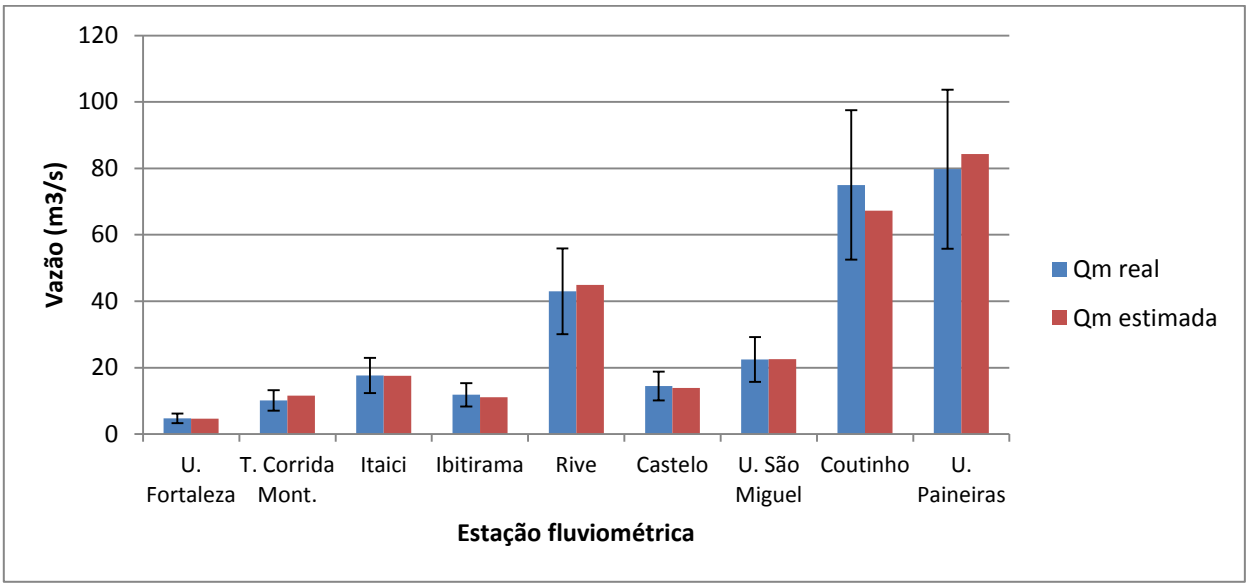
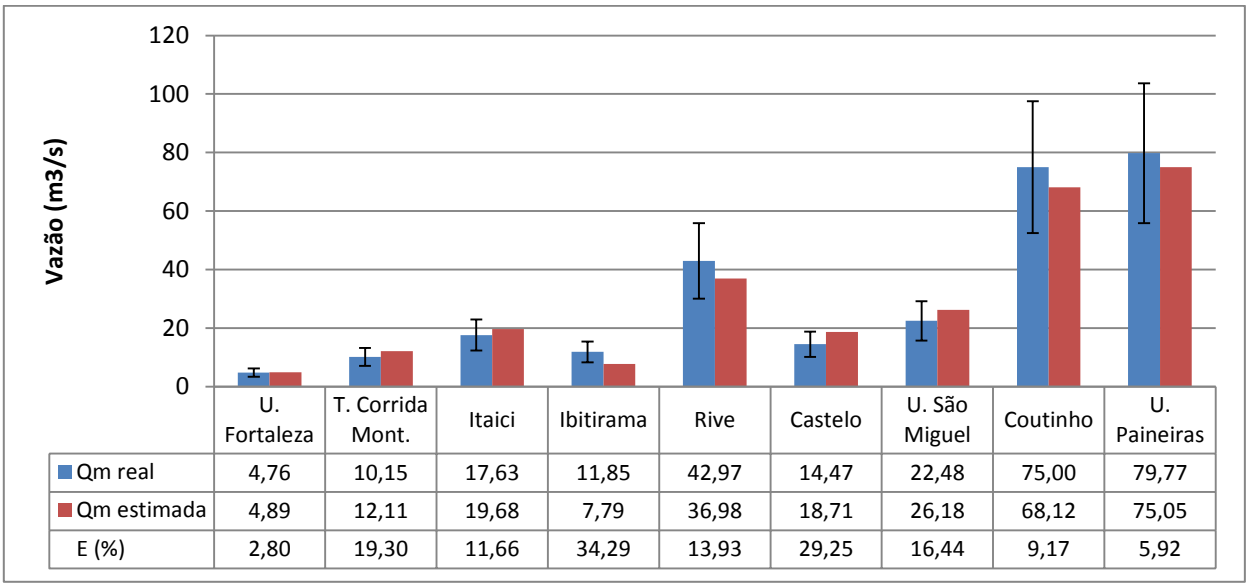



**Figura 11**. Vazões médias de longo período reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro figuram como variáveis independentes.
Nota: Barra de erros de 30%.

É relevante registrar que, para todas as estações fluviométricas consideradas, os erros percentuais foram todos menores que 30%, variando de 0,12% (Itaici) a 13,91% (Terra Corrida Montante).

Diferentes autores (TUCCI, 2002; ALMEIDA, 2010; BAENA, 2002; EUCLYDES *et al*., 2001; LEMOS, 2006) sustentam que a área de drenagem é a variável mais expressiva e mais utilizada em estudos de regionalização, por ser de fácil apropriação e por produzir resultados com baixos erros relativos. No presente trabalho, o erro percentual médio para a bacia do rio Itapemirim associado à função regional na qual a área figurou como variável explicativa foi de 15,86%, variando de 2,80% (Usina Fortaleza) a 34,29% (Ibitirama) (Figura 12).




| | U. Fortaleza | T. Corrida Mont. | Itaici | Ibitirama | Rive | Castelo | U. São Miguel | Coutinho | U. Paineiras |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Qm real | 4,76 | 10,15 | 17,63 | 11,85 | 42,97 | 14,47 | 22,48 | 75,00 | 79,77 |
| Qm estimada | 4,89 | 12,11 | 19,68 | 7,79 | 36,98 | 18,71 | 26,18 | 68,12 | 75,05 |
| E (%) | 2,80 | 19,30 | 11,66 | 34,29 | 13,93 | 29,25 | 16,44 | 9,17 | 5,92 |

**Figura 12**. Vazões médias de longo período reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área figura como variável independente.
Nota: Barra de erros de 30%.

Quando considerados os resultados reunidos nas Tabelas 7, 14 e 15 e na Figura 12, observa-se que as funções regionais ofereceram resultados melhores que aqueles associados aos indicadores regionais, ou seja, as vazões $Q_m$ apropriadas com emprego das funções regionais escolhidas se aproximaram mais das vazões medias reais que aquelas apropriadas com auxílio do indicador regional vazão específica.

### 6.4.2. Vazão $Q_{90}$

As equações de regionalização produzidas para a vazão $Q_{90}$, obtidas por meio de análises de regressão simples e múltiplas, são apresentadas na Tabela 16, juntamente com os coeficientes de correlação e erros médios ($E_m$) calculados a partir do conjunto de estações fluviométricas da bacia do rio Itapemirim.

**Tabela 16**. Equações de regionalização para a vazão $Q_{90}$, coeficientes de correlação e erros médios para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim.

| Variáveis independentes | Equação de regionalização | $R^2$ | $E_m$ (%) |
|---|---|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_{90} = 0{,}0166.A^{0{,}8565}$ | 0,9831 | 8,23 |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_{90} = 0{,}0069.L^{0{,}8675}$ | 0,9905 | 6,45 |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_{90} = 15{,}3700.Dd^{-0{,}878}$ | 0,0053 | 92,52 |
| Perímetro (P, em km) | $Q_{90} = 0{,}0013.P^{1{,}6193}$ | 0,9896 | 8,55 |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_{90} = 4.10^{-18}.Pp^{5{,}8088}$ | 0,0374 | 97,47 |
| Altitude média (H, em m) | $Q_{90} = 8.10^{12}.H^{-4{,}145}$ | 0,7256 | 44,18 |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{90} = 0{,}0057.A^{-0{,}1994}.L^{1{,}0681}$ | 0,9877* | 6,78 |
| Área e perímetro | $Q_{90} = 0{,}0021.A^{0{,}1734}.P^{1{,}2943}$ | 0,9867* | 7,42 |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{90} = 0{,}0031.L^{0{,}4725}.P^{0{,}7417}$ | 0,9903* | 5,45 |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{90} = 0{,}0016.A^{-0{,}4472}.L^{0{,}8180}.P^{0{,}9381}$ | 0,9903* | 5,81 |

*Nota: Valores referentes ao coeficiente de correlação ajustado.

Observa-se, da inspeção da Tabela 16, que o maior coeficiente de correlação (0,9905) obtido foi por meio da função regional na qual somente o comprimento total dos cursos d'água figurou como variável explicativa. Essa função também resultou em erro percentual médio baixo (6,45%), considerando o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim. Nota-se, adicionalmente, que as funções regionais estabelecidas a partir de densidade de drenagem e precipitação média como variáveis independentes foram as que apresentaram as piores respostas, com erros médios de 92,52% e 97,47%, respectivamente.

A vazão associada à permanência de 90% real ($Q_{90}$ real), a vazão associada à permanência de 90% estimada com auxílio da função regional selecionada ($Q_{90}$ estimada) e o erro percentual entre esses valores de vazão (E) são apresentados na Tabela 17. A Figura 13 ilustra os resultados referentes à análise regional da vazão $Q_{90}$.

**Tabela 17**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,52 | 1,40 | 8,10 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,18 | 3,97 | 4,97 |
| 57400000 | Itaici | 6,38 | 6,37 | 0,11 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,69 | 2,79 | 3,77 |
| 57450000 | Rive | 14,20 | 12,71 | 10,52 |
| 57490000 | Castelo | 4,55 | 5,61 | 23,25 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,06 | 7,98 | 1,04 |
| 57555000 | Coutinho | 22,45 | 23,03 | 2,61 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,92 | 24,98 | 3,64 |
| | | | **Média** | 6,45 |

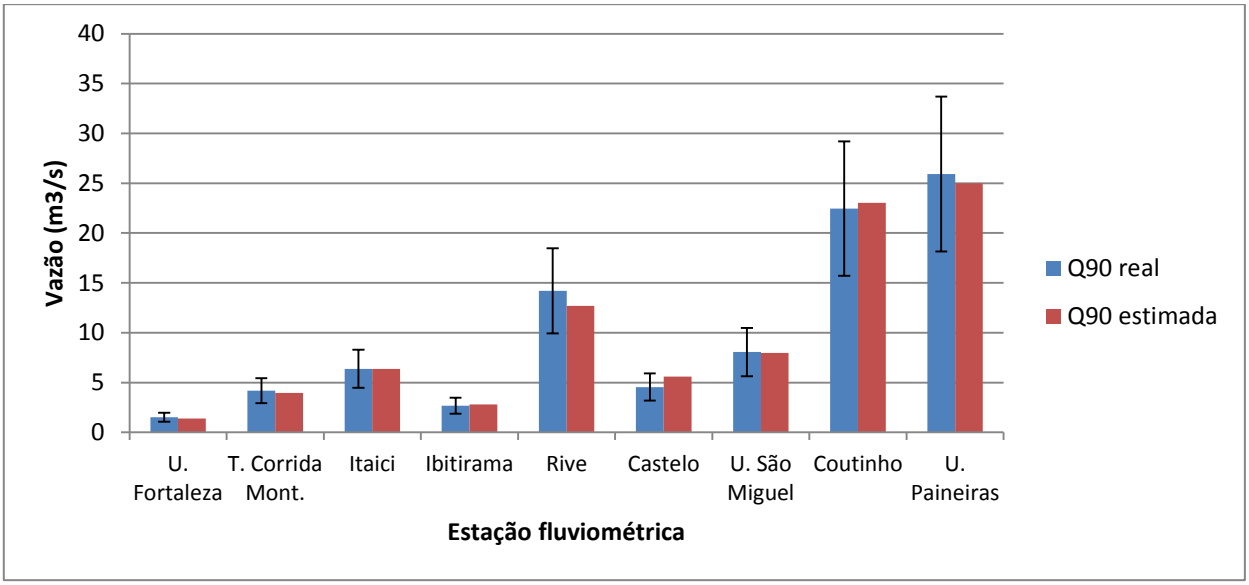
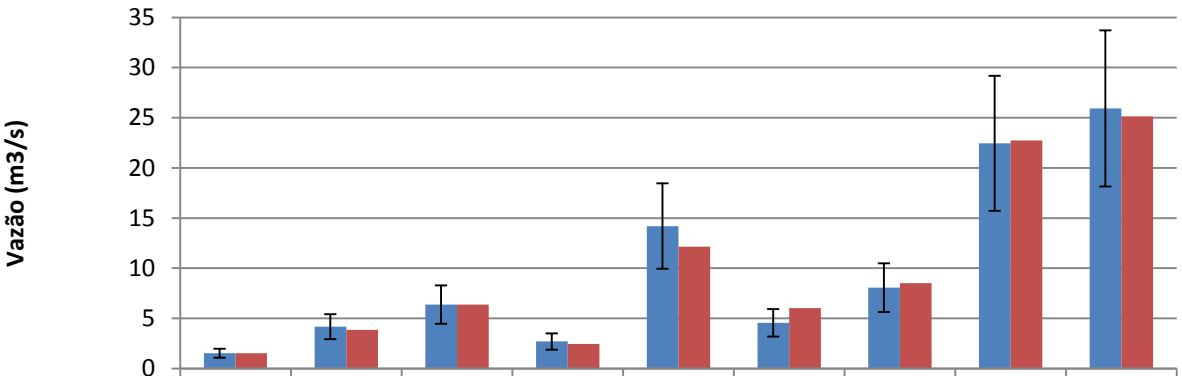



**Figura 13**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas com auxílio da função regional na qual comprimento total dos cursos d'água figura como variável independente.
Nota: Barra de erros de 30%.

Ressalta-se que, para todas as estações fluviométricas consideradas, os erros percentuais foram menores que 30%, oscilando entre 0,11% (Itaici) e 23,25% (Castelo).

A função regional na qual área de drenagem figurou como única variável explicativa produziu erros entre 0,15% (Usina Fortaleza) e 32,63% (Castelo) (Figura 14). Conforme mencionado no item anterior, a área de drenagem é de fácil apropriação e é a variável

independente mais utilizada em estudos de regionalização. Uma representação gráfica dos valores de vazão $Q_{90}$ obtidos com emprego da função regional com área como variável explicativa é apresentada na Figura 14.




| | U. Fortaleza | T. Corrida Mont. | Itaici | Ibitirama | Rive | Castelo | U. São Miguel | Coutinho | U. Paineiras |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q90 real | 1,52 | 4,18 | 6,38 | 2,69 | 14,20 | 4,55 | 8,06 | 22,45 | 25,92 |
| Q90 estimada | 1,52 | 3,86 | 6,36 | 2,45 | 12,15 | 6,03 | 8,52 | 22,75 | 25,13 |
| E (%) | 0,15 | 7,55 | 0,35 | 8,80 | 14,45 | 32,63 | 5,72 | 1,32 | 3,06 |

**Figura 14**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área figura como variável independente.
Nota: Barra de erros de 30%.

### 6.4.3. Vazão $Q_{7,10}$

A Tabela 18 apresenta as equações obtidas nas tentativas de regionalização realizadas para a vazão $Q_{7,10}$, bem como o coeficiente de correlação ($R^2$) e erro percentual médio ($E_m$) associados ao conjunto das estações fluviométricas consideradas neste estudo.

**Tabela 18**. Equações de regionalização para a vazão $Q_{7,10}$, coeficientes de correlação e erros médios para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim.

| Variáveis independentes | Equação de regionalização | $R^2$ | $E_m$ (%) |
|---|---|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_{7,10} = 0{,}0086.A^{0{,}8772}$ | 0,9612 | 15,33 |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_{7,10} = 0{,}0035.L^{0{,}8909}$ | 0,9737 | 12,09 |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_{7,10} = 6{,}1410.Dd^{-0{,}434}$ | 0,0012 | 99,68 |
| Perímetro (P, em km) | $Q_{7,10} = 0{,}0006.P^{1{,}662}$ | 0,9717 | 11,76 |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_{7,10} = 1.10^{-17}.Pp^{5{,}5795}$ | 0,0322 | 85,99 |
| Altitude média (H, em m) | $Q_{7,10} = 1.10^{13}.H^{-4{,}251}$ | 0,7114 | 47,72 |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{7,10} = 0{,}0018.A^{-0{,}6765}.L^{1{,}5718}$ | 0,9688* | 13,14 |
| Área e perímetro | $Q_{7,10} = 0{,}0006.A^{0{,}0037}.P^{1{,}6550}$ | 0,9622* | 11,74 |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{7,10} = 0{,}0017.L^{0{,}5322}.P^{0{,}6735}$ | 0,9673* | 11,04 |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{7,10} = 0{,}0004.A^{-0{,}9667}.L^{1{,}2790}.P^{1{,}0981}$ | 0,9691* | 10,80 |

*Nota: Valores referentes ao coeficiente de correlação ajustado.

Nota-se que, assim como para a vazão $Q_{90}$, a função regional estabelecida a partir de comprimento total dos cursos d'água como variável independente foi a que resultou em maior coeficiente de correlação (0,9737). Para a referida função, o erro percentual médio para o conjunto de estações da bacia hidrográfica do rio Itapemirim foi de 12,09%. As piores respostas foram obtidas com emprego da função regional na qual densidade de drenagem figurou como variável explicativa (coeficiente de correlação igual a 0,0012 e erro percentual médio igual a 99,68%).

A Tabela 19 apresenta a vazão $Q_{7,10}$ real, $Q_{7,10}$ estimada e o erro percentual entre esses referidos valores de vazão (E), considerando a função regional na qual comprimento total dos cursos d'água figurou como variável explicativa. A Figura 15 ilustra os resultados referentes à análise regional na vazão mínima $Q_{7,10}$.

**Tabela 19**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,81 | 0,82 | 0,95 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,90 | 2,39 | 17,58 |
| 57400000 | Itaici | 3,69 | 3,89 | 5,33 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,63 | 1,66 | 2,13 |
| 57450000 | Rive | 9,17 | 7,89 | 13,91 |
| 57490000 | Castelo | 2,47 | 3,41 | 37,97 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,03 | 4,89 | 2,72 |
| 57555000 | Coutinho | 12,19 | 14,54 | 19,30 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,35 | 15,80 | 8,92 |
| | | | **Média** | 12,09 |

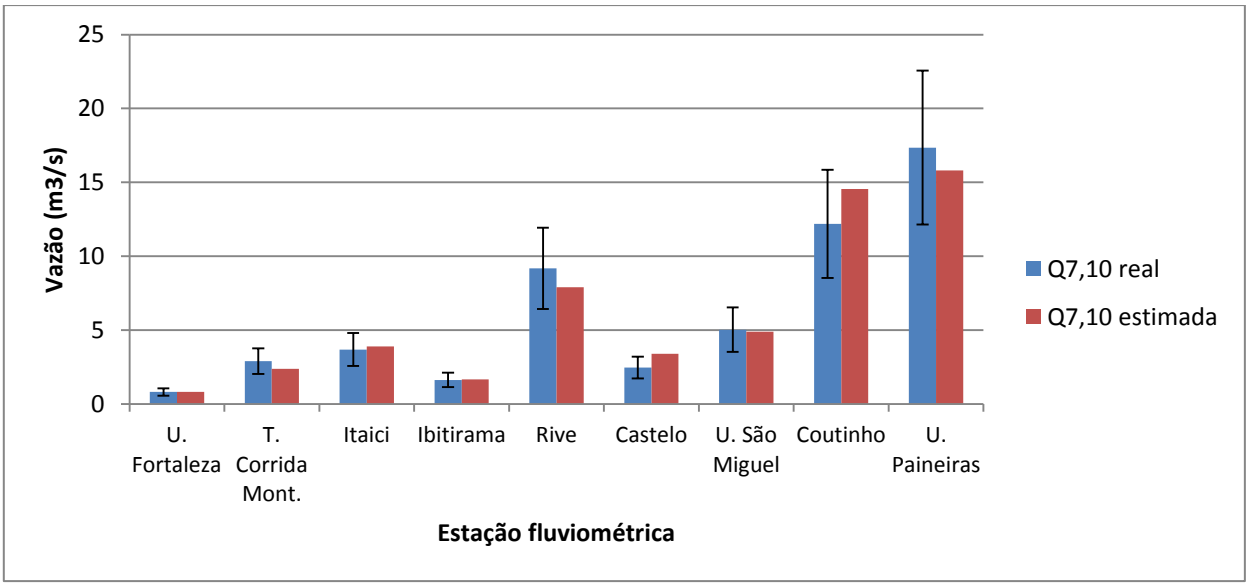
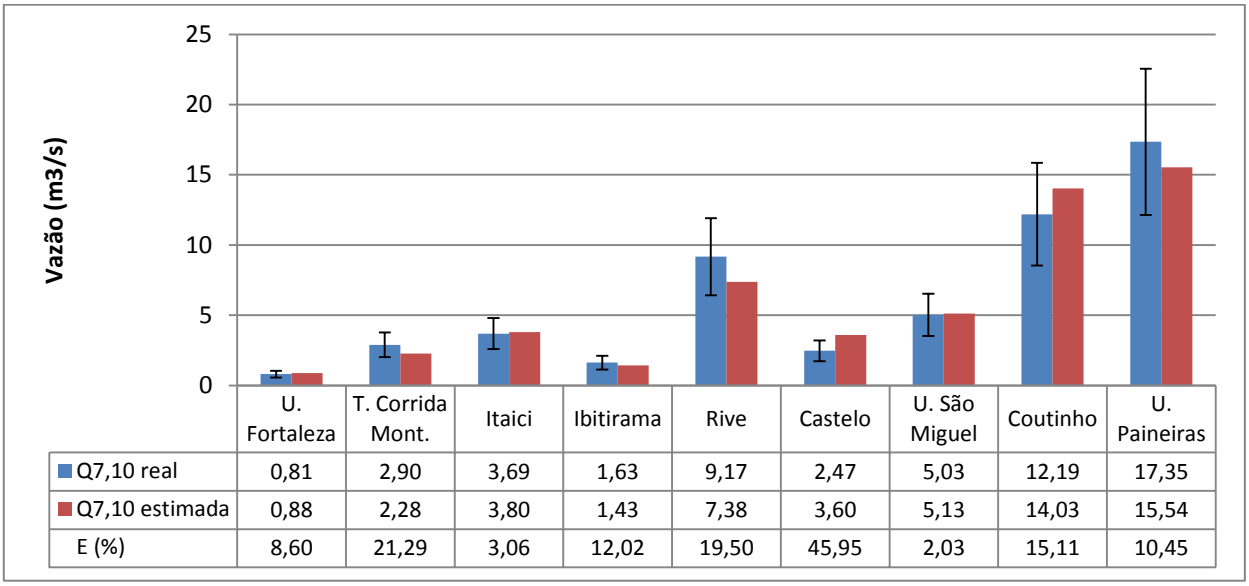



**Figura 15**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas com auxílio da função regional na qual comprimento total dos cursos d'água figura como variável independente.
Nota: Barra de erros de 30%.

É válido registrar que somente a estação Castelo apresentou erro percentual maior que 30% (37,97%). Para o restante das estações, os erros obtidos variaram de 0,95% (Usina Fortaleza) a 19,30% (Coutinho).

A Figura 16 apresenta, graficamente, os resultados obtidos quando do emprego da função regional com área como variável explicativa. Observa-se, na referida Figura, que

os erros produzidos variaram de 2,03% (Usina São Miguel) a 45,95% (Castelo), sendo que somente este último valor de erro ultrapassou 30%.




| | U. Fortaleza | T. Corrida Mont. | Itaici | Ibitirama | Rive | Castelo | U. São Miguel | Coutinho | U. Paineiras |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q7,10 real | 0,81 | 2,90 | 3,69 | 1,63 | 9,17 | 2,47 | 5,03 | 12,19 | 17,35 |
| Q7,10 estimada | 0,88 | 2,28 | 3,80 | 1,43 | 7,38 | 3,60 | 5,13 | 14,03 | 15,54 |
| E (%) | 8,60 | 21,29 | 3,06 | 12,02 | 19,50 | 45,95 | 2,03 | 15,11 | 10,45 |

**Figura 16**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas com auxílio da função regional na qual área figura como variável independente.
Nota: Barra de erros de 30%.

Da inspeção das Tabelas 10, 18 e 19, é possível observar que os resultados obtidos por meio das funções regionais foram, em geral, melhores que os resultados obtidos com auxílio do indicador regional $r_{7,10}$. O emprego do indicador regional $r_{7,10}$ forneceu erro percentual médio para a bacia do rio Itapemirim igual a 18,01%, enquanto a função regional selecionada (na qual comprimento total dos cursos d'água figurou como variável independente) produziu erro percentual médio igual a 12,09%.

### 6.4.4. Síntese associada à regionalização das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$

A partir da regionalização das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, por meio de análises de regressão simples e múltiplas, são consideradas relevantes as seguintes observações:

- Para a regionalização de $Q_m$, a função que forneceu os melhores resultados foi a que utilizou área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Para $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, as melhores correlações foram obtidas com a função regional que considerou somente o comprimento total dos cursos d'água como variável independente. É importante ressaltar que a seleção das funções regionais foi amparada nos valores dos coeficientes de correlação (normais ou ajustados) e no erro percentual médio entre vazões reais e estimadas para o conjunto de estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Itapemirim.
- A área de drenagem, enquanto variável independente, permitiu a definição de função regional que forneceu resultados satisfatórios para as vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, representando uma alternativa prática para a análise regional. Deve-se ressaltar que a obtenção da variável área é substancialmente mais simples do que a de outras variáveis independentes consideradas neste estudo.
- De forma geral, as funções regionais ofereceram resultados mais consistentes do que os indicadores regionais de vazão, para a estimativa das vazões média de longo período e média mínima com duração de 7 dias associada ao período de retorno de 10 anos.

## 6.5. REGIONALIZAÇÃO DAS CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA DE VAZÕES

Para a regionalização das curvas de probabilidade de vazões foram inicialmente apropriadas as vazões máximas e mínimas de 1 dia associadas aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos. Para as vazões mínimas, a distribuição de probabilidades que forneceu o menor erro padrão, para a maioria das estações, foi a Logpearson III. Para as vazões máximas, a distribuição escolhida foi a Lognormal III. Para a condução do processo de regionalização das referidas curvas foram utilizados dois métodos: o Método dos Valores Característicos e o Método da Curva Adimensional.

### 6.5.1. Curva de probabilidade de vazões mínimas

A Tabela 20 apresenta as vazões mínimas com duração de 1 dia associadas aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, obtidas com o auxílio do software SisCAH.

**Tabela 20**. Vazões mínimas com duração de 1 dia, em $m^3/s$, associadas a diferentes períodos de retorno.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,71 | 0,58 | 0,57 | 0,57 | 0,56 | 0,55 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,65 | 3,00 | 2,71 | 2,50 | 2,29 | 2,16 |
| 57400000 | Itaici | 4,84 | 3,61 | 3,17 | 2,87 | 2,61 | 2,46 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,14 | 1,72 | 1,54 | 1,41 | 1,27 | 1,19 |
| 57450000 | Rive | 11,01 | 9,08 | 8,28 | 7,71 | 7,14 | 6,80 |
| 57490000 | Castelo | 3,04 | 2,26 | 2,04 | 1,92 | 1,82 | 1,78 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,14 | 4,98 | 4,47 | 4,08 | 3,69 | 3,45 |
| 57555000 | Coutinho | 15,83 | 11,99 | 10,36 | 9,19 | 8,03 | 7,34 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 22,47 | 18,05 | 16,18 | 14,81 | 13,45 | 12,63 |

A Tabela 21 apresenta as funções regionais obtidas pelo Método dos Valores Característicos, para a estimativa de vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 2 e 100 anos. As funções regionais associadas aos demais períodos de retorno considerados no presente estudo (5, 10, 20 e 50 anos) são apresentadas no Apêndice B.

**Tabela 21**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 2 anos ($Q_{1,2}$) e 100 anos ($Q_{1,100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 2 anos | Período de retorno de 100 anos |
|---|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_{1,2} = 0{,}0067.A^{0{,}9418}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0068.A^{0{,}8612}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_{1,2} = 0{,}0024.L^{0{,}9604}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0027.L^{0{,}8759}$ |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_{1,2} = 3{,}8724.Dd^{0{,}2781}$ | $Q_{1,100} = 3{,}3981.Dd^{-0{,}181}$ |
| Perímetro (P, em km) | $Q_{1,2} = 0{,}0004.P^{1{,}7765}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0005.P^{1{,}6346}$ |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_{1,2} = 2.10^{-21}.Pp^{6{,}795}$ | $Q_{1,100} = 7.10^{-18}.Pp^{5{,}6051}$ |
| Altitude média (H, em m) | $Q_{1,2} = 5.10^{13}.H^{-4{,}454}$ | $Q_{1,100} = 4.10^{12}.H^{-4{,}165}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{1,2} = 0{,}0006.A^{-1{,}4812}.L^{2{,}4512}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0011.A^{-0{,}9127}.L^{1{,}7944}$ |
| Área e perímetro | $Q_{1,2} = 0{,}0012.A^{0{,}3873}.P^{1{,}0507}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0003.A^{-0{,}1418}.P^{1{,}9003}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,2} = 0{,}0050.L^{1{,}3157}.P^{-0{,}6671}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0013.L^{0{,}4934}.P^{0{,}7182}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,2} = 0{,}0006.A^{-1{,}4763}.L^{2{,}4562}.P^{-0{,}0189}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0002.A^{-1{,}2472}.L^{1{,}4569}.P^{1{,}2660}$ |

A Tabela 22 apresenta as equações de regressão utilizadas no Método da Curva Adimensional, relacionando a vazão média de longo período (variável de adimensionalização) e as variáveis explicativas consideradas no presente estudo. Ressalta-se que estas equações foram também utilizadas para a regionalização das curvas de probabilidade de vazões máximas e curvas de permanência, quando do emprego do Método da Curva Adimensional para a regionalização destas funções hidrológicas.

**Tabela 22**. Equações de regressão utilizadas no Método da Curva Adimensional, relacionando a vazão média de longo período e as diferentes variáveis explicativas.

| Variáveis independentes | Equação |
|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_m = 0{,}06.A^{0{,}8342}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_m = 0{,}0245.L^{0{,}8501}$ |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_m = 18{,}348.Dd^{0{,}1539}$ |
| Perímetro (P, em km) | $Q_m = 0{,}0045.P^{1{,}5913}$ |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_m = 6.10^{-32}.Pp^{10{,}367}$ |
| Altitude média (H, em m) | $Q_m = 2.10^{12}.H^{-3{,}728}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_m = 0{,}0075.A^{-1{,}2182}.L^{2{,}0762}$ |
| Área e perímetro | $Q_m = 0{,}0010.A^{-0{,}5239}.P^{2{,}5731}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_m = 0{,}0072.L^{0{,}2462}.P^{1{,}1341}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_m = 0{,}0006.A^{-1{,}7171}.L^{1{,}5727}.P^{1{,}8884}$ |

A Figura 17 apresenta a curva média adimensional de vazões mínimas com duração de 1 dia para a bacia do rio Itapemirim, considerando a vazão média de longo período como variável de adimensionalização.

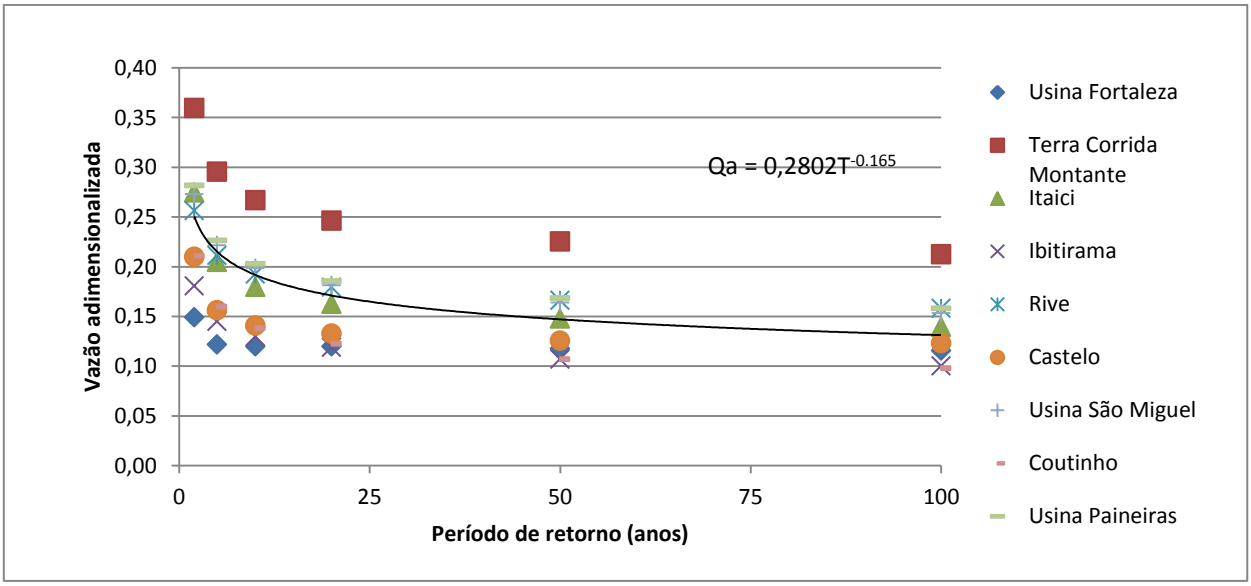



**Figura 17**. Curva Adimensional de vazões mínimas com duração de 1 dia para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim.

As funções regionais finais obtidas pelo Método da Curva Adimensional, para qualquer período de retorno (T) compreendido entre 2 e 100 anos (2<T<100), são apresentadas na Tabela 23.

**Tabela 23**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com período de retorno de T anos ($Q_{1,T}$), entre 2 e 100 anos, obtidas pelo Método da Curva Adimensional.

| Variáveis independentes | Equação |
|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_{1,T} = 0{,}0168.A^{0{,}8342}.T^{-0{,}165}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_{1,T} = 0{,}0069.L^{0{,}8501}.T^{-0{,}165}$ |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_{1,T} = 5{,}1411.Dd^{0{,}1539}.T^{-0{,}165}$ |
| Perímetro (P, em km) | $Q_{1,T} = 0{,}0013.P^{1{,}5913}.T^{-0{,}165}$ |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_{1,T} = 1{,}68.10^{-32}.Pp^{10{,}367}.T^{-0{,}165}$ |
| Altitude média (H, em m) | $Q_{1,T} = 5{,}6.10^{11}.H^{-3{,}728}.T^{-0{,}165}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{1,T} = 0{,}0021.A^{-1{,}2182}.L^{2{,}0762}.T^{-0{,}165}$ |
| Área e perímetro | $Q_{1,T} = 0{,}0003.A^{-0{,}5239}.P^{2{,}5731}.T^{-0{,}165}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,T} = 0{,}0020.L^{0{,}2462}.P^{1{,}1341}.T^{-0{,}165}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,T} = 0{,}0002.A^{-1{,}7171}.L^{1{,}5727}.P^{1{,}8884}.T^{-0{,}165}$ |

Para cada função regional estabelecida e para os dois métodos empregados, foi calculado um erro médio global. Para a apropriação deste erro avaliou-se, para cada estação fluviométrica, a média dos erros percentuais entre vazões reais e vazões estimadas para cada período de retorno. Na sequência, definido o erro médio associado à curva de probabilidade de vazões mínimas de cada estação fluviométrica, estima-se um erro médio para o conjunto de postos da bacia (erro médio global). Estes erros estão reunidos na Tabela 24.

**Tabela 24**. Erro médio global associado à regionalização da curva de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia na bacia do rio Itapemirim.

| Variáveis independentes | Erro médio global (%) | |
|---|---|---|
| | Método dos Valores Característicos | Metodo da Curva Adimensional |
| Área (A, em km$^2$) | 20,74 | 23,65 |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | 16,70 | 20,14 |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | 108,41 | 117,11 |
| Perímetro (P, em km) | 18,16 | 20,90 |
| Precipitação média (Pp, em mm) | 99,36 | 126,64 |
| Altitude média (H, em m) | 49,23 | 82,44 |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | 14,74 | 19,16 |
| Área e perímetro | 16,84 | 20,78 |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | 16,38 | 19,40 |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | 13,36 | 17,58 |

Da simples inspeção da Tabela 24, observa-se que as funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas foram as que forneceram os menores erros médios gerais, tanto pelo Método dos Valores Característicos (13,36%) quando pelo Método da Curva Adimensional (17,58%). A Figura 18 ilustra as curvas de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia reais e as curvas estimadas pelos diferentes métodos considerados (Valores Característicos e Curva Adimensional), quando do emprego das funções regionais selecionadas.

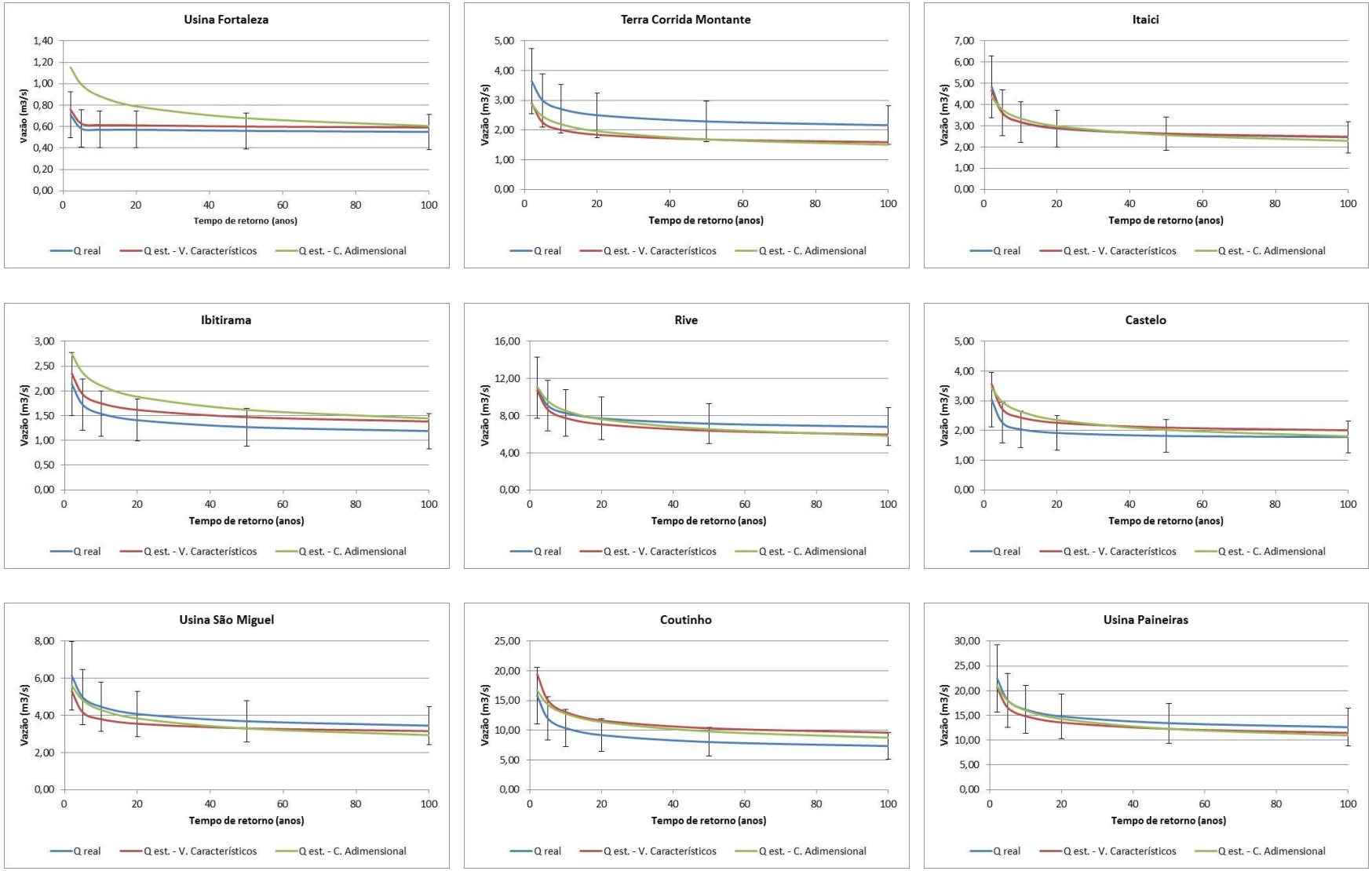



**Figura 18**. Curvas de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Nota: Barra de erros de 30%.

A Tabela 25 apresenta os erros percentuais produzidos em cada estação fluviométrica, quando da estimativa das vazões mínimas de 1 dia pelo método dos Valores Característicos, empregando-se a função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes. A Tabela 27 apresenta os mesmos erros, estimados quando do emprego da função regional definida a partir do Método da Curva Adimensional. Da inspeção dos valores de erros percentuais entre valores reais e estimados, observa-se que as curvas de probabilidade de vazões mínimas estimadas pelo método dos Valores Característicos se aproximaram mais das curvas reais, que aquelas estabelecidas a partir do Método da Curva Adimensional.

Da observação da Tabela 25, nota-se que somente para a estação Coutinho e para o período de retorno de 100 anos, o erro percentual entre valores reais e estimados de vazões mínimas ultrapassou o valor limite de erro recomendado por Eletrobrás (1985) (30%). Para o conjunto de estações, os erros percentuais médios oscilaram entre 1,12% (Itaici) e 26,85% (Coutinho). Adicionalmente, observou-se, na maior parte das estações consideradas, aumento do erro percentual entre vazões reais e estimadas com o crescimento do período de retorno.

**Tabela 25**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas.

| **Código da estação** | **Nome da estação** | **Erro (%) por período de retorno, em anos** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **2** | **5** | **10** | **20** | **50** | **100** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 6,80 | 8,00 | 7,65 | 7,27 | 7,21 | 7,43 | 7,39 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 20,36 | 24,81 | 25,89 | 26,37 | 26,58 | 26,34 | 25,06 |
| 57400000 | Itaici | 3,37 | 0,41 | 0,24 | 0,85 | 0,84 | 0,98 | 1,12 |
| 57420000 | Ibitirama | 9,90 | 12,25 | 13,65 | 14,71 | 15,86 | 16,26 | 13,77 |
| 57450000 | Rive | 2,81 | 4,80 | 6,50 | 8,27 | 10,61 | 12,29 | 7,55 |
| 57490000 | Castelo | 17,29 | 20,10 | 19,57 | 17,82 | 15,40 | 12,85 | 17,17 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 13,59 | 16,36 | 15,00 | 12,89 | 10,39 | 8,52 | 12,79 |
| 57555000 | Coutinho | 22,89 | 25,59 | 26,12 | 26,76 | 28,87 | 30,86 | 26,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 8,55 | 8,28 | 8,20 | 8,29 | 8,72 | 9,16 | 8,53 |
| | | | | | | | **Média** | 13,36 |

**Tabela 26**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 62,51 | 71,02 | 55,21 | 38,44 | 21,14 | 10,01 | 43,06 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 21,46 | 17,85 | 18,89 | 21,58 | 26,40 | 30,40 | 22,76 |
| 57400000 | Itaici | 9,83 | 3,93 | 5,57 | 4,00 | 1,69 | 6,96 | 5,33 |
| 57420000 | Ibitirama | 28,64 | 37,60 | 37,07 | 33,53 | 27,45 | 21,32 | 30,93 |
| 57450000 | Rive | 1,18 | 5,47 | 3,17 | 1,18 | 8,26 | 14,09 | 5,56 |
| 57490000 | Castelo | 13,28 | 30,99 | 29,44 | 22,66 | 11,25 | 1,45 | 18,18 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,65 | 3,17 | 3,78 | 5,98 | 10,63 | 14,74 | 7,83 |
| 57555000 | Coutinho | 5,40 | 19,63 | 23,49 | 24,16 | 22,16 | 19,20 | 19,01 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,95 | 0,42 | 0,92 | 3,45 | 8,61 | 13,19 | 5,59 |
| | | | | | | | **Média** | 17,58 |

Conforme discutido no item 6.4, a área de drenagem é a variável mais usualmente utilizada em estudos de regionalização, por ser facilmente apropriada e por produzir pequenos erros entre as vazões reais e estimadas. No presente estudo, a regionalização de vazões mínimas de 1 dia utilizando a área como única variável independente produziu erros médios inferiores a 30%, que variaram de 20,74% (Método dos Valores Característicos) a 23,65% (Método da Curva Adimensional). Uma representação gráfica das respostas produzidas a partir da função regional que considerou área como variável independente é apresentada na Figura 19. A Tabela 27 apresenta os erros associados à função regional definida pelo Método dos Valores Característicos (método que proporcionou o menor erro médio para o conjunto de estações instaladas na bacia). A estação Castelo, em especial, apresentou erros elevados e invariavelmente superiores a 30%. A estação Usina São Miguel foi a que apresentou menor erro médio (2,75 %).

Desta forma, ainda que para a regionalização da curva de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia os melhores resultados tenham sido obtidos por função regional que emprega as variáveis área, comprimento total dos cursos d’água e perímetro como variáveis explicativas, a utilização da área de drenagem como única variável explicativa mostrou-se uma alternativa interessante, tanto por apresentar erros percentuais baixos para a maioria das estações, quanto pela facilidade em se apropriar somente esta

variável independente. Adicionalmente, é relevante destacar que o Método dos Valores Característicos apresentou melhores respostas que o Método da Curva Adimensional quando da definição das funções regionais aplicáveis à construção das curvas de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia.

**Tabela 27**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos - Resultados obtidos a partir de função regional com área de drenagem como variável explicativa.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 35,72 | 32,28 | 27,01 | 21,98 | 17,85 | 16,23 | 25,18 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 26,52 | 29,52 | 28,03 | 26,70 | 25,57 | 24,53 | 26,81 |
| 57400000 | Itaici | 4,13 | 0,78 | 4,58 | 7,28 | 8,53 | 9,38 | 5,78 |
| 57420000 | Ibitirama | 23,90 | 25,00 | 21,88 | 18,97 | 15,49 | 13,21 | 19,74 |
| 57450000 | Rive | 14,10 | 18,90 | 20,23 | 21,64 | 23,24 | 24,12 | 20,37 |
| 57490000 | Castelo | 44,12 | 52,08 | 53,73 | 51,87 | 47,57 | 43,43 | 48,80 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,26 | 0,48 | 1,28 | 2,34 | 3,45 | 4,68 | 2,75 |
| 57555000 | Coutinho | 19,07 | 21,58 | 24,29 | 26,29 | 29,33 | 32,07 | 25,44 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,42 | 9,99 | 11,52 | 13,08 | 14,55 | 15,17 | 11,79 |
| | | | | | | | **Média** | 20,74 |

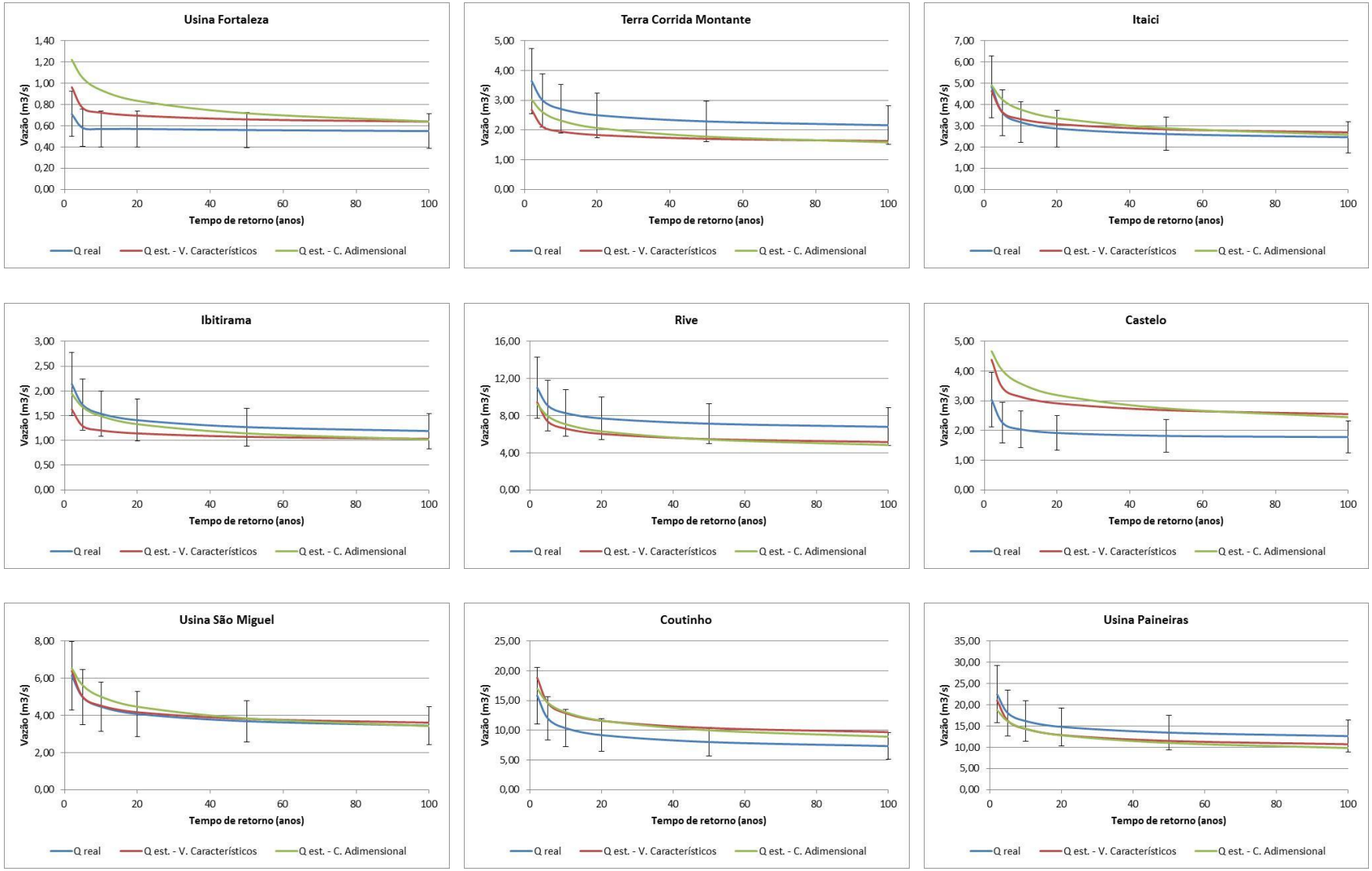



**Figura 19**. Curvas de probabilidade de vazões mínimas de 1 dia – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área de drenagem como variável explicativa. Nota: Barra de erros de 30%.

### 6.5.2. Curva de probabilidade de vazões máximas

A Tabela 28 apresenta as vazões máximas reais associadas aos períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos, obtidas com o auxílio do software SisCAH.

**Tabela 28**. Vazões máximas reais, em $m^3/s$, associadas a diferentes períodos de retorno.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 56,73 | 87,7 | 107,94 | 127,19 | 152 | 170,63 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 76,30 | 116,99 | 144,39 | 170,93 | 205,76 | 232,35 |
| 57400000 | Itaici | 117,43 | 157,08 | 179,81 | 199,69 | 223,34 | 239,89 |
| 57420000 | Ibitirama | 118,67 | 155,81 | 176,49 | 194,24 | 214,98 | 229,28 |
| 57450000 | Rive | 432,15 | 644,86 | 784,58 | 917,81 | 1090,06 | 1219,76 |
| 57490000 | Castelo | 123,63 | 159,12 | 179,57 | 197,49 | 218,87 | 233,87 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 152,25 | 206,49 | 241,30 | 274,00 | 315,67 | 346,65 |
| 57555000 | Coutinho | 564,25 | 755,64 | 866,92 | 965,10 | 1082,88 | 1165,92 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 448,55 | 564,09 | 632,08 | 692,52 | 765,55 | 817,38 |

As funções regionais obtidas pelo Método dos Valores Característicos, para a estimativa de vazões máximas com períodos de retorno de 2 e 100 anos são apresentadas na Tabela 29. Para os demais períodos de retorno (5, 10, 20 e 50 anos), as funções produzidas são apresentadas no Apêndice B.

**Tabela 29**. Funções regionais associadas às vazões máximas com período de retorno de 2 anos ($Q_2$) e 100 anos ($Q_{100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 2 anos | Período de retorno de 100 anos |
|---|---|---|
| Área (A, em $km^2$) | $Q_2 = 1{,}359.A^{0{,}6877}$ | $Q_{100} = 5{,}4249.A^{0{,}6079}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_2 = 0{,}633.L^{0{,}7041}$ | $Q_{100} = 2{,}7653.L^{0{,}6222}$ |
| Densidade de drenagem (Dd, em $km/km^2$) | $Q_2 = 85{,}051.Dd^{0{,}7576}$ | $Q_{100} = 217{,}62.Dd^{0{,}6316}$ |
| Perímetro (P, em km) | $Q_2 = 0{,}146.P^{1{,}3303}$ | $Q_{100} = 0{,}7192.P^{1{,}1851}$ |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_2 = 3.10^{-35}.Pp^{11{,}677}$ | $Q_{100} = 5.10^{-24}.Pp^{8{,}2289}$ |
| Altitude média (H, em m) | $Q_2 = 3.10^{10}.H^{-2{,}832}$ | $Q_{100} = 1.10^{10}.H^{-2{,}595}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_2 = 0{,}1280.A^{-1{,}6442}.L^{2{,}3589}$ | $Q_{100} = 0{,}6987.A^{-1{,}4148}.L^{2{,}0462}$ |
| Área e perímetro | $Q_2 = 0{,}0030.A^{-1{,}3289}.P^{3{,}8208}$ | $Q_{100} = 0{,}0063.A^{-1{,}6206}.P^{4{,}2223}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_2 = 0{,}0681.L^{-0{,}3991}.P^{2{,}0716}$ | $Q_{100} = 0{,}1495.L^{-0{,}8210}.P^{2{,}7100}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_2 = 0{,}0019.A^{-2{,}4793}.L^{1{,}5162}.P^{3{,}1607}$ | $Q_{100} = 0{,}0046.A^{-2{,}4106}.L^{1{,}0413}.P^{3{,}7690}$ |

No que diz respeito ao Método da Curva Adimensional, as equações de regressão que relacionam a vazão média de longo período (variável de adimensionalização) e as diferentes variáveis explicativas consideradas no presente estudo foram previamente apresentadas (Tabela 22). A Figura 20 apresenta as curvas de vazões máximas adimensionalizadas de cada estação fluviométrica e a curva adimensional média de vazões máximas para a bacia do rio Itapemirim.

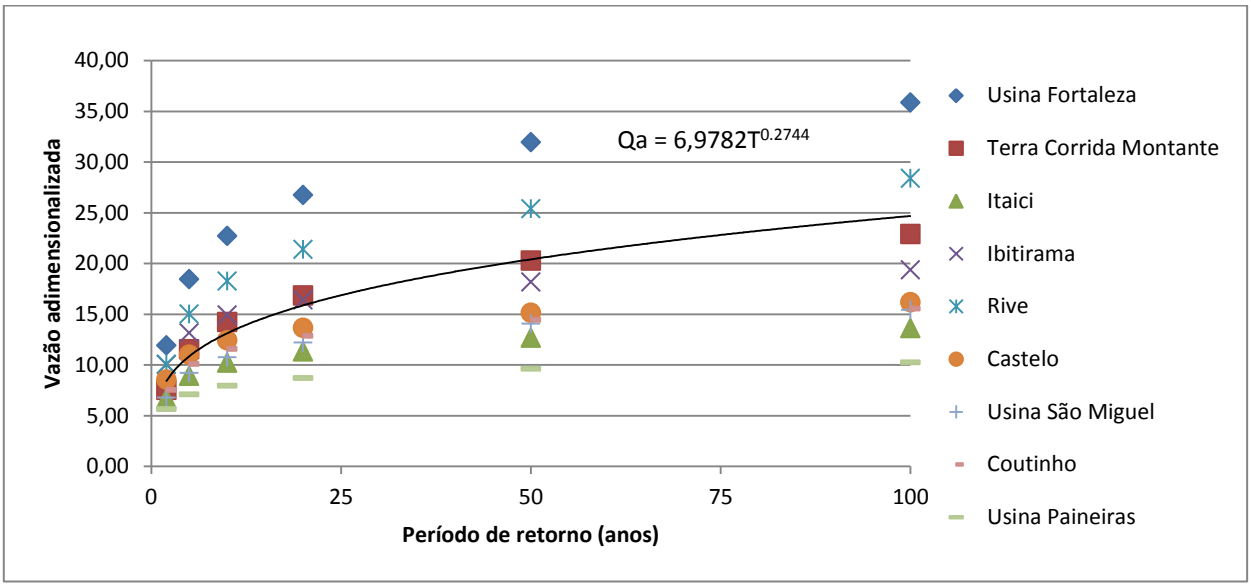



**Figura 20**. Curva Adimensional de vazões máximas, para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim.

A Tabela 30 apresenta as funções regionais produzidas pelo Método da Curva Adimensional, que podem ser utilizadas para estimar vazões máximas associadas a qualquer período de retorno (T) compreendido entre 2 e 100 anos.

**Tabela 30**. Funções regionais associadas às vazões máximas com período de retorno de T anos ($Q_T$), entre 2 e 100 anos, obtidas pelo Método da Curva Adimensional.

| Variáveis independentes | Equação |
|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_T = 0{,}4187.A^{0{,}8342}.T^{0{,}2744}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_T = 0{,}1710.L^{0{,}8501}.T^{0{,}2744}$ |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_T = 128{,}036.Dd^{0{,}1539}.T^{0{,}2744}$ |
| Perímetro (P, em km) | $Q_T = 0{,}0314.P^{1{,}5913}.T^{0{,}2744}$ |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_T = 4{,}19.10^{-31}.Pp^{10{,}367}.T^{0{,}2744}$ |
| Altitude média (H, em m) | $Q_T = 1{,}39.10^{13}.H^{-3{,}728}.T^{0{,}2744}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_T = 0{,}0523.A^{-1{,}2182}.L^{2{,}0762}.T^{0{,}2744}$ |
| Área e perímetro | $Q_T = 0{,}0070.A^{-0{,}5239}.P^{2{,}5731}.T^{0{,}2744}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_T = 0{,}0502.L^{0{,}2462}.P^{1{,}1341}.T^{0{,}2744}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_T = 0{,}0042.A^{-1{,}7171}.L^{1{,}5727}.P^{1{,}8884}.T^{0{,}2744}$ |

A Tabela 31 apresenta o erro médio global associado a cada função regional estabelecida e para os dois métodos de regionalização hidrológica utilizados. Este erro foi apropriado, para cada estação fluviométrica, por meio da média dos erros percentuais entre vazões reais e vazões estimadas para cada período de retorno. Na sequência, foi calculado o erro médio para o conjunto de estações fluviométricas da bacia (erro médio global).

**Tabela 31**. Erro médio global associado à regionalização da curva de probabilidade de vazões máximas na bacia do rio Itapemirim.

| Variáveis independentes | Erro médio global (%) | |
|---|---|---|
| | Método dos Valores Característicos | Metodo da Curva Adimensional |
| Área (A, em km$^2$) | 30,11 | 42,10 |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | 28,44 | 39,84 |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | 68,13 | 79,10 |
| Perímetro (P, em km) | 26,07 | 36,57 |
| Precipitação média (Pp, em mm) | 60,77 | 82,22 |
| Altitude média (H, em m) | 45,70 | 91,26 |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | 24,89 | 36,47 |
| Área e perímetro | 19,24 | 34,90 |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | 24,19 | 37,35 |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | 19,19 | 31,69 |

A Tabela 31 indica que a função regional que forneceu o menor erro médio global na regionalização das curvas de probabilidade de vazões máximas foi a que utilizou área, comprimento total dos cursos d’água e perímetro como variáveis explicativas, tanto pelo Método dos Valores Característicos (erro de 19,19%) quando para o Método da Curva Adimensional (31,69%). As curvas de probabilidade de vazões máximas reais e aquelas estabelecidas pelos referidos métodos são apresentadas na Figura 21.

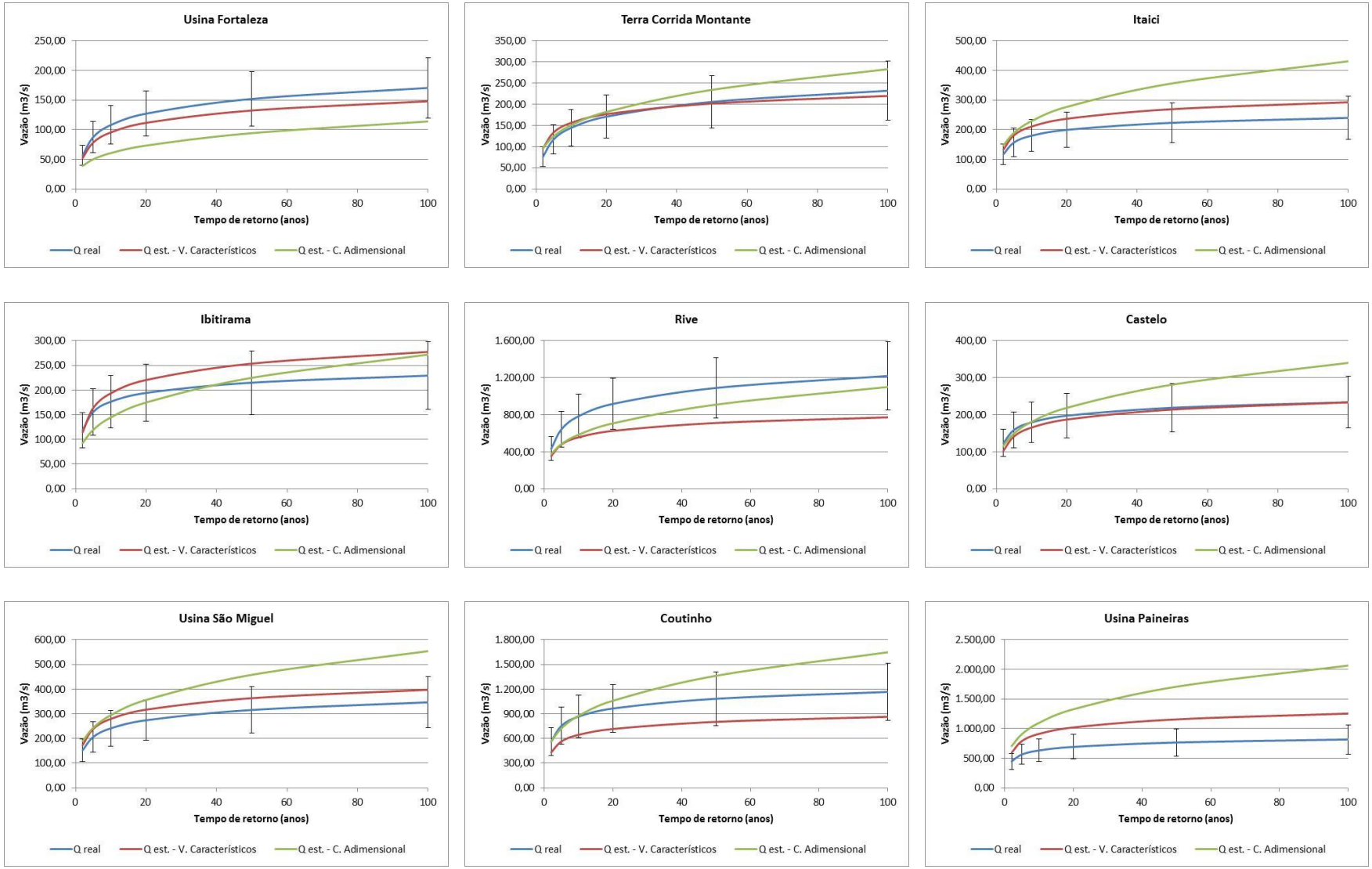



**Figura 21**. Curvas de probabilidade de vazões máximas – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Nota: Barra de erros de 30%.

Observa-se, a partir da análise dos gráficos constantes na Figura 21, que, para a maioria das estações fluviométricas, as curvas de probabilidade de vazões máximas estimadas pelo Método dos Valores Característicos se aproximaram mais das curvas reais do que as curvas estabelecidas a partir do Método da Curva Adimensional. Adicionalmente é relevante registrar que, em boa parte dos postos fluviométricos, o Método da Curva Adimensional superestimou as vazões máximas para os maiores períodos de retorno. Os erros percentuais produzidos nas referidas estações fluviométricas, quando do emprego da função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes para a estimativa das vazões máximas pelo Método dos Valores Característicos são apresentados na Tabela 32. A Tabela 33 apresenta os mesmos erros, estimados quando do emprego da função regional definida a partir do Método da Curva Adimensional.

**Tabela 32**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo Método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 7,83 | 10,52 | 11,53 | 12,22 | 12,87 | 13,24 | 11,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 25,96 | 14,22 | 8,23 | 3,40 | 1,90 | 5,34 | 9,84 |
| 57400000 | Itaici | 13,17 | 15,53 | 17,20 | 18,74 | 20,65 | 22,01 | 17,88 |
| 57420000 | Ibitirama | 3,42 | 5,09 | 9,64 | 13,49 | 17,93 | 20,98 | 11,76 |
| 57450000 | Rive | 18,12 | 25,51 | 29,03 | 31,79 | 34,76 | 36,67 | 29,31 |
| 57490000 | Castelo | 16,78 | 11,01 | 7,91 | 5,27 | 2,20 | 0,10 | 7,21 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 13,93 | 15,73 | 15,85 | 15,64 | 15,13 | 14,65 | 15,16 |
| 57555000 | Coutinho | 23,43 | 25,17 | 25,61 | 25,82 | 25,91 | 25,89 | 25,30 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 32,57 | 40,37 | 44,28 | 47,48 | 51,07 | 53,46 | 44,87 |
| | | | | | | | **Média** | 19,19 |

**Tabela 33**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo Método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 31,31 | 42,87 | 43,86 | 42,37 | 37,99 | 33,19 | 38,60 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 26,89 | 6,41 | 4,28 | 6,54 | 13,81 | 21,90 | 13,30 |
| 57400000 | Itaici | 25,51 | 20,65 | 27,48 | 38,84 | 59,62 | 79,74 | 41,97 |
| 57420000 | Ibitirama | 21,66 | 23,27 | 18,08 | 9,97 | 4,60 | 18,62 | 16,03 |
| 57450000 | Rive | 12,94 | 24,98 | 25,42 | 22,89 | 16,52 | 9,77 | 18,75 |
| 57490000 | Castelo | 5,93 | 6,02 | 0,72 | 10,77 | 28,52 | 45,47 | 16,24 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 24,41 | 17,96 | 22,09 | 30,04 | 45,14 | 59,86 | 33,25 |
| 57555000 | Coutinho | 0,14 | 4,12 | 1,08 | 9,82 | 25,86 | 41,38 | 13,73 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 57,41 | 60,95 | 73,73 | 91,78 | 123,08 | 152,71 | 93,28 |
| | | | | | | | **Média** | 31,69 |

Da inspeção da Tabela 32, observa-se que os erros percentuais foram menores que 30% para a maioria das estações fluviométricas consideradas. A estação Usina Paineiras apresentou erros maiores que 30% para todos os períodos de retorno, produzindo um erro médio de 44,87%. A estação Rive, por sua vez, apresentou erros superiores a 30% para os períodos de retorno de 20, 50 e 100 anos. Já o menor erro médio foi observado na estação Castelo (7,21%).

De maneira geral, em análises de regionalização de curvas de probabilidade de vazões máximas, espera-se que, com o aumento do período de retorno, haja, também, um aumento no erro produzido. Essa expectativa, sustentada por Baena (2002) é função do tamanho das séries de dados usualmente consideradas (neste estudo, 23 anos), geralmente pequenas em comparação a quantidade de anos dos maiores períodos de retorno da curva. Assim, a probabilidade de a série de dados estudada conter as vazões máximas associadas a períodos de retorno altos é pequena, o que aumenta a chance a ocorrência de erros altos.

Nos itens 6.4 e 6.5, foram realizadas discussões acerca da utilização da área de drenagem em estudos de regionalização, variável de fácil apropriação que fornece pequenos erros entre vazões reais e estimadas. Para a estimativa das curvas de probabilidade de vazões máximas, no entanto, a função regional na qual a área de drenagem figurou como única variável explicativa produziu erros médios gerais acima

de 30% (30,11%, para o Método dos Valores Característicos, e 42,10%, para o Método da Curva Adimensional), conforme apresentado na Tabela 31. A Tabela 34 apresenta os erros percentuais entre as vazões máximas reais e estimadas pelo Método dos Valores Característicos (Método que proporcionou o menor erro médio para ao conjunto de estações da bacia), quando do emprego da função regional com área de drenagem como variável independente. A referida tabela indica que, para a maioria das estações fluviométricas e para a maioria dos períodos de retorno, os erros percentuais produzidos superaram o valor de 30%.

**Tabela 34**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem como variável explicativa.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 9,83 | 14,52 | 16,68 | 18,41 | 20,25 | 21,45 | 16,86 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 41,57 | 30,41 | 24,73 | 20,07 | 15,02 | 11,69 | 23,91 |
| 57400000 | Itaici | 37,26 | 42,09 | 45,26 | 48,07 | 51,62 | 54,10 | 46,40 |
| 57420000 | Ibitirama | 36,77 | 30,75 | 27,26 | 24,22 | 20,55 | 17,98 | 26,25 |
| 57450000 | Rive | 37,27 | 43,26 | 46,04 | 48,23 | 50,53 | 52,01 | 46,22 |
| 57490000 | Castelo | 25,02 | 34,79 | 39,89 | 44,10 | 49,01 | 52,31 | 40,85 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 33,91 | 35,15 | 34,65 | 33,72 | 32,38 | 31,26 | 33,51 |
| 57555000 | Coutinho | 20,51 | 21,86 | 22,04 | 22,06 | 21,84 | 21,65 | 21,66 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 8,32 | 12,94 | 15,16 | 16,84 | 18,75 | 19,94 | 15,32 |
| | | | | | | | **Média** | 30,11 |

A Figura 22 ilustra os resultados obtidos a partir do uso da função regional que considera área de drenagem como variável independente.

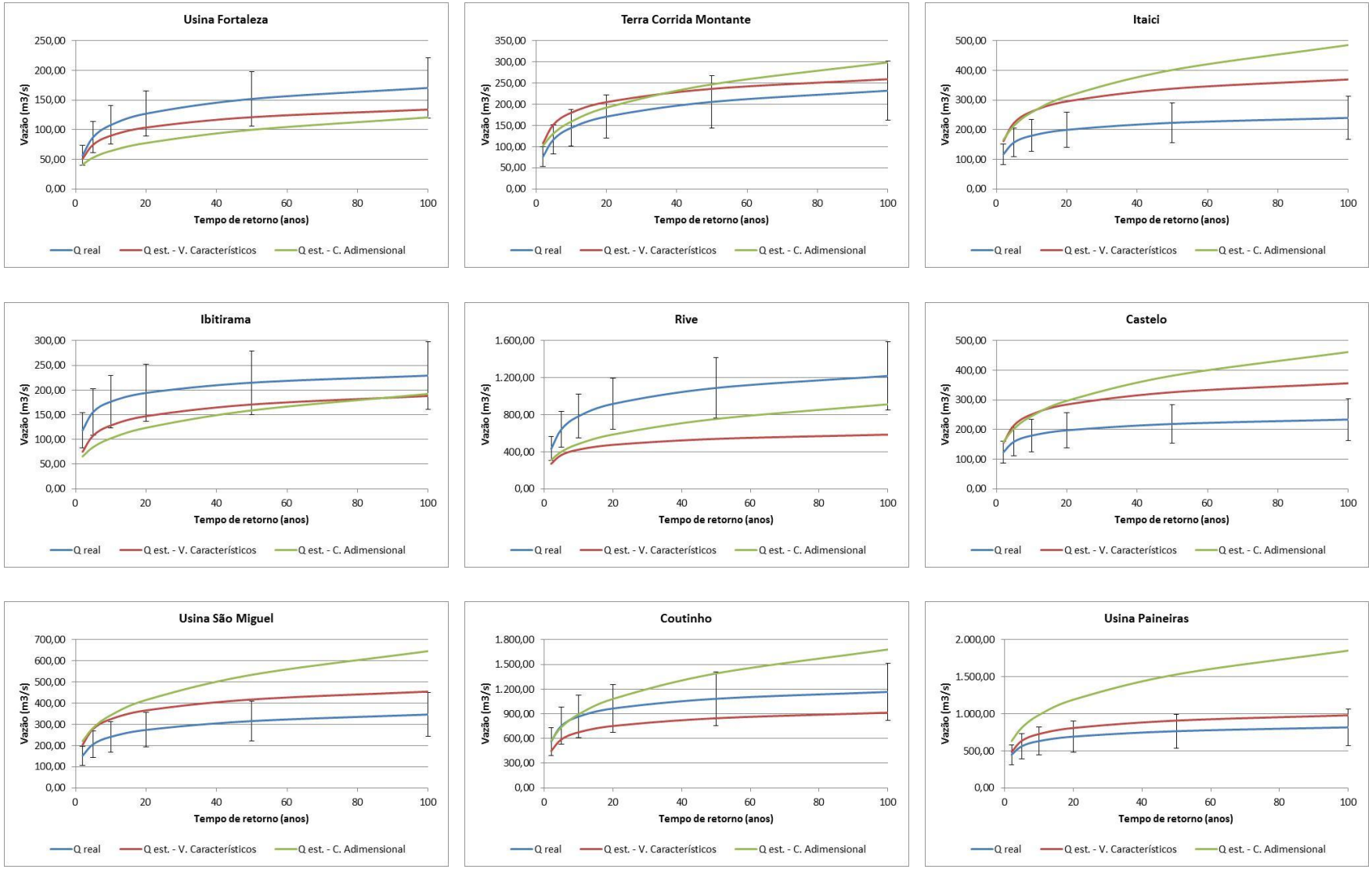



**Figura 22**. Curvas de probabilidade de vazões máximas – Curvas reais e estimadas pelos métodos dos Valores Característicos e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área de drenagem como variável explicativa. Nota: Barra de erros de 30%.

### 6.5.3. Curva de permanência

A regionalização da curva de permanência foi realizada com o uso de dois métodos: o Método da Equação Empírica e o Método da Curva Adimensional. A Tabela 35 apresenta as vazões associadas às curvas de permanência das diferentes estações fluviométricas, obtidas com o auxílio do software SisCAH e considerando-se as permanências entre 50% ($Q_{50}$) e 95% ($Q_{95}$).

**Tabela 35**. Vazões associadas às curvas de permanência das estações fluviométricas da bacia hidrográfica do rio Itapemirim.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,04 | 2,86 | 2,69 | 2,51 | 2,26 | 2,05 | 1,84 | 1,72 | 1,52 | 1,27 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,19 | 6,70 | 6,26 | 5,91 | 5,54 | 5,20 | 4,86 | 4,49 | 4,18 | 3,76 |
| 57400000 | Itaici | 12,40 | 11,40 | 10,70 | 9,80 | 9,13 | 8,43 | 7,67 | 7,08 | 6,38 | 5,41 |
| 57420000 | Ibitirama | 6,57 | 5,83 | 5,27 | 4,71 | 4,28 | 3,85 | 3,46 | 3,09 | 2,69 | 2,36 |
| 57450000 | Rive | 27,20 | 25,10 | 23,22 | 21,50 | 20,00 | 18,59 | 17,20 | 15,80 | 14,20 | 12,40 |
| 57490000 | Castelo | 9,29 | 8,48 | 7,80 | 7,19 | 6,69 | 6,31 | 5,74 | 5,28 | 4,55 | 3,85 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,31 | 14,14 | 12,97 | 12,18 | 11,44 | 10,60 | 9,62 | 8,90 | 8,06 | 6,86 |
| 57555000 | Coutinho | 49,00 | 44,53 | 41,10 | 38,41 | 34,80 | 31,94 | 28,90 | 25,50 | 22,45 | 19,16 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 51,50 | 46,80 | 43,29 | 39,80 | 37,30 | 34,19 | 31,71 | 28,80 | 25,92 | 22,76 |

A Figura 23 ilustra a curva de permanência para a estação Ibitirama. As curvas de permanência para as outras estações fluviométricas consideradas no presente estudo são apresentadas no Apêndice B.

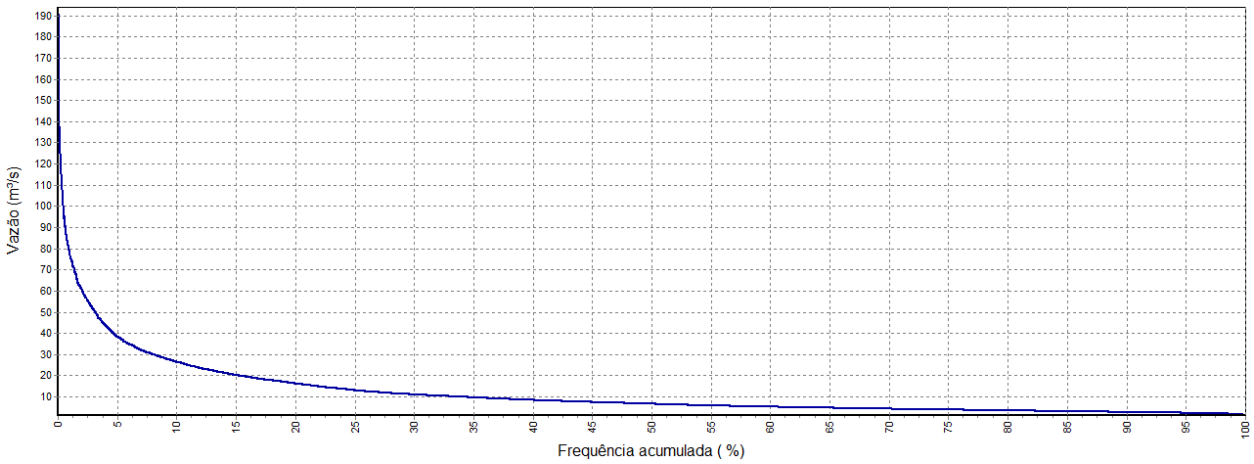



**Figura 23**. Curva de permanência para a estação Ibitirama.

A Tabela 36 apresenta as funções regionais associadas as vazões $Q_{50}$ e $Q_{95}$, necessárias quando do emprego do Método da Equação Empírica. Conforme previamente indicado, a partir das vazões $Q_{50}$ e $Q_{95}$ é possível a definição dos coeficientes que permitem o ajuste de uma função exponencial para o trecho entre as permanências selecionadas. Esta etapa do trabalho de regionalização foi conduzido com auxílio das expressões 8 e 9.

**Tabela 36**: Equações de regressão entre as vazões $Q_{50}$ e $Q_{95}$ e as variáveis independentes - Método da Equação Empírica.

| Variáveis independentes | Equações para vazão $Q_{50}$ | Equações para vazão $Q_{95}$ |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_{50} = 0{,}035.A^{0{,}8497}$ | $Q_{95} = 0{,}0141.A^{0{,}8593}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_{50} = 0{,}0143.L^{0{,}8634}$ | $Q_{95} = 0{,}0058.L^{0{,}8713}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_{50} = 18{,}733.Dd^{-0{,}337}$ | $Q_{95} = 11{,}073.Dd^{-0{,}683}$ |
| Perímetro (P) | $Q_{50} = 0{,}0026.P^{1{,}6125}$ | $Q_{95} = 0{,}0011.P^{1{,}6252}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_{50} = 6.10^{-26}.Pp^{8{,}396}$ | $Q_{95} = 2.10^{-18}.Pp^{5{,}8747}$ |
| Altitude média (H) | $Q_{50} = 4.10^{12}.H^{-3{,}936}$ | $Q_{95} = 7.10^{12}.H^{-4{,}145}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{50} = 0{,}0070.A^{-0{,}7396}.L^{1{,}6078}$ | $Q_{95} = 0{,}0039.A^{-0{,}4014}.L^{1{,}2753}$ |
| Área e perímetro | $Q_{50} = 0{,}0018.A^{-0{,}1201}.P^{1{,}8376}$ | $Q_{95} = 0{,}0016.A^{0{,}1363}.P^{1{,}3699}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{50} = 0{,}0060.L^{0{,}4306}.P^{0{,}8127}$ | $Q_{95} = 0{,}0029.L^{0{,}5313}.P^{0{,}6384}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{50} = 0{,}0013.A^{-1{,}0797}.L^{1{,}2647}.P^{1{,}2870}$ | $Q_{95} = 0{,}0011.A^{-0{,}6449}.L^{1{,}0295}.P^{0{,}9216}$ |

Em relação ao Método da Curva Adimensional, as equações de regressão que relacionam a vazão média de longo período (variável de adimensionalização) e as diferentes variáveis explicativas consideradas no presente estudo foram previamente apresentadas (Tabela 22). A Figura 24 apresenta a curva média adimensional de vazões da curva de permanência para a bacia do rio Itapemirim.

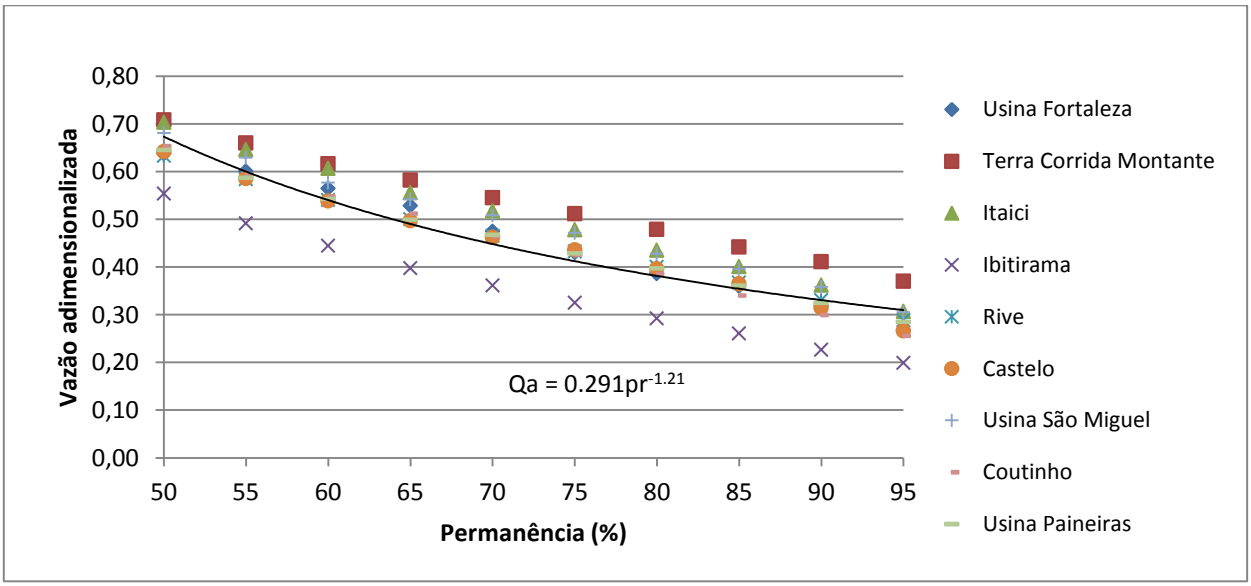



**Figura 24**. Curva de permanência de vazões adimensional para o conjunto de estações da bacia do rio Itapemirim.

As funções regionais obtidas pelo Método da Curva Adimensional, para qualquer permanência (pr) compreendida entre 50% e 95% (0,5<pr<0,95), são apresentadas na Tabela 37.

**Tabela 37**: Funções regionais associadas às vazões com permanência (pr) entre 50 e 95%, obtidas pelo Método da Curva Adimensional.

| Variáveis independentes | Equação |
|---|---|
| Área (A, em km$^2$) | $Q_{pr} = 0{,}0175.A^{0{,}8342}.pr^{-1{,}21}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | $Q_{pr} = 0{,}0071.L^{0{,}8501}.pr^{-1{,}21}$ |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | $Q_{pr} = 5{,}3393.Dd^{0{,}1539}.pr^{-1{,}21}$ |
| Perímetro (P, em km) | $Q_{pr} = 0{,}0013.P^{1{,}5913}.pr^{-1{,}21}$ |
| Precipitação média (Pp, em mm) | $Q_{pr} = 1{,}7592.10^{-32}.Pp^{10{,}367}.pr^{-1{,}21}$ |
| Altitude média (H, em m) | $Q_{pr} = 5{,}82.10^{11}.H^{-3{,}728}.pr^{-1{,}21}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{pr} = 0{,}0022.A^{-1{,}2182}.L^{2{,}0762}.pr^{-1{,}21}$ |
| Área e perímetro | $Q_{pr} = 0{,}0003.A^{-0{,}5239}.P^{2{,}5731}.pr^{-1{,}21}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{pr} = 0{,}0021.L^{0{,}2462}.P^{1{,}1341}.pr^{-1{,}21}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{pr} = 0{,}0002.A^{-1{,}7171}.L^{1{,}5727}.P^{1{,}8884}.pr^{-1{,}21}$ |

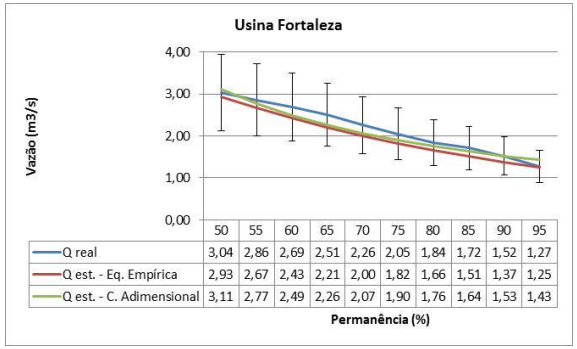
Para cada função regional estabelecida e para os dois métodos utilizados no presente trabalho foi apropriado um erro médio global. O referido erro é calculado por meio da média dos erros percentuais entre vazões reais e vazões estimadas para cada valor de permanência e, em seguida, é calculada a média dos erros obtidos para o conjunto de estações fluviométricas, definindo-se o erro médio global para a bacia. Os erros médios gerais apropriados são apresentados na Tabela 38.

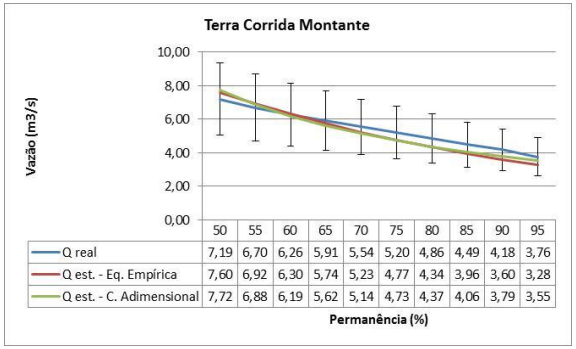
**Tabela 38**: Erro médio global associado à regionalização da curva de permanência na bacia do rio Itapemirim.

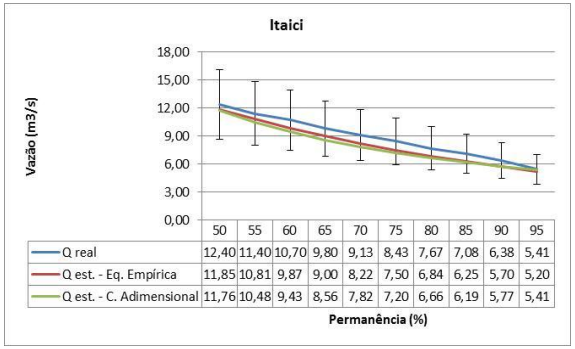
| Variáveis independentes | Erro médio global (%) | |
|---|---|---|
| | Método da Equação Empírica | Metodo da Curva Adimensional |
| Área (A, em km$^2$) | 10,56 | 10,66 |
| Comprimento total dos cursos d'água (L, em km) | 8,46 | 8,33 |
| Densidade de drenagem (Dd, em km/km$^2$) | 87,25 | 91,02 |
| Perímetro (P, em km) | 8,14 | 8,61 |
| Precipitação média (Pp, em mm) | 89,56 | 102,15 |
| Altitude média (H, em m) | 45,62 | 66,80 |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | 7,68 | 9,25 |
| Área e perímetro | 8,20 | 10,11 |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | 7,45 | 7,61 |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | 5,98 | 8,56 |

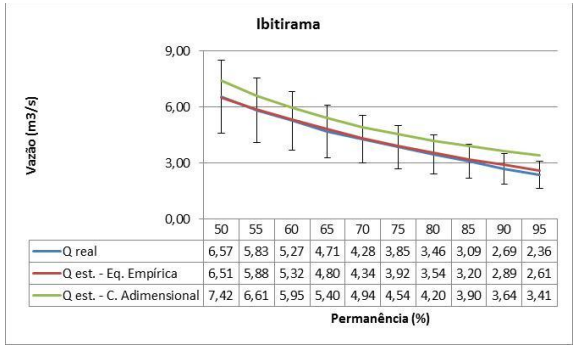
Também para a curva de permanência, a função regional que forneceu o menor erro global foi a que utilizou área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como

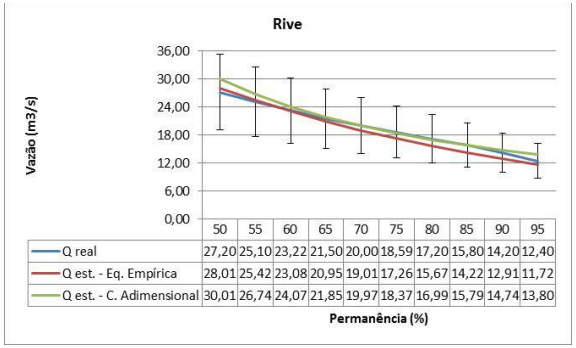
variáveis explicativas. O Método da Equação Empírica apresentou erro percentual médio (5,98%) inferior ao erro referente ao Método da Curva Adimensional (8,56%). As curvas de permanência reais e estimadas pelas funções regionais definidas pelos métodos da Equação Empírica e da Curva Adimensional, para todas as estações fluviométricas, são apresentados na Figura 24.

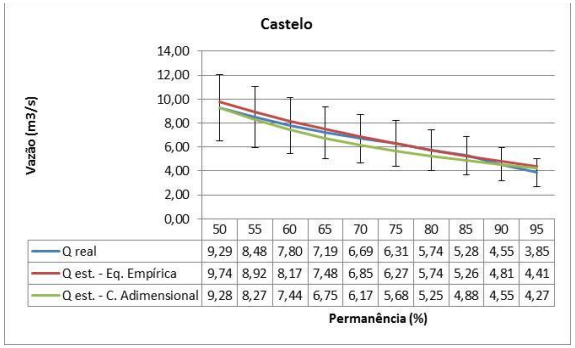


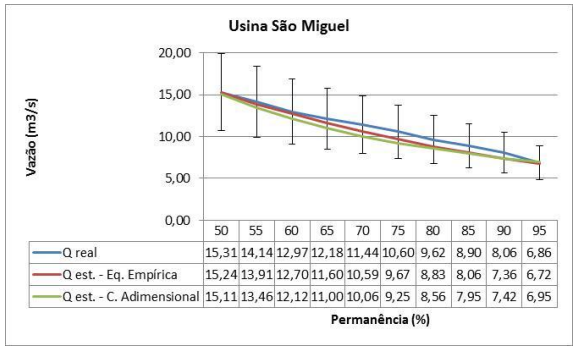



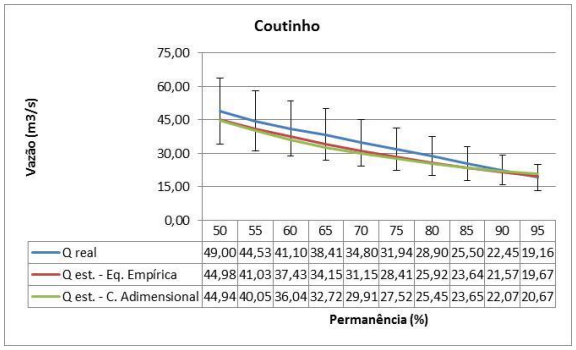



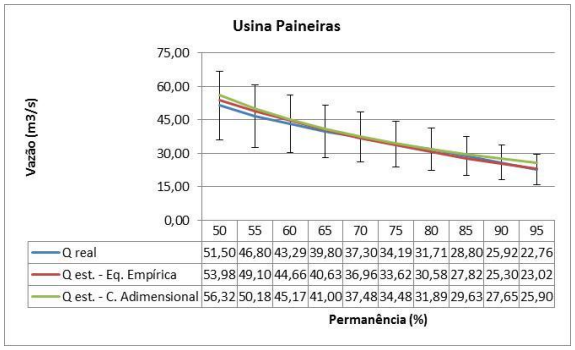




**Figura 25**. Curvas de permanência – Curvas reais e estimadas pelos métodos da Equação Empírica e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Nota: Barra de erros de 30%.

É relevante observar que, para ambos os métodos utilizados, as curvas de permanência estimadas se apresentaram próximas das curvas reais, com erros usualmente inferiores a 30%. Os erros produzidos pela função regional definida pelo método da Equação Empírica, e na qual área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro figuraram como variáveis explicativas, são apresentados na Tabela 39.

**Tabela 39**. Erro percentual entre vazões de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,34 | 6,72 | 9,77 | 12,29 | 11,30 | 11,10 | 9,95 | 12,17 | 9,90 | 1,97 | 8,85 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 5,64 | 3,27 | 0,76 | 2,89 | 5,57 | 8,30 | 10,66 | 11,93 | 13,74 | 12,62 | 7,54 |
| 57400000 | Itaici | 4,48 | 5,17 | 7,80 | 8,14 | 9,98 | 11,09 | 10,78 | 11,74 | 10,64 | 3,89 | 8,37 |
| 57420000 | Ibitirama | 0,85 | 0,91 | 0,86 | 1,97 | 1,31 | 1,74 | 2,29 | 3,61 | 7,48 | 10,48 | 3,15 |
| 57450000 | Rive | 2,97 | 1,28 | 0,64 | 2,58 | 4,93 | 7,16 | 8,92 | 10,00 | 9,10 | 5,51 | 5,31 |
| 57490000 | Castelo | 4,86 | 5,19 | 4,74 | 3,95 | 2,35 | 0,67 | 0,01 | 0,45 | 5,78 | 14,39 | 4,24 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0,48 | 1,61 | 2,06 | 4,75 | 7,40 | 8,79 | 8,23 | 9,37 | 8,65 | 2,04 | 5,34 |
| 57555000 | Coutinho | 8,19 | 7,85 | 8,93 | 11,10 | 10,50 | 11,04 | 10,32 | 7,29 | 3,93 | 2,68 | 8,18 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 4,81 | 4,92 | 3,16 | 2,08 | 0,92 | 1,68 | 3,56 | 3,41 | 2,37 | 1,13 | 2,80 |
| | | | | | | | | | | | **Média** | 5,98 |

Da análise da Tabela 39, verifica-se que os erros produzidos foram abaixo de 30% para todas as estações fluviométricas e para todas as permanências consideradas. O maior erro encontrado foi de 14,39%, para a estação Castelo e permanência de 95%, aproximadamente metade do valor recomendado pela literatura.

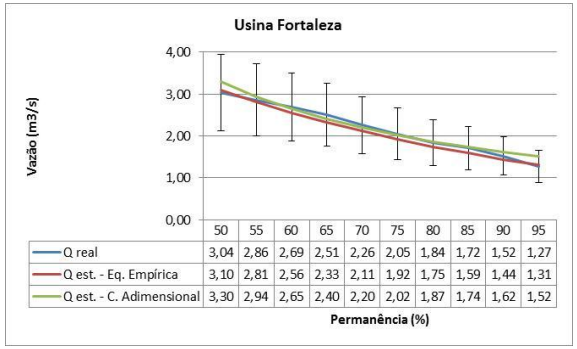
A função regional que emprega área de drenagem como variável independente, variável amplamente utilizada em estudos de regionalização, produziu as curvas de permanência indicadas na Figura 26. O Método da Equação Empírica gerou um erro médio global (10,56%) ligeiramente menor que o da Curva Adimensional (10,66%), como pode ser observado na Tabela 38. A Tabela 40 apresenta os erros percentuais obtidos para cada estação fluviométrica e cada permanência pelo método da Equação Empírica, considerando apenas a área como variável explicativa. Observa-se que os

erros percentuais foram menores que 30%, exceto para algumas permanências na estação Castelo.

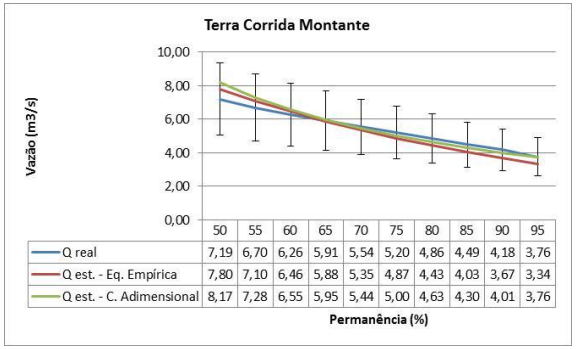
É válido registrar que, a despeito do que é apresentado por Tucci (2002), o Método da Curva Adimensional produziu resultados adequados quando da regionalização das curvas de permanência, ainda que o Método da Equação Empírica tenha resultado em erros médios globais menores para a maior parte das funções regionais produzidas.

**Tabela 40**. Erro percentual entre vazões de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área como variável explicativa.

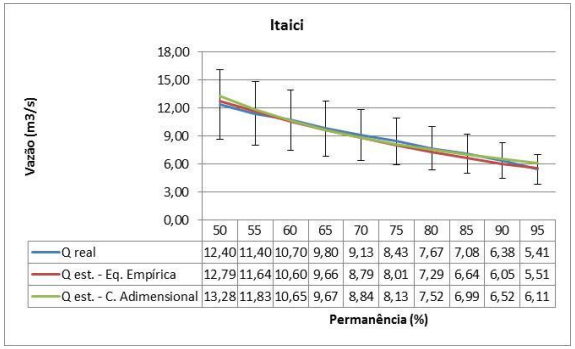
| **Código da estação** | **Nome da estação** | **Erro (%) por permanência** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,99 | 1,58 | 4,81 | 7,48 | 6,45 | 6,25 | 5,05 | 7,40 | 5,03 | 3,33 | 4,94 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 8,46 | 5,92 | 3,24 | 0,61 | 3,44 | 6,33 | 8,84 | 10,23 | 12,16 | 11,12 | 7,03 |
| 57400000 | Itaici | 3,12 | 2,14 | 0,90 | 1,49 | 3,68 | 5,07 | 4,95 | 6,18 | 5,23 | 1,72 | 3,45 |
| 57420000 | Ibitirama | 24,31 | 22,44 | 21,96 | 20,58 | 20,56 | 19,69 | 18,71 | 17,11 | 13,43 | 10,42 | 18,92 |
| 57450000 | Rive | 10,63 | 11,74 | 13,06 | 14,42 | 16,15 | 17,79 | 19,02 | 19,65 | 18,53 | 14,97 | 15,60 |
| 57490000 | Castelo | 30,69 | 30,37 | 29,09 | 27,41 | 24,76 | 20,41 | 20,56 | 19,35 | 26,13 | 35,63 | 26,44 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 11,66 | 10,13 | 9,38 | 6,12 | 2,93 | 1,15 | 1,53 | 0,04 | 0,60 | 7,63 | 5,12 |
| 57555000 | Coutinho | 7,58 | 7,25 | 8,34 | 10,54 | 9,94 | 10,50 | 9,78 | 6,75 | 3,38 | 3,25 | 7,73 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 2,94 | 2,57 | 3,93 | 4,67 | 7,21 | 7,67 | 9,18 | 8,79 | 7,54 | 3,96 | 5,85 |
| | | | | | | | | | | | **Média** | 10,56 |



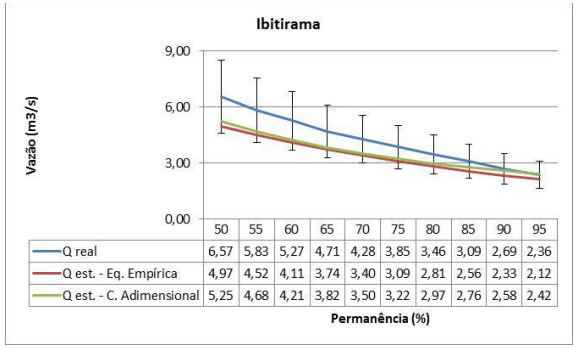

| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 3,04 | 2,86 | 2,69 | 2,51 | 2,26 | 2,05 | 1,84 | 1,72 | 1,52 | 1,27 |
| Q est. - Eq. Empírica | 3,10 | 2,81 | 2,56 | 2,33 | 2,11 | 1,92 | 1,75 | 1,59 | 1,44 | 1,31 |
| Q est. - C. Adimensional | 3,30 | 2,94 | 2,65 | 2,40 | 2,20 | 2,02 | 1,87 | 1,74 | 1,62 | 1,52 |



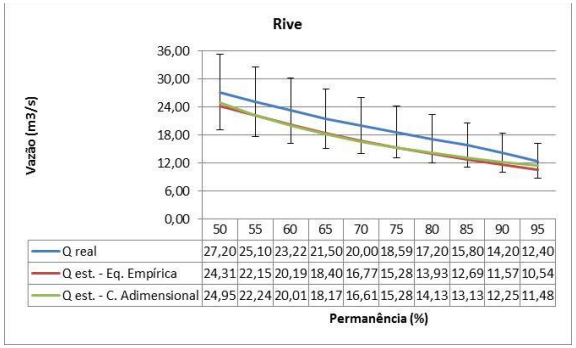

| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 7,19 | 6,70 | 6,26 | 5,91 | 5,54 | 5,20 | 4,86 | 4,49 | 4,18 | 3,76 |
| Q est. - Eq. Empírica | 7,80 | 7,10 | 6,46 | 5,88 | 5,35 | 4,87 | 4,43 | 4,03 | 3,67 | 3,34 |
| Q est. - C. Adimensional | 8,17 | 7,28 | 6,55 | 5,95 | 5,44 | 5,00 | 4,63 | 4,30 | 4,01 | 3,76 |



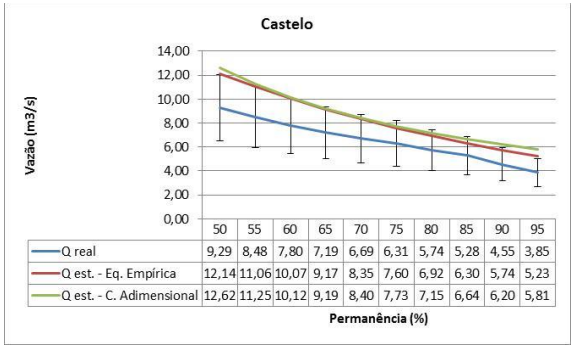

| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 12,40 | 11,40 | 10,70 | 9,80 | 9,13 | 8,43 | 7,67 | 7,08 | 6,38 | 5,41 |
| Q est. - Eq. Empírica | 12,79 | 11,64 | 10,60 | 9,66 | 8,79 | 8,01 | 7,29 | 6,64 | 6,05 | 5,51 |
| Q est. - C. Adimensional | 13,28 | 11,83 | 10,65 | 9,67 | 8,84 | 8,13 | 7,52 | 6,99 | 6,52 | 6,11 |



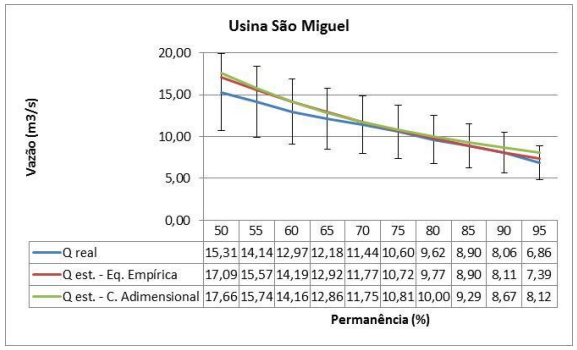

| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 6,57 | 5,83 | 5,27 | 4,71 | 4,28 | 3,85 | 3,46 | 3,09 | 2,69 | 2,36 |
| Q est. - Eq. Empírica | 4,97 | 4,52 | 4,11 | 3,74 | 3,40 | 3,09 | 2,81 | 2,56 | 2,33 | 2,12 |
| Q est. - C. Adimensional | 5,25 | 4,68 | 4,21 | 3,82 | 3,50 | 3,22 | 2,97 | 2,76 | 2,58 | 2,42 |



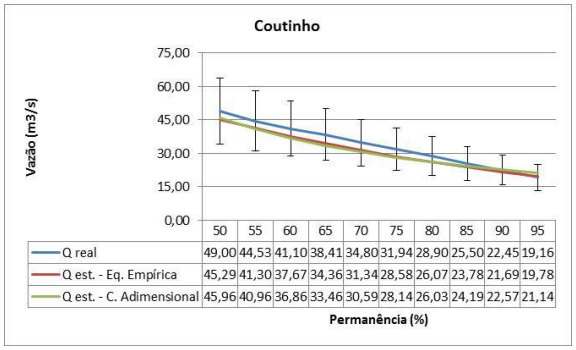

| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 27,20 | 25,10 | 23,22 | 21,50 | 20,00 | 18,59 | 17,20 | 15,80 | 14,20 | 12,40 |
| Q est. - Eq. Empírica | 24,31 | 22,15 | 20,19 | 18,40 | 16,77 | 15,28 | 13,93 | 12,69 | 11,57 | 10,54 |
| Q est. - C. Adimensional | 24,95 | 22,24 | 20,01 | 18,17 | 16,61 | 15,28 | 14,13 | 13,13 | 12,25 | 11,48 |



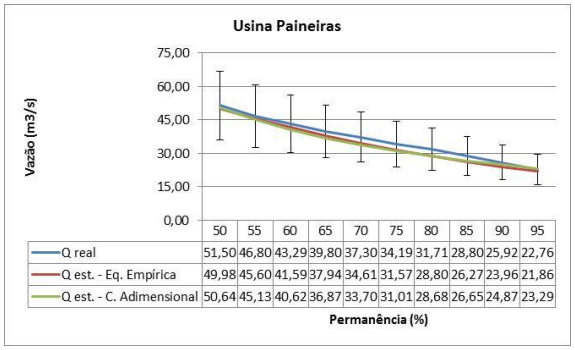

| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 9,29 | 8,48 | 7,80 | 7,19 | 6,69 | 6,31 | 5,74 | 5,28 | 4,55 | 3,85 |
| Q est. - Eq. Empírica | 12,14 | 11,06 | 10,07 | 9,17 | 8,35 | 7,60 | 6,92 | 6,30 | 5,74 | 5,23 |
| Q est. - C. Adimensional | 12,62 | 11,25 | 10,12 | 9,19 | 8,40 | 7,73 | 7,15 | 6,64 | 6,20 | 5,81 |




| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 15,31 | 14,14 | 12,97 | 12,18 | 11,44 | 10,60 | 9,62 | 8,90 | 8,06 | 6,86 |
| Q est. - Eq. Empírica | 17,09 | 15,57 | 14,19 | 12,92 | 11,77 | 10,72 | 9,77 | 8,90 | 8,11 | 7,39 |
| Q est. - C. Adimensional | 17,66 | 15,74 | 14,16 | 12,86 | 11,75 | 10,81 | 10,00 | 9,29 | 8,67 | 8,12 |




| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 49,00 | 44,53 | 41,10 | 38,41 | 34,80 | 31,94 | 28,90 | 25,50 | 22,45 | 19,16 |
| Q est. - Eq. Empírica | 45,29 | 41,30 | 37,67 | 34,36 | 31,34 | 28,58 | 26,07 | 23,78 | 21,69 | 19,78 |
| Q est. - C. Adimensional | 45,96 | 40,96 | 36,86 | 33,46 | 30,59 | 28,14 | 26,03 | 24,19 | 22,57 | 21,14 |




| | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Q real | 51,50 | 46,80 | 43,29 | 39,80 | 37,30 | 34,19 | 31,71 | 28,80 | 25,92 | 22,76 |
| Q est. - Eq. Empírica | 49,98 | 45,60 | 41,59 | 37,94 | 34,61 | 31,57 | 28,80 | 26,27 | 23,96 | 21,86 |
| Q est. - C. Adimensional | 50,64 | 45,13 | 40,62 | 36,87 | 33,70 | 31,01 | 28,68 | 26,65 | 24,87 | 23,29 |

**Figura 26**. Curvas de permanência – Curvas reais e estimadas pelos métodos da Equação Empírica e da Curva Adimensional utilizando funções regionais com área como variável explicativa. Nota: Barra de erros de 30%.

### 6.5.4. Síntese associada à regionalização das curvas de probabilidade e de permanência de vazões

Após a regionalização das curvas de probabilidade de vazões mínimas e máximas e de permanência, são consideradas relevantes as seguintes observações:

- Para as curvas de probabilidade de vazões mínimas e máximas, o Método dos Valores Característicos produziu erros médios menores do que o Método da Curva Adimensional, independentemente da função regional analisada.
- Para a curva de permanência, o Método da Equação Empírica produziu erros médios menores do que o método da Curva Adimensional, para a função regional que apresentou melhores respostas.
- As funções regionais que consideraram área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas foram as que proporcionaram os menores erros médios, tanto para as curvas de probabilidade quanto para a curva de permanência.
- A área de drenagem gerou resultados satisfatórios para a regionalização da curva de probabilidade de vazões mínimas e curva de permanência, podendo ser utilizada como única variável explicativa para a estimativa das vazões de referência dessas duas curvas. Em contrapartida, a estimativa das vazões de referência da curva de probabilidade de vazões máximas com o uso de função regional na qual a área de drenagem figura como única variável independente, não gerou resultados satisfatórios, com erros maiores que 30% para a maioria das estações e períodos de retorno.

# 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As conclusões do presente estudo podem ser assim sumarizadas:

- Os indicadores regionais de vazões médias, mínimas e associadas à curva de permanência, variáveis de apropriação simples, proporcionaram resultados com erros percentuais abaixo de 30% para a maioria das estações fluviométricas considerada, sugerindo que esses indicadores representam uma alternativa viável para a estimativa das vazões $Q_m$, $Q_{95}$, $Q_{50}$ e $Q_{7,10}$. Os indicadores utilizados para apropriação das vazões máximas $Q_{mc}$ e $Q_{100}$ forneceram erros superiores a 30% para a maioria das estações, indicando que não representam uma opção interessante para a estimativa das referidas vazões na bacia do rio Itapemirim.
- Para a regionalização da vazão $Q_m$, por meio de análises de regressão simples e multivariadas, a função regional que forneceu os melhores resultados foi a que utilizou área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis explicativas. Para $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, as melhores correlações foram obtidas com a função regional que considerou somente o comprimento total dos cursos d'água;
- Para a regionalização da vazão $Q_m$ e da vazão $Q_{7,10}$, as funções regionais proporcionaram resultados mais consistentes do que os indicadores regionais de vazão.
- Para as curvas de probabilidade de vazões mínimas e máximas, o Método dos Valores Característicos produziu erros médios menores do que o Método da Curva Adimensional. Para a curva de permanência, o Método da Equação Empírica produziu, usualmente, erros médios menores do que o Método da Curva Adimensional;
- A área de drenagem gerou resultados satisfatórios para a regionalização das vazões $Q_m$, $Q_{90}$ e $Q_{7,10}$, da curva de probabilidade de vazões mínimas e da curva de permanência, podendo ser utilizada como única variável explicativa para as análises regionais das referidas variáveis ou funções. Em contrapartida, para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim, a estimativa das vazões de referência da curva de probabilidade de vazões máximas com o uso somente da área de

drenagem não foi satisfatória, com erros maiores que 30% para a maioria das estações e períodos de retorno considerados.

São consideradas recomendações para a condução trabalhos futuros:

- Subdividir a bacia hidrográfica em duas e repetir as análises desenvolvidas no presente estudo, buscando identificar regiões hidrológicas para as quais sejam estabelecidas funções regionais com respostas mais consistentes;
- Avaliar a aplicação de outros métodos para a análise regional de vazões dos cursos d’água do rio Itapemirim.

# 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRA, S. G.; SOUZA, V. C. B.; NEVES, M. G. F. P.; CRUZ, M. A. S. Metodologias de regionalização de vazões: Estudo comparativo na bacia do Rio Carreiro – RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 15, 2005, João Pessoa. **Resumos Expandidos...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005, p. 1-20.

ALMEIDA, M. M. **Regionalização de Vazões Médias de Longo Período e de Volumes de Reservatórios de Regularização**. 2010. 208 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2010.

AMORIM, E.L.C.; OLIVEIRA NETTO, A.P.; MENDIONDO, E.M..**Estudo de métodos para regionalização de vazão**. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. Livro de resumos do XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2005. p. 641-641.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório estatístico da rede básica hidrometeorológica nacional – Abril de 2008**. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/>. Acesso em: 6 mar. 2013.

BAENA, L. G. N. **Regionalização de vazões para a bacia do rio Paraíba do Sul, a montante de Volta Redonda, a partir do modelo digital de elevação hidrologicamente consistente**. 2002. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.

BARBOSA, I. M. B. R. **Contribuição aos Estudos de Regionalização de Vazões a Partir do Conhecimento do Meio Físico – Estudo de Caso: Bacia do Rio São Francisco**. 2002. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2002.

BARBOSA, S. E. S.; BARBOSA JUNIOR, A. R.; SILVA, G. Q.; CAMPOS, E. N. B.; RODRIGUES, V. C. Geração de Modelos de Regionalização de Vazões Máximas,

Médias de Longo Período e Mínimas de Sete Dias para a Bacia do Rio do Carmo, Minas Gerais. **Eng. Sanit. Amb.**, v. 10, n. 1, p. 64-71, Jan/Mar 2005.

BRASIL. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art.1º da Lei Nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 9 jan. 1997. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 07 mai. 2013.

CASTRO, A.; RUHOFF, A. L. **Estudo de regionalização de vazões médias na região do Médio Uruguai**. Embrapa Informática Agropecuária. Circular Técnica, 04. Campinas, 2009.

CHAVES, H. M. L.; ROSA, J. W. C.; VADAS, R. G.; OLIVEIRA, R. V. T. Regionalização de Vazões Mínimas em Bacias Através de Interpolação em Sistemas de Informação Geográfica. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 3, p. 43-51, Jul/Set 2002.

CLARKE, R.T.; DIAS, P.L.S. **As necessidades de observação e monitoramento dos ambientes brasileiros quanto aos recursos hídricos.** CT HIDRO: Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Recursos Hídricos. Brasília, 2003.

CURADO, L. C.. **Indicadores de Vazões Mínimas de Referência em Sub Bacias do Rio Miranda**. 2003. 89f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2003.

ELETROBRÁS. Centrais Elétricas Brasileiras S.A. **Metodologia para regionalização de vazões**. Rio de Janeiro, 1985. 2 v.

ESPÍRITO SANTO (ESTADO). Lei Nº 5.818, de 29 de dezembro de 1998. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito

Santo - SIGERH/ES, e dá outras providências. **Departamento de Imprensa Oficial do Espírito Santo**, Vitória, 30 dez. 1998. Disponível em:<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>. Acesso em: 07 mai. 2013.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto n. 1703-R**, de 19 de julho de 2006. Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim denominado, também, CBH – Rio Itapemirim. Vitória, 2006.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. Instrução Normativa nº 013, de 09 de dezembro de 2009. Altera a redação dos artigos 8º, 9º e 15, da Instrução Normativa 19, de 04 de outubro de 2005. **Diário Oficial [do] Estado do Espírito Santo**, Cariacica, ES, 24 Dez. 2009. p. 02.

EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; HUBERT, 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. 2, p. 85-105, 2001.

EUCLYDES, H. P.; FERREIRA, P. A.; FARIA FILHO, R. F.; SANTOS, A. P. Regionalização Hidrológica na Região Hidrográfica Capixaba, compreendida entre os Limites da Bacia do Rio Doce e do Rio Itabapoana. In: I SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORTE E CENTRO OESTE, 2007, Cuiabá. **Resumos Expandidos...**

FIOREZE, A. P.; OLIVEIRA, L. F. C.; FRANCO, A. P. B. Avaliação do desempenho de equações de regionalização de vazões na bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Bárbara, Goiás, Brasil. **Revista Ambiente & Água** – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 3, n. 2, p. 62-76, 2008.

GEOBASES – SISTEMA INTEGRADO DE BASES GEOESPACIAIS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Navegador Geobases**. Disponível em: <http://www.geobases.es.gov.br/publico/AcessoNavegador.aspx?id=142&nome=NAVEGADOR_GEOBASES>. Acesso em: 10 dez. 2012.

GOÉS, V. C.; CAMPANA, N. A. **Modelos Dinâmicos de Regionalização de Vazões.** In: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental; AIDIS. Saneamento ambiental: desafio para o século 21. Rio de Janeiro, ABES, 2001. p.1-11.

KLIGERMAN, D. C. **Gestão Ambiental Integrada**: Recursos Hídricos, Saneamento e Saúde. 2001. 318 f. Tese (Doutorado) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

LANI, J. L.; REZENDE, S. B.; RESENDE, M. Estratificação de ambientes com base nas classes de solos e outros atributos na bacia do rio Itapemirim, Espírito Santo. **Revista Ceres**, 48(276), p. 239-261, 2001.

LEMOS, A. F. **Avaliação de metodologias de regionalização de vazões mínimas de referência para a bacia do rio São Francisco, à montante do reservatório de Três Marias**. 2006. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.

LEVINE, D.M.; STEPHAN, D.; KREHBIEL, T.C.; BERENSON, M.L. **Estatística – Teoria e Aplicações**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2005.

OBREGON, E.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. Regionalização de Vazões com Base em Séries Estendidas: Bacias Afluentes à Lagoa Mirim, RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 4, n. 1, p. 57-75, Jan/Mar 1999.

PERALTA, A. S. **Análise de Regionalização de Vazão Máxima para Pequenas Bacias Hidrográficas**. 2003. 142 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003.

PEREIRA, L. A. **Regionalização de Vazões de Permanência aplicada na Região Hidrográfica do Uruguai utilizando o Programa SisCoRV**. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2012.

PESSOA, F. C. L.; BLANCO, C. J. C.; MARTINS, J. R. Regionalização de Curvas de Permanência de Vazões da Região da Calha Norte no Estado do Pará. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 2, p. 65-74, Abr/Jun 2011.

PINTO, J. A. O. **Avaliação de Métodos para a Regionalização de Curvas de Permanência de Vazões para a Bacia do Rio das Velhas**. 2006. 219 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006.

REIS, J. A. T.; CAIADO, M. A. C.; MENDONÇA, A. S. F.; BARBOSA, J. F.; MOSCON, M. Análise regional de vazão mínima de referência para a outorga de uso da água – Um estudo de caso para a região centro-sul do Estado do Espírito Santo. **Revista de Ciências Exatas, Aplicadas e Tecnológicas**. 2013 (trabalho submetido para avaliação).

REIS, J. A. T.; CRISTO, J. N.; ELESBON, A. A. A.; MENDONÇA, A. S. F. Regionalização de Curvas de Permanência de Vazão para Rios do Estado do Espírito Santo. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**, Vitória, n. 1, p. 28-35, 2006.

REIS, J. A. T.; GUIMARÃES, M. A.; BARRETO NETO, A. A.; BRINGHENTI, J.. Indicadores Regionais Aplicáveis à Avaliação do Regime de Vazão dos Cursos D'Água da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana. **Geociências**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 509-516, 2008.

RIBEIRO, C. B. M.; MARQUES, F. A.; SILVA, D. D. Estimativa e Regionalização de Vazões Mínimas de Referência para a Bacia do Rio Doce. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 13, n. 2, p. 103-117, Abr/Jun 2005.

SANTOS, I. **Monitoramento e Modelagem de Processos Hidrogeomorfológicos: Mecanismos de Geração de Escoamento e Conectividade Hidrológica**. 2009. 167f. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

SANTOS, A. P. C.; SOUZA, J. C. **Análise de alternativas de enquadramento para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim sob a ótica do setor de saneamento básico**. 2012. 168 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

SARAIVA, I. S. **Regionalização de Parâmetros de Modelos de Simulação Hidrológica para Emprego em Bacias Hidrográficas sem Monitoramento Fluviométrico**. 2010. 124 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2010.

SILVA JÚNIOR, O. B.; BUENO, E. O.; TUCCI, C. E. M.; CASTRO, N. M. R.. Extrapolação Espacial na Regionalização da Vazão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 21-37, Jan/Mar 2003.

SOUSA, H. T. **Sistema computacional para Regionalização de Vazões**. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

SOUZA, R. M. **Estimativa de Vazões Mínimas na Bacia do Altíssimo Rio Negro, Região Sul-Brasileira, com Aplicação do Modelo SWAT**. 2011. 119f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2011.

SUGAI, M. R. V. B.; FILL, H. D.; GOMES, J. A importância do Monitoramento da Gestão de Recursos Hídricos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS, 1998, Gramado. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1998.

THOMAS, D. M.; BENSON, M. A. **Generalization of streamflow characteristics from drainage-basin characteristics**. Geological Survey Water-Supply Paper 1975. United States Government Printing Office, Washington: 1970.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de Vazões**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 256p. 2002.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A – REGIONALIZAÇÃO DE $Q_m$, $Q_{90}$ E $Q_{7,10}$

**Tabela 41**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 4,8915 | 2,80 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 12,1127 | 19,30 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 19,6829 | 11,66 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 7,7854 | 34,29 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 36,9825 | 13,93 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 18,7064 | 29,25 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 26,1751 | 16,44 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 68,1199 | 9,17 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 75,0535 | 5,92 |

**Tabela 42**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 4,4587 | 6,29 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 12,4087 | 22,22 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 19,7326 | 11,94 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 8,7870 | 25,84 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 38,7998 | 9,70 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 17,4064 | 20,26 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 24,5821 | 9,35 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 69,5062 | 7,32 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 75,2420 | 5,68 |

**Tabela 43**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 20,8993 | 339,23 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 21,2791 | 109,58 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 21,1605 | 20,04 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 21,6887 | 83,05 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 21,2890 | 50,45 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 20,8805 | 44,27 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 20,8912 | 7,07 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 21,1374 | 71,82 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 21,0630 | 73,60 |

**Tabela 44**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 5,2480 | 10,29 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 11,0449 | 8,78 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 17,7271 | 0,56 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 8,4923 | 28,33 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 40,6370 | 5,43 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 16,1628 | 11,67 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 25,4932 | 13,40 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 66,4004 | 11,46 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 83,9610 | 5,25 |

**Tabela 45**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com precipitação média variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 17,9064 | 276,33 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 13,8963 | 36,87 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 16,4231 | 6,83 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 42,9159 | 262,20 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 25,7599 | 40,05 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 22,3745 | 54,59 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 23,8524 | 6,11 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 27,1954 | 63,74 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 25,2011 | 68,41 |

**Tabela 46**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com altitude média variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 13,3923 | 181,46 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 25,8255 | 154,36 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 25,9658 | 47,30 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 6,7047 | 43,41 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 31,6473 | 26,35 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 31,2823 | 116,13 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 41,6477 | 85,27 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 55,1906 | 26,41 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 77,5178 | 2,83 |

**Tabela 47**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 4,0170 | 15,58 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 13,0159 | 28,20 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 19,8881 | 12,82 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 10,6839 | 9,83 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 41,2832 | 3,92 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 15,7695 | 8,95 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 22,4329 | 0,21 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 70,2682 | 6,30 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 74,0270 | 7,20 |

**Tabela 48**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 5,6040 | 17,77 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 10,5620 | 4,03 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 16,7334 | 5,07 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 9,1147 | 23,07 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 43,0663 | 0,23 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 14,8794 | 2,80 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 25,1752 | 11,99 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 64,9173 | 13,44 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 89,2695 | 11,90 |

**Tabela 49**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 5,0067 | 5,22 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 11,4440 | 12,72 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 18,3379 | 4,03 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 8,5869 | 27,53 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 40,2848 | 6,25 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 16,5570 | 14,39 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 25,3182 | 12,63 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 67,6759 | 9,76 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 81,8523 | 2,60 |

**Tabela 50**. Vazões médias de longo período reais e estimadas e erro percentual - Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_m$ real ($m^3/s$) | $Q_m$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,7582 | 4,6545 | 2,18 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,1530 | 11,5648 | 13,91 |
| 57400000 | Itaici | 17,6280 | 17,6060 | 0,12 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,8487 | 11,1055 | 6,27 |
| 57450000 | Rive | 42,9683 | 44,9405 | 4,59 |
| 57490000 | Castelo | 14,4736 | 13,8917 | 4,02 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 22,4798 | 22,6269 | 0,65 |
| 57555000 | Coutinho | 74,9962 | 67,3064 | 10,25 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 79,7745 | 84,3419 | 5,73 |

**Tabela 51**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,5223 | 0,15 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 3,8620 | 7,55 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,3577 | 0,35 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,4532 | 8,80 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 12,1487 | 14,45 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 6,0341 | 32,63 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 8,5195 | 5,72 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 22,7458 | 1,32 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 25,1260 | 3,06 |

**Tabela 52**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,3969 | 8,10 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 3,9698 | 4,97 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,3731 | 0,11 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,7913 | 3,77 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 12,7059 | 10,52 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 5,6074 | 23,25 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 7,9751 | 1,04 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 23,0346 | 2,61 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 24,9759 | 3,64 |

**Tabela 53**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 7,3131 | 381,12 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 6,5989 | 57,96 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,8127 | 6,78 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 5,9189 | 120,03 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 6,5815 | 53,65 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 7,3506 | 61,57 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 7,3291 | 9,05 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 6,8553 | 69,46 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 6,9947 | 73,01 |

**Tabela 54**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,7167 | 12,94 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 3,6605 | 12,38 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 5,9242 | 7,14 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,8016 | 4,15 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 13,7802 | 2,96 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 5,3927 | 18,53 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 8,5742 | 6,40 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 22,7121 | 1,17 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 28,8375 | 11,26 |

**Tabela 55**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 6,2843 | 313,44 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 5,4520 | 30,51 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 5,9871 | 6,16 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 10,2555 | 281,25 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 7,7046 | 45,74 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 7,1197 | 56,49 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 7,3795 | 8,43 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 7,9423 | 64,62 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 7,6105 | 70,64 |

**Tabela 56**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 3,0131 | 98,23 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 6,2533 | 49,69 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,2911 | 1,39 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 1,3961 | 48,10 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 7,8392 | 44,79 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 7,7387 | 70,10 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 10,6381 | 32,01 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 14,5485 | 35,19 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 21,2254 | 18,11 |

**Tabela 57**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,3765 | 9,44 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 4,0105 | 4,00 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,3964 | 0,26 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,8890 | 7,40 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 12,8657 | 9,40 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 5,5305 | 21,56 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 7,8751 | 2,28 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 23,1295 | 3,03 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 24,9675 | 3,67 |

**Tabela 58**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,6312 | 7,31 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 3,6075 | 13,65 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 5,8635 | 8,10 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,6575 | 1,21 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 13,1257 | 7,57 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 5,3818 | 18,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 8,3603 | 3,74 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 22,2183 | 1,03 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 27,4376 | 5,86 |

**Tabela 59**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,5094 | 0,69 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 3,7714 | 9,72 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,0848 | 4,63 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,7542 | 2,39 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 13,0429 | 8,15 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 5,4358 | 19,48 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 8,1438 | 1,06 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 22,6722 | 1,00 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 26,4321 | 1,98 |

**Tabela 60**. Vazões com 90% de permanência reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{90}$ real ($m^3/s$) | $Q_{90}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,5200 | 1,4810 | 2,56 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,1775 | 3,7817 | 9,47 |
| 57400000 | Itaici | 6,3800 | 6,0206 | 5,63 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,6900 | 2,9450 | 9,48 |
| 57450000 | Rive | 14,2000 | 13,4198 | 5,49 |
| 57490000 | Castelo | 4,5496 | 5,1929 | 14,14 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,0588 | 7,9089 | 1,86 |
| 57555000 | Coutinho | 22,4485 | 22,6399 | 0,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 25,9182 | 26,6392 | 2,78 |

**Tabela 61**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,8797 | 8,60 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,2825 | 21,29 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,8030 | 3,06 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,4340 | 12,02 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 7,3816 | 19,50 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,6048 | 45,95 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 5,1322 | 2,03 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 14,0314 | 15,11 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 15,5370 | 10,45 |

**Tabela 62**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,8177 | 0,95 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,3902 | 17,58 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,8865 | 5,33 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,6648 | 2,13 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 7,8940 | 13,91 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,4078 | 37,97 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 4,8930 | 2,72 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 14,5426 | 19,30 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 15,8028 | 8,92 |

**Tabela 63**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 4,2539 | 425,18 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 4,0432 | 39,42 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 4,1075 | 11,31 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 3,8316 | 135,07 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 4,0380 | 55,97 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 4,2647 | 72,66 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 4,2585 | 15,34 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 4,1202 | 66,20 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 4,1613 | 76,02 |

**Tabela 64**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,9576 | 18,22 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,0831 | 28,17 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,4144 | 7,47 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,5831 | 2,88 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 8,1210 | 11,44 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,1004 | 25,52 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 4,9902 | 0,79 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 13,5623 | 11,26 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 17,3287 | 0,12 |

**Tabela 65**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 3,0054 | 271,04 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,6221 | 9,58 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 2,8688 | 22,26 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 4,8108 | 195,14 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 3,6552 | 60,14 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,3882 | 37,18 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 3,5069 | 30,28 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 3,7634 | 69,13 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 3,6123 | 79,18 |

**Tabela 66**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 1,8122 | 123,73 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 3,8318 | 32,13 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,8556 | 4,49 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 0,8233 | 49,49 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 4,8315 | 47,31 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 4,7680 | 93,04 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 6,6079 | 31,37 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 9,1095 | 25,27 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 13,4192 | 22,66 |

**Tabela 67**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,7611 | 6,03 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,4210 | 16,52 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,8501 | 4,34 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,8303 | 12,29 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 8,0589 | 12,12 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,1818 | 28,82 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 4,5870 | 8,81 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 14,4304 | 18,38 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 15,4459 | 10,97 |

**Tabela 68**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,9643 | 19,05 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,0994 | 27,61 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,4414 | 6,74 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,5942 | 2,20 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 8,1784 | 10,81 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,1255 | 26,54 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 5,0280 | 0,04 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 13,6659 | 12,11 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 17,4507 | 0,58 |

**Tabela 69**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,8640 | 6,66 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,2468 | 22,52 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,6699 | 0,55 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,6197 | 0,63 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 7,9611 | 13,18 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 3,2626 | 32,09 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 4,9111 | 2,36 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 14,1170 | 15,81 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 16,3844 | 5,57 |

**Tabela 70**. Vazões médias mínimas de 7 dias associadas ao período de retorno de 10 anos reais e estimadas e erro percentual – Resultados associados à função regional de regressão com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | $Q_{7,10}$ real ($m^3/s$) | $Q_{7,10}$ estimada ($m^3/s$) | E (%) |
|---|---|---|---|---|
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,8100 | 0,8292 | 2,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,9000 | 2,2601 | 22,06 |
| 57400000 | Itaici | 3,6900 | 3,5867 | 2,80 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,6300 | 1,8720 | 14,85 |
| 57450000 | Rive | 9,1700 | 8,4667 | 7,67 |
| 57490000 | Castelo | 2,4700 | 2,9557 | 19,66 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,0300 | 4,6100 | 8,35 |
| 57555000 | Coutinho | 12,1900 | 14,0736 | 15,45 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,3500 | 16,6632 | 3,96 |

# APÊNDICE B – REGIONALIZAÇÃO DAS CURVAS DE PROBABILIDADE E DE PERMANÊNCIA

**Tabela 71**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 2 anos ($Q_{1,2}$) e 5 anos ($Q_{1,5}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 2 anos | Período de retorno de 5 anos |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_{1,2} = 0{,}0067.A^{0{,}9418}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0056.A^{0{,}9326}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_{1,2} = 0{,}0024.L^{0{,}9604}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0020.L^{0{,}9516}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_{1,2} = 3{,}8724.Dd^{0{,}2781}$ | $Q_{1,5} = 2{,}7373.Dd^{0{,}4007}$ |
| Perímetro (P) | $Q_{1,2} = 0{,}0004.P^{1{,}7765}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0003.P^{1{,}7642}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_{1,2} = 2.10^{-21}.Pp^{6{,}795}$ | $Q_{1,5} = 1.10^{-21}.Pp^{6{,}8415}$ |
| Altitude média (H) | $Q_{1,2} = 5.10^{13}.H^{-4{,}454}$ | $Q_{1,5} = 3.10^{13}.H^{-4{,}41}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{1,2} = 0{,}0006.A^{-1{,}4812}.L^{2{,}4512}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0004.A^{-1{,}5940}.L^{2{,}5559}$ |
| Área e perímetro | $Q_{1,2} = 0{,}0012.A^{0{,}3873}.P^{1{,}0507}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0005.A^{0{,}1344}.P^{1{,}5124}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,2} = 0{,}0050.L^{1{,}3157}.P^{-0{,}6671}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0028.L^{1{,}1117}.P^{-0{,}3005}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,2} = 0{,}0006.A^{-1{,}4763}.L^{2{,}4562}.P^{-0{,}0189}$ | $Q_{1,5} = 0{,}0002.A^{-1{,}7134}.L^{2{,}4353}.P^{0{,}4522}$ |

**Tabela 72**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 10 anos ($Q_{1,10}$) e 20 anos ($Q_{1,20}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 10 anos | Período de retorno de 20 anos |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_{1,10} = 0{,}0059.A^{0{,}9117}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0063.A^{0{,}8916}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_{1,10} = 0{,}0022.L^{0{,}9297}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0024.L^{0{,}9084}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_{1,10} = 2{,}7972.Dd^{0{,}2665}$ | $Q_{1,20} = 2{,}9724.Dd^{0{,}1161}$ |
| Perímetro (P) | $Q_{1,10} = 0{,}0004.P^{1{,}7276}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0004.P^{1{,}6913}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_{1,10} = 9.10^{-21}.Pp^{6{,}5504}$ | $Q_{1,20} = 8.10^{-20}.Pp^{6{,}2466}$ |
| Altitude média (H) | $Q_{1,10} = 1.10^{13}.H^{-4{,}335}$ | $Q_{1,20} = 8.10^{12}.H^{-4{,}262}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{1,10} = 0{,}0005.A^{-1{,}4312}.L^{2{,}3701}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0007.A^{-1{,}2529}.L^{2{,}1694}$ |
| Área e perímetro | $Q_{1,10} = 0{,}0004.A^{-0{,}0053}.P^{1{,}7374}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0003.A^{-0{,}0980}.P^{1{,}8750}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,10} = 0{,}0020.L^{0{,}8887}.P^{0{,}0769}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0016.L^{0{,}7059}.P^{0{,}3802}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,10} = 0{,}0002.A^{-1{,}6421}.L^{2{,}1573}.P^{0{,}7982}$ | $Q_{1,20} = 0{,}0002.A^{-1{,}5311}.L^{1{,}8887}.P^{1{,}0527}$ |

**Tabela 73**. Funções regionais associadas às vazões mínimas de 1 dia com períodos de retorno de 50 anos ($Q_{1,50}$) e 100 anos ($Q_{1,100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 50 anos | Período de retorno de 100 anos |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_{1,50} = 0{,}0066.A^{0{,}8729}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0068.A^{0{,}8612}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_{1,50} = 0{,}0026.L^{0{,}8884}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0027.L^{0{,}8759}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_{1,50} = 3{,}2265.Dd^{-0{,}066}$ | $Q_{1,100} = 3{,}3981.Dd^{-0{,}181}$ |
| Perímetro (P) | $Q_{1,50} = 0{,}0005.P^{1{,}6568}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0005.P^{1{,}6346}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_{1,50} = 1.10^{-18}.Pp^{5{,}8383}$ | $Q_{1,100} = 7.10^{-18}.Pp^{5{,}6051}$ |
| Altitude média (H) | $Q_{1,50} = 5.10^{12}.H^{-4{,}203}$ | $Q_{1,100} = 4.10^{12}.H^{-4{,}165}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{1,50} = 0{,}0009.A^{-1{,}0449}.L^{1{,}9401}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0011.A^{-0{,}9127}.L^{1{,}7944}$ |
| Área e perímetro | $Q_{1,50} = 0{,}0003.A^{-0{,}1382}.P^{1{,}9157}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0003.A^{-0{,}1418}.P^{1{,}9003}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,50} = 0{,}0013.L^{0{,}5625}.P^{0{,}6121}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0013.L^{0{,}4934}.P^{0{,}7182}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{1,50} = 0{,}0002.A^{-1{,}3650}.L^{1{,}6170}.P^{1{,}2117}$ | $Q_{1,100} = 0{,}0002.A^{-1{,}2472}.L^{1{,}4569}.P^{1{,}2660}$ |

**Tabela 74**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,96 | 0,77 | 0,72 | 0,70 | 0,66 | 0,64 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,68 | 2,11 | 1,95 | 1,83 | 1,70 | 1,63 |
| 57400000 | Itaici | 4,64 | 3,64 | 3,32 | 3,08 | 2,83 | 2,69 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,63 | 1,29 | 1,20 | 1,14 | 1,07 | 1,03 |
| 57450000 | Rive | 9,46 | 7,36 | 6,61 | 6,04 | 5,48 | 5,16 |
| 57490000 | Castelo | 4,38 | 3,44 | 3,14 | 2,92 | 2,69 | 2,55 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,40 | 5,00 | 4,53 | 4,18 | 3,82 | 3,61 |
| 57555000 | Coutinho | 18,85 | 14,58 | 12,88 | 11,61 | 10,38 | 9,69 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 21,03 | 16,25 | 14,32 | 12,87 | 11,49 | 10,71 |

**Tabela 75**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 35,72 | 32,28 | 27,01 | 21,98 | 17,85 | 16,23 | 25,18 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 26,52 | 29,52 | 28,03 | 26,70 | 25,57 | 24,53 | 26,81 |
| 57400000 | Itaici | 4,13 | 0,78 | 4,58 | 7,28 | 8,53 | 9,38 | 5,78 |
| 57420000 | Ibitirama | 23,90 | 25,00 | 21,88 | 18,97 | 15,49 | 13,21 | 19,74 |
| 57450000 | Rive | 14,10 | 18,90 | 20,23 | 21,64 | 23,24 | 24,12 | 20,37 |
| 57490000 | Castelo | 44,12 | 52,08 | 53,73 | 51,87 | 47,57 | 43,43 | 48,80 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,26 | 0,48 | 1,28 | 2,34 | 3,45 | 4,68 | 2,75 |
| 57555000 | Coutinho | 19,07 | 21,58 | 24,29 | 26,29 | 29,33 | 32,07 | 25,44 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,42 | 9,99 | 11,52 | 13,08 | 14,55 | 15,17 | 11,79 |
| | **Média** | 19,80 | 21,18 | 21,39 | 21,13 | 20,62 | 20,31 | 20,19 |

**Tabela 76**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,86 | 0,68 | 0,65 | 0,62 | 0,60 | 0,58 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,73 | 2,13 | 2,00 | 1,86 | 1,74 | 1,65 |
| 57400000 | Itaici | 4,61 | 3,58 | 3,32 | 3,06 | 2,83 | 2,66 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,85 | 1,45 | 1,37 | 1,29 | 1,22 | 1,16 |
| 57450000 | Rive | 9,89 | 7,63 | 6,95 | 6,30 | 5,74 | 5,35 |
| 57490000 | Castelo | 4,00 | 3,11 | 2,89 | 2,67 | 2,48 | 2,34 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,90 | 4,58 | 4,22 | 3,87 | 3,56 | 3,34 |
| 57555000 | Coutinho | 19,10 | 14,66 | 13,14 | 11,75 | 10,55 | 9,75 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,89 | 16,02 | 14,33 | 12,78 | 11,47 | 10,58 |

**Tabela 77**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 20,85 | 16,81 | 14,34 | 9,49 | 6,82 | 4,63 | 12,16 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 25,29 | 28,98 | 26,34 | 25,47 | 23,87 | 23,52 | 25,58 |
| 57400000 | Itaici | 4,84 | 0,80 | 4,59 | 6,57 | 8,46 | 8,30 | 5,60 |
| 57420000 | Ibitirama | 13,71 | 15,82 | 11,12 | 8,62 | 4,29 | 2,72 | 9,38 |
| 57450000 | Rive | 10,21 | 15,93 | 16,12 | 18,29 | 19,63 | 21,36 | 16,92 |
| 57490000 | Castelo | 31,48 | 37,70 | 41,69 | 39,32 | 36,43 | 31,53 | 36,36 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 3,85 | 8,04 | 5,68 | 5,19 | 3,48 | 3,15 | 4,90 |
| 57555000 | Coutinho | 20,67 | 22,27 | 26,83 | 27,81 | 31,43 | 32,84 | 26,97 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 7,02 | 11,24 | 11,43 | 13,68 | 14,76 | 16,23 | 12,39 |
| | **Média** | 15,33 | 17,51 | 17,57 | 17,16 | 16,57 | 16,03 | 16,70 |

**Tabela 78**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,90 | 3,84 | 3,50 | 3,28 | 3,05 | 2,92 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 5,06 | 4,03 | 3,62 | 3,32 | 3,03 | 2,85 |
| 57400000 | Itaici | 5,01 | 3,97 | 3,58 | 3,31 | 3,04 | 2,87 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,24 | 4,23 | 3,74 | 3,37 | 3,00 | 2,79 |
| 57450000 | Rive | 5,07 | 4,03 | 3,62 | 3,33 | 3,03 | 2,85 |
| 57490000 | Castelo | 4,89 | 3,83 | 3,50 | 3,28 | 3,05 | 2,92 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,90 | 3,84 | 3,50 | 3,28 | 3,05 | 2,92 |
| 57555000 | Coutinho | 5,00 | 3,96 | 3,57 | 3,31 | 3,04 | 2,88 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 4,97 | 3,92 | 3,55 | 3,30 | 3,04 | 2,89 |

**Tabela 79**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 590,07 | 562,38 | 514,84 | 475,29 | 444,87 | 430,12 | 502,93 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 38,67 | 34,21 | 33,42 | 32,96 | 32,22 | 32,15 | 33,94 |
| 57400000 | Itaici | 3,53 | 9,92 | 12,96 | 15,33 | 16,29 | 16,80 | 12,47 |
| 57420000 | Ibitirama | 144,81 | 146,00 | 142,66 | 139,16 | 136,47 | 134,56 | 140,61 |
| 57450000 | Rive | 53,99 | 55,60 | 56,30 | 56,87 | 57,60 | 58,04 | 56,40 |
| 57490000 | Castelo | 60,91 | 69,60 | 71,53 | 70,67 | 67,72 | 63,97 | 67,40 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 20,26 | 22,93 | 21,65 | 19,65 | 17,30 | 15,45 | 19,54 |
| 57555000 | Coutinho | 68,41 | 67,00 | 65,50 | 64,01 | 62,19 | 60,80 | 64,65 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 77,89 | 78,28 | 78,05 | 77,73 | 77,39 | 77,13 | 77,74 |
| | **Média** | 117,62 | 116,21 | 110,77 | 105,74 | 101,34 | 98,78 | 108,41 |

**Tabela 80**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,06 | 0,75 | 0,85 | 0,73 | 0,78 | 0,71 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,44 | 1,72 | 1,92 | 1,60 | 1,69 | 1,52 |
| 57400000 | Itaici | 4,13 | 2,91 | 3,20 | 2,65 | 2,77 | 2,47 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,82 | 1,28 | 1,44 | 1,21 | 1,29 | 1,16 |
| 57450000 | Rive | 10,43 | 7,29 | 7,88 | 6,40 | 6,57 | 5,79 |
| 57490000 | Castelo | 3,73 | 2,62 | 2,90 | 2,40 | 2,52 | 2,24 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,20 | 4,35 | 4,75 | 3,90 | 4,04 | 3,58 |
| 57555000 | Coutinho | 18,04 | 12,56 | 13,43 | 10,79 | 10,95 | 9,58 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 23,44 | 16,29 | 17,33 | 13,85 | 13,98 | 12,19 |

**Tabela 81**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 49,45 | 29,92 | 49,85 | 27,55 | 39,25 | 28,48 | 37,42 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 33,28 | 42,68 | 29,30 | 35,86 | 26,10 | 29,74 | 32,83 |
| 57400000 | Itaici | 14,67 | 19,52 | 1,02 | 7,63 | 6,11 | 0,30 | 8,21 |
| 57420000 | Ibitirama | 15,14 | 25,30 | 6,47 | 14,00 | 1,35 | 2,64 | 10,82 |
| 57450000 | Rive | 5,30 | 19,73 | 4,82 | 16,96 | 8,00 | 14,92 | 11,62 |
| 57490000 | Castelo | 22,54 | 16,04 | 41,99 | 25,17 | 38,21 | 26,07 | 28,33 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0,90 | 12,72 | 6,28 | 4,40 | 9,56 | 3,87 | 6,29 |
| 57555000 | Coutinho | 13,95 | 4,77 | 29,64 | 17,41 | 36,40 | 30,52 | 22,11 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 4,32 | 9,73 | 7,09 | 6,51 | 3,97 | 3,47 | 5,85 |
| | **Média** | 17,73 | 20,05 | 19,61 | 17,28 | 18,77 | 15,56 | 18,16 |

**Tabela 82**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,86 | 2,70 | 2,98 | 2,96 | 1,94 | 2,53 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,27 | 2,28 | 2,53 | 2,54 | 1,68 | 2,21 |
| 57400000 | Itaici | 3,65 | 2,55 | 2,82 | 2,81 | 1,85 | 2,41 |
| 57420000 | Ibitirama | 6,84 | 4,80 | 5,17 | 5,01 | 3,18 | 4,06 |
| 57450000 | Rive | 4,90 | 3,43 | 3,74 | 3,68 | 2,39 | 3,08 |
| 57490000 | Castelo | 4,47 | 3,13 | 3,42 | 3,38 | 2,20 | 2,85 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,66 | 3,26 | 3,57 | 3,51 | 2,28 | 2,95 |
| 57555000 | Coutinho | 5,08 | 3,56 | 3,87 | 3,80 | 2,46 | 3,17 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 4,83 | 3,38 | 3,69 | 3,63 | 2,36 | 3,04 |

**Tabela 83**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 443,58 | 365,29 | 421,96 | 418,60 | 247,07 | 360,08 | 376,10 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,45 | 23,90 | 6,46 | 1,49 | 26,42 | 2,14 | 11,81 |
| 57400000 | Itaici | 24,65 | 29,39 | 11,14 | 2,23 | 29,07 | 1,83 | 16,39 |
| 57420000 | Ibitirama | 219,83 | 179,34 | 235,62 | 254,99 | 150,37 | 241,11 | 213,54 |
| 57450000 | Rive | 55,51 | 62,22 | 54,79 | 52,27 | 66,59 | 54,70 | 57,68 |
| 57490000 | Castelo | 46,91 | 38,32 | 67,89 | 76,07 | 21,06 | 60,36 | 51,77 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 24,15 | 34,52 | 20,22 | 13,89 | 38,10 | 14,35 | 24,20 |
| 57555000 | Coutinho | 67,94 | 70,34 | 62,60 | 58,62 | 69,37 | 56,79 | 64,28 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 78,51 | 81,27 | 77,18 | 75,48 | 82,48 | 75,90 | 78,47 |
| | **Média** | 107,95 | 98,29 | 106,43 | 105,96 | 81,17 | 96,36 | 99,36 |

**Tabela 84**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,23 | 1,26 | 1,01 | 1,34 | 1,26 | 1,31 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,89 | 2,65 | 2,18 | 2,85 | 2,65 | 2,73 |
| 57400000 | Itaici | 4,92 | 2,66 | 2,19 | 2,86 | 2,66 | 2,75 |
| 57420000 | Ibitirama | 0,98 | 0,58 | 0,45 | 0,61 | 0,58 | 0,61 |
| 57450000 | Rive | 6,24 | 3,33 | 2,76 | 3,59 | 3,33 | 3,43 |
| 57490000 | Castelo | 6,15 | 3,28 | 2,72 | 3,54 | 3,28 | 3,39 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,66 | 4,53 | 3,80 | 4,92 | 4,53 | 4,66 |
| 57555000 | Coutinho | 12,12 | 6,23 | 5,27 | 6,78 | 6,23 | 6,38 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 18,19 | 9,14 | 7,82 | 10,00 | 9,14 | 9,33 |

**Tabela 85**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 214,38 | 117,58 | 78,05 | 135,75 | 125,35 | 138,60 | 134,95 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 34,01 | 11,80 | 19,63 | 13,87 | 15,54 | 26,53 | 20,23 |
| 57400000 | Itaici | 1,72 | 26,26 | 30,86 | 0,19 | 2,00 | 11,78 | 12,13 |
| 57420000 | Ibitirama | 54,36 | 66,37 | 70,52 | 56,79 | 54,45 | 49,09 | 58,60 |
| 57450000 | Rive | 43,36 | 63,35 | 66,68 | 53,41 | 53,40 | 49,56 | 54,96 |
| 57490000 | Castelo | 102,32 | 45,32 | 33,42 | 84,60 | 80,45 | 90,22 | 72,72 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 41,00 | 8,94 | 15,07 | 20,50 | 22,90 | 35,12 | 23,92 |
| 57555000 | Coutinho | 23,44 | 48,05 | 49,16 | 26,19 | 22,43 | 13,02 | 30,38 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 19,06 | 49,39 | 51,68 | 32,46 | 32,07 | 26,11 | 35,13 |
| | **Média** | 59,29 | 48,56 | 46,12 | 47,09 | 45,40 | 48,89 | 49,22 |

**Tabela 86**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,76 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,55 | 0,54 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,90 | 2,32 | 2,11 | 1,97 | 1,81 | 1,72 |
| 57400000 | Itaici | 4,67 | 3,70 | 3,35 | 3,10 | 2,85 | 2,70 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,35 | 1,91 | 1,72 | 1,58 | 1,44 | 1,35 |
| 57450000 | Rive | 10,71 | 8,47 | 7,47 | 6,75 | 6,04 | 5,63 |
| 57490000 | Castelo | 3,56 | 2,80 | 2,57 | 2,43 | 2,28 | 2,19 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,31 | 4,16 | 3,79 | 3,54 | 3,29 | 3,14 |
| 57555000 | Coutinho | 19,45 | 15,21 | 13,31 | 11,93 | 10,64 | 9,89 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,58 | 16,05 | 14,06 | 12,63 | 11,29 | 10,51 |

**Tabela 87**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 6,95 | 4,26 | 1,15 | 1,18 | 2,46 | 2,67 | 3,11 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 20,45 | 22,65 | 22,09 | 21,35 | 20,80 | 20,27 | 21,27 |
| 57400000 | Itaici | 3,49 | 2,54 | 5,54 | 7,94 | 9,05 | 9,58 | 6,35 |
| 57420000 | Ibitirama | 9,95 | 11,22 | 11,81 | 12,26 | 13,02 | 13,28 | 11,92 |
| 57450000 | Rive | 2,73 | 6,72 | 9,79 | 12,51 | 15,35 | 17,14 | 10,71 |
| 57490000 | Castelo | 17,14 | 23,80 | 26,15 | 26,45 | 25,18 | 22,86 | 23,60 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 13,58 | 16,53 | 15,30 | 13,31 | 10,88 | 9,04 | 13,11 |
| 57555000 | Coutinho | 22,84 | 26,89 | 28,44 | 29,84 | 32,48 | 34,70 | 29,20 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 8,43 | 11,10 | 13,13 | 14,73 | 16,05 | 16,77 | 13,37 |
| | **Média** | 11,73 | 13,97 | 14,82 | 15,51 | 16,14 | 16,26 | 14,74 |

**Tabela 88**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,01 | 0,84 | 0,79 | 0,76 | 0,73 | 0,70 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,52 | 1,96 | 1,77 | 1,65 | 1,53 | 1,46 |
| 57400000 | Itaici | 4,32 | 3,32 | 2,96 | 2,72 | 2,50 | 2,37 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,73 | 1,42 | 1,33 | 1,28 | 1,20 | 1,15 |
| 57450000 | Rive | 10,01 | 8,09 | 7,30 | 6,72 | 6,11 | 5,73 |
| 57490000 | Castelo | 3,97 | 3,02 | 2,68 | 2,46 | 2,25 | 2,14 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,27 | 4,91 | 4,40 | 4,04 | 3,69 | 3,48 |
| 57555000 | Coutinho | 18,39 | 14,24 | 12,43 | 11,15 | 9,97 | 9,29 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 22,46 | 18,08 | 16,06 | 14,54 | 13,02 | 12,09 |

**Tabela 89**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 42,71 | 43,97 | 38,86 | 34,06 | 29,76 | 27,59 | 36,16 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 30,88 | 34,66 | 34,56 | 33,97 | 33,12 | 32,28 | 33,24 |
| 57400000 | Itaici | 10,75 | 7,95 | 6,51 | 5,13 | 4,29 | 3,67 | 6,38 |
| 57420000 | Ibitirama | 19,27 | 17,33 | 13,33 | 9,52 | 5,43 | 3,18 | 11,34 |
| 57450000 | Rive | 9,06 | 10,88 | 11,81 | 12,84 | 14,44 | 15,69 | 12,45 |
| 57490000 | Castelo | 30,57 | 33,58 | 31,38 | 27,95 | 23,84 | 20,27 | 27,93 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 2,09 | 1,33 | 1,59 | 0,98 | 0,00 | 0,99 | 1,16 |
| 57555000 | Coutinho | 16,15 | 18,76 | 20,02 | 21,38 | 24,17 | 26,56 | 21,17 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 0,07 | 0,15 | 0,77 | 1,82 | 3,23 | 4,26 | 1,72 |
| | **Média** | 17,95 | 18,73 | 17,65 | 16,41 | 15,37 | 14,94 | 16,84 |

**Tabela 90**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,81 | 0,67 | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,62 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,88 | 2,23 | 1,99 | 1,82 | 1,67 | 1,58 |
| 57400000 | Itaici | 4,84 | 3,74 | 3,30 | 3,00 | 2,72 | 2,56 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,89 | 1,49 | 1,37 | 1,29 | 1,20 | 1,15 |
| 57450000 | Rive | 9,74 | 7,75 | 6,97 | 6,42 | 5,85 | 5,51 |
| 57490000 | Castelo | 4,15 | 3,23 | 2,88 | 2,65 | 2,41 | 2,28 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,84 | 4,66 | 4,23 | 3,93 | 3,62 | 3,42 |
| 57555000 | Coutinho | 19,55 | 15,14 | 13,14 | 11,71 | 10,39 | 9,64 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,03 | 16,07 | 14,43 | 13,22 | 11,99 | 11,23 |

**Tabela 91**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 13,71 | 16,15 | 15,42 | 14,48 | 13,61 | 13,28 | 14,44 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 21,07 | 25,60 | 26,63 | 27,06 | 27,19 | 26,90 | 25,74 |
| 57400000 | Itaici | 0,07 | 3,72 | 4,22 | 4,58 | 4,16 | 4,01 | 3,46 |
| 57420000 | Ibitirama | 11,90 | 13,16 | 11,13 | 8,80 | 5,56 | 3,55 | 9,02 |
| 57450000 | Rive | 11,53 | 14,64 | 15,78 | 16,79 | 18,06 | 18,99 | 15,97 |
| 57490000 | Castelo | 36,39 | 43,09 | 41,42 | 37,78 | 32,68 | 28,19 | 36,59 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,82 | 6,43 | 5,35 | 3,71 | 2,02 | 0,73 | 3,84 |
| 57555000 | Coutinho | 23,47 | 26,28 | 26,79 | 27,38 | 29,43 | 31,39 | 27,46 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 10,87 | 10,98 | 10,80 | 10,71 | 10,87 | 11,12 | 10,89 |
| | **Média** | 14,87 | 17,78 | 17,50 | 16,81 | 15,95 | 15,35 | 16,38 |

**Tabela 92**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimada pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 0,76 | 0,63 | 0,61 | 0,61 | 0,60 | 0,59 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,91 | 2,26 | 2,01 | 1,84 | 1,68 | 1,59 |
| 57400000 | Itaici | 4,68 | 3,60 | 3,18 | 2,89 | 2,63 | 2,48 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,35 | 1,93 | 1,75 | 1,62 | 1,47 | 1,38 |
| 57450000 | Rive | 10,70 | 8,64 | 7,74 | 7,07 | 6,38 | 5,96 |
| 57490000 | Castelo | 3,57 | 2,71 | 2,44 | 2,26 | 2,10 | 2,01 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,31 | 4,17 | 3,80 | 3,55 | 3,31 | 3,16 |
| 57555000 | Coutinho | 19,45 | 15,06 | 13,07 | 11,65 | 10,35 | 9,61 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,55 | 16,55 | 14,85 | 13,58 | 12,28 | 11,47 |

**Tabela 93**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 6,80 | 8,00 | 7,65 | 7,27 | 7,21 | 7,43 | 7,39 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 20,36 | 24,81 | 25,89 | 26,37 | 26,58 | 26,34 | 25,06 |
| 57400000 | Itaici | 3,37 | 0,41 | 0,24 | 0,85 | 0,84 | 0,98 | 1,12 |
| 57420000 | Ibitirama | 9,90 | 12,25 | 13,65 | 14,71 | 15,86 | 16,26 | 13,77 |
| 57450000 | Rive | 2,81 | 4,80 | 6,50 | 8,27 | 10,61 | 12,29 | 7,55 |
| 57490000 | Castelo | 17,29 | 20,10 | 19,57 | 17,82 | 15,40 | 12,85 | 17,17 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 13,59 | 16,36 | 15,00 | 12,89 | 10,39 | 8,52 | 12,79 |
| 57555000 | Coutinho | 22,89 | 25,59 | 26,12 | 26,76 | 28,87 | 30,86 | 26,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 8,55 | 8,28 | 8,20 | 8,29 | 8,72 | 9,16 | 8,53 |
| | **Média** | 11,73 | 13,40 | 13,65 | 13,69 | 13,83 | 13,86 | 13,36 |

**Tabela 94**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,22 | 1,05 | 0,94 | 0,84 | 0,72 | 0,64 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,03 | 2,60 | 2,32 | 2,07 | 1,78 | 1,59 |
| 57400000 | Itaici | 4,92 | 4,23 | 3,77 | 3,36 | 2,89 | 2,58 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,94 | 1,67 | 1,49 | 1,33 | 1,14 | 1,02 |
| 57450000 | Rive | 9,24 | 7,94 | 7,08 | 6,32 | 5,43 | 4,84 |
| 57490000 | Castelo | 4,67 | 4,02 | 3,58 | 3,20 | 2,75 | 2,45 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,54 | 5,62 | 5,01 | 4,47 | 3,84 | 3,43 |
| 57555000 | Coutinho | 17,01 | 14,63 | 13,04 | 11,63 | 10,00 | 8,92 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 18,74 | 16,11 | 14,37 | 12,82 | 11,02 | 9,83 |

**Tabela 95**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 72,06 | 81,07 | 64,33 | 46,57 | 28,26 | 16,48 | 51,46 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 17,12 | 13,31 | 14,41 | 17,25 | 22,33 | 26,56 | 18,50 |
| 57400000 | Itaici | 1,56 | 17,06 | 18,90 | 17,14 | 10,73 | 4,79 | 11,70 |
| 57420000 | Ibitirama | 9,14 | 2,82 | 3,19 | 5,69 | 9,99 | 14,32 | 7,52 |
| 57450000 | Rive | 16,11 | 12,55 | 14,47 | 18,07 | 23,95 | 28,77 | 18,99 |
| 57490000 | Castelo | 53,68 | 77,71 | 75,60 | 66,41 | 50,92 | 37,64 | 60,32 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,47 | 12,85 | 12,13 | 9,58 | 4,16 | 0,64 | 7,64 |
| 57555000 | Coutinho | 7,47 | 21,98 | 25,91 | 26,60 | 24,56 | 21,54 | 21,35 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 16,58 | 10,73 | 11,17 | 13,44 | 18,06 | 22,17 | 15,36 |
| | **Média** | 22,24 | 27,79 | 26,68 | 24,53 | 21,44 | 19,21 | 23,65 |

**Tabela 96**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,12 | 0,96 | 0,86 | 0,77 | 0,66 | 0,59 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,12 | 2,68 | 2,39 | 2,13 | 1,83 | 1,63 |
| 57400000 | Itaici | 4,96 | 4,26 | 3,80 | 3,39 | 2,91 | 2,60 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,21 | 1,90 | 1,69 | 1,51 | 1,30 | 1,16 |
| 57450000 | Rive | 9,75 | 8,38 | 7,47 | 6,67 | 5,73 | 5,11 |
| 57490000 | Castelo | 4,37 | 3,76 | 3,35 | 2,99 | 2,57 | 2,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,17 | 5,31 | 4,73 | 4,22 | 3,63 | 3,24 |
| 57555000 | Coutinho | 17,46 | 15,01 | 13,39 | 11,94 | 10,27 | 9,16 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 18,90 | 16,25 | 14,49 | 12,93 | 11,11 | 9,91 |

**Tabela 97**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 57,75 | 66,01 | 50,67 | 34,38 | 17,59 | 6,79 | 38,87 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 14,60 | 10,68 | 11,81 | 14,73 | 19,97 | 24,32 | 16,02 |
| 57400000 | Itaici | 2,41 | 18,04 | 19,90 | 18,12 | 11,66 | 5,67 | 12,63 |
| 57420000 | Ibitirama | 3,14 | 10,32 | 9,90 | 7,06 | 2,19 | 2,73 | 5,89 |
| 57450000 | Rive | 11,48 | 7,72 | 9,74 | 13,55 | 19,74 | 24,84 | 14,51 |
| 57490000 | Castelo | 43,83 | 66,32 | 64,35 | 55,75 | 41,25 | 28,82 | 50,05 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0,57 | 6,60 | 5,92 | 3,51 | 1,61 | 6,14 | 4,06 |
| 57555000 | Coutinho | 10,29 | 25,19 | 29,23 | 29,93 | 27,84 | 24,74 | 24,54 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 15,89 | 9,98 | 10,43 | 12,72 | 17,38 | 21,52 | 14,65 |
| | **Média** | 17,77 | 24,54 | 23,55 | 21,08 | 17,69 | 16,17 | 20,14 |

**Tabela 98**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 5,22 | 4,49 | 4,00 | 3,57 | 3,07 | 2,74 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 5,32 | 4,57 | 4,08 | 3,64 | 3,13 | 2,79 |
| 57400000 | Itaici | 5,29 | 4,55 | 4,06 | 3,62 | 3,11 | 2,77 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,42 | 4,66 | 4,16 | 3,71 | 3,19 | 2,84 |
| 57450000 | Rive | 5,32 | 4,57 | 4,08 | 3,64 | 3,13 | 2,79 |
| 57490000 | Castelo | 5,22 | 4,49 | 4,00 | 3,57 | 3,07 | 2,74 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,22 | 4,49 | 4,00 | 3,57 | 3,07 | 2,74 |
| 57555000 | Coutinho | 5,28 | 4,54 | 4,05 | 3,61 | 3,11 | 2,77 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 5,26 | 4,53 | 4,04 | 3,60 | 3,09 | 2,76 |

**Tabela 99**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 635,65 | 674,18 | 602,62 | 526,69 | 448,38 | 398,01 | 547,59 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 45,70 | 52,39 | 50,47 | 45,48 | 36,54 | 29,11 | 43,28 |
| 57400000 | Itaici | 9,26 | 25,94 | 27,92 | 26,02 | 19,13 | 12,73 | 20,17 |
| 57420000 | Ibitirama | 153,29 | 170,92 | 169,89 | 162,91 | 150,94 | 138,87 | 157,80 |
| 57450000 | Rive | 51,68 | 49,63 | 50,73 | 52,80 | 56,19 | 58,97 | 53,33 |
| 57490000 | Castelo | 71,66 | 98,50 | 96,15 | 85,88 | 68,58 | 53,74 | 79,09 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 14,97 | 9,87 | 10,44 | 12,48 | 16,81 | 20,64 | 14,20 |
| 57555000 | Coutinho | 66,63 | 62,12 | 60,90 | 60,69 | 61,32 | 62,26 | 62,32 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 76,57 | 74,93 | 75,05 | 75,69 | 76,99 | 78,14 | 76,23 |
| | **Média** | 125,04 | 135,39 | 127,13 | 116,52 | 103,87 | 94,72 | 117,11 |

**Tabela 100**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,35 | 1,16 | 1,04 | 0,92 | 0,80 | 0,71 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,85 | 2,45 | 2,18 | 1,95 | 1,67 | 1,49 |
| 57400000 | Itaici | 4,57 | 3,93 | 3,50 | 3,12 | 2,69 | 2,40 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,19 | 1,88 | 1,68 | 1,50 | 1,29 | 1,15 |
| 57450000 | Rive | 10,47 | 9,00 | 8,03 | 7,16 | 6,16 | 5,49 |
| 57490000 | Castelo | 4,16 | 3,58 | 3,19 | 2,85 | 2,45 | 2,18 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,57 | 5,65 | 5,04 | 4,49 | 3,86 | 3,44 |
| 57555000 | Coutinho | 17,11 | 14,71 | 13,12 | 11,70 | 10,06 | 8,97 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 21,63 | 18,60 | 16,59 | 14,80 | 12,72 | 11,35 |

**Tabela 101**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 90,46 | 100,43 | 81,91 | 62,25 | 41,97 | 28,93 | 67,66 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 22,03 | 18,45 | 19,48 | 22,15 | 26,93 | 30,91 | 23,32 |
| 57400000 | Itaici | 5,63 | 8,78 | 10,49 | 8,85 | 2,90 | 2,63 | 6,54 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,25 | 9,37 | 8,95 | 6,14 | 1,30 | 3,57 | 5,26 |
| 57450000 | Rive | 4,90 | 0,86 | 3,03 | 7,12 | 13,78 | 19,25 | 8,16 |
| 57490000 | Castelo | 36,99 | 58,42 | 56,54 | 48,35 | 34,54 | 22,70 | 42,92 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,98 | 13,40 | 12,68 | 10,11 | 4,66 | 0,15 | 8,00 |
| 57555000 | Coutinho | 8,08 | 22,67 | 26,63 | 27,33 | 25,27 | 22,24 | 22,04 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 3,72 | 3,04 | 2,52 | 0,10 | 5,43 | 10,17 | 4,16 |
| | **Média** | 20,12 | 26,16 | 24,69 | 21,37 | 17,42 | 15,62 | 20,90 |

**Tabela 102**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 4,47 | 3,84 | 3,43 | 3,06 | 2,63 | 2,35 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,47 | 2,98 | 2,66 | 2,37 | 2,04 | 1,82 |
| 57400000 | Itaici | 4,10 | 3,53 | 3,14 | 2,81 | 2,41 | 2,15 |
| 57420000 | Ibitirama | 10,72 | 9,21 | 8,22 | 7,33 | 6,30 | 5,62 |
| 57450000 | Rive | 6,43 | 5,53 | 4,93 | 4,40 | 3,78 | 3,37 |
| 57490000 | Castelo | 5,59 | 4,80 | 4,28 | 3,82 | 3,29 | 2,93 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,96 | 5,12 | 4,57 | 4,07 | 3,50 | 3,12 |
| 57555000 | Coutinho | 6,79 | 5,84 | 5,21 | 4,64 | 3,99 | 3,56 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,29 | 5,41 | 4,83 | 4,30 | 3,70 | 3,30 |

**Tabela 103**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 529,85 | 562,84 | 501,58 | 436,57 | 369,51 | 326,39 | 454,46 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,92 | 0,55 | 1,81 | 5,06 | 10,90 | 15,74 | 6,50 |
| 57400000 | Itaici | 15,26 | 2,33 | 0,79 | 2,26 | 7,61 | 12,57 | 6,80 |
| 57420000 | Ibitirama | 400,83 | 435,70 | 433,65 | 419,86 | 396,18 | 372,31 | 409,76 |
| 57450000 | Rive | 41,57 | 39,09 | 40,42 | 42,93 | 47,02 | 50,39 | 43,57 |
| 57490000 | Castelo | 83,81 | 112,56 | 110,03 | 99,04 | 80,51 | 64,62 | 91,76 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 2,98 | 2,83 | 2,18 | 0,15 | 5,09 | 9,45 | 3,78 |
| 57555000 | Coutinho | 57,10 | 51,30 | 49,73 | 49,46 | 50,27 | 51,48 | 51,56 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 71,99 | 70,02 | 70,17 | 70,94 | 72,49 | 73,87 | 71,58 |
| | **Média** | 134,26 | 141,91 | 134,49 | 125,14 | 115,51 | 108,54 | 126,64 |

**Tabela 104**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,34 | 2,88 | 2,56 | 2,29 | 1,97 | 1,75 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 6,45 | 5,54 | 4,95 | 4,41 | 3,79 | 3,38 |
| 57400000 | Itaici | 6,48 | 5,57 | 4,97 | 4,43 | 3,81 | 3,40 |
| 57420000 | Ibitirama | 1,67 | 1,44 | 1,28 | 1,15 | 0,98 | 0,88 |
| 57450000 | Rive | 7,90 | 6,79 | 6,06 | 5,41 | 4,65 | 4,14 |
| 57490000 | Castelo | 7,81 | 6,72 | 5,99 | 5,34 | 4,59 | 4,10 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 10,40 | 8,94 | 7,98 | 7,11 | 6,12 | 5,45 |
| 57555000 | Coutinho | 13,78 | 11,85 | 10,57 | 9,43 | 8,10 | 7,23 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 19,36 | 16,64 | 14,84 | 13,24 | 11,38 | 10,15 |

**Tabela 105**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 371,07 | 395,74 | 349,92 | 301,30 | 251,15 | 218,90 | 314,68 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 76,70 | 84,82 | 82,49 | 76,44 | 65,59 | 56,59 | 73,77 |
| 57400000 | Itaici | 33,98 | 54,43 | 56,86 | 54,53 | 46,08 | 38,24 | 47,35 |
| 57420000 | Ibitirama | 21,76 | 16,31 | 16,63 | 18,78 | 22,48 | 26,21 | 20,36 |
| 57450000 | Rive | 28,21 | 25,17 | 26,81 | 29,89 | 34,92 | 39,05 | 30,67 |
| 57490000 | Castelo | 156,99 | 197,18 | 193,65 | 178,28 | 152,38 | 130,16 | 168,11 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 69,40 | 79,55 | 78,42 | 74,35 | 65,73 | 58,10 | 70,92 |
| 57555000 | Coutinho | 12,93 | 1,17 | 2,01 | 2,57 | 0,92 | 1,52 | 3,52 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 13,84 | 7,80 | 8,26 | 10,60 | 15,37 | 19,62 | 12,58 |
| | **Média** | 87,21 | 95,80 | 90,56 | 82,97 | 72,74 | 65,38 | 82,44 |

**Tabela 106**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,00 | 0,86 | 0,77 | 0,69 | 0,59 | 0,53 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 3,25 | 2,80 | 2,49 | 2,22 | 1,91 | 1,70 |
| 57400000 | Itaici | 4,97 | 4,27 | 3,81 | 3,40 | 2,92 | 2,61 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,67 | 2,29 | 2,05 | 1,83 | 1,57 | 1,40 |
| 57450000 | Rive | 10,31 | 8,87 | 7,91 | 7,05 | 6,06 | 5,41 |
| 57490000 | Castelo | 3,94 | 3,39 | 3,02 | 2,69 | 2,32 | 2,07 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,60 | 4,82 | 4,30 | 3,83 | 3,29 | 2,94 |
| 57555000 | Coutinho | 17,55 | 15,09 | 13,46 | 12,00 | 10,32 | 9,20 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 18,49 | 15,90 | 14,18 | 12,65 | 10,87 | 9,70 |

**Tabela 107**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 41,33 | 48,73 | 34,98 | 20,39 | 5,35 | 4,33 | 25,85 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 10,93 | 6,83 | 8,01 | 11,06 | 16,53 | 21,07 | 12,40 |
| 57400000 | Itaici | 2,64 | 18,30 | 20,16 | 18,38 | 11,91 | 5,90 | 12,88 |
| 57420000 | Ibitirama | 24,71 | 33,39 | 32,88 | 29,44 | 23,55 | 17,60 | 26,93 |
| 57450000 | Rive | 6,34 | 2,37 | 4,50 | 8,53 | 15,08 | 20,47 | 9,55 |
| 57490000 | Castelo | 29,57 | 49,84 | 48,06 | 40,31 | 27,25 | 16,05 | 35,18 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,74 | 3,27 | 3,88 | 6,07 | 10,72 | 14,83 | 7,92 |
| 57555000 | Coutinho | 10,88 | 25,85 | 29,91 | 30,62 | 28,52 | 25,40 | 25,20 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,71 | 11,93 | 12,37 | 14,61 | 19,17 | 23,22 | 16,50 |
| | **Média** | 16,98 | 22,28 | 21,64 | 19,94 | 17,56 | 16,54 | 19,16 |

**Tabela 108**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,43 | 1,23 | 1,10 | 0,98 | 0,84 | 0,75 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,70 | 2,32 | 2,07 | 1,85 | 1,59 | 1,42 |
| 57400000 | Itaici | 4,28 | 3,68 | 3,28 | 2,93 | 2,52 | 2,24 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,33 | 2,00 | 1,79 | 1,59 | 1,37 | 1,22 |
| 57450000 | Rive | 11,02 | 9,47 | 8,45 | 7,53 | 6,48 | 5,78 |
| 57490000 | Castelo | 3,81 | 3,27 | 2,92 | 2,60 | 2,24 | 2,00 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,44 | 5,54 | 4,94 | 4,40 | 3,79 | 3,38 |
| 57555000 | Coutinho | 16,61 | 14,28 | 12,73 | 11,36 | 9,76 | 8,71 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 22,83 | 19,63 | 17,51 | 15,62 | 13,43 | 11,97 |

**Tabela 109**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 101,90 | 112,47 | 92,83 | 71,99 | 50,50 | 36,68 | 77,73 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 25,98 | 22,58 | 23,56 | 26,09 | 30,63 | 34,41 | 27,21 |
| 57400000 | Itaici | 11,56 | 1,93 | 3,53 | 2,00 | 3,58 | 8,76 | 5,23 |
| 57420000 | Ibitirama | 8,95 | 16,53 | 16,09 | 13,09 | 7,94 | 2,74 | 10,89 |
| 57450000 | Rive | 0,06 | 4,30 | 2,02 | 2,28 | 9,29 | 15,05 | 5,50 |
| 57490000 | Castelo | 25,20 | 44,78 | 43,06 | 35,57 | 22,95 | 12,13 | 30,62 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,88 | 11,17 | 10,46 | 7,94 | 2,61 | 2,12 | 6,53 |
| 57555000 | Coutinho | 4,90 | 19,06 | 22,90 | 23,58 | 21,58 | 18,64 | 18,44 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 1,62 | 8,76 | 8,21 | 5,45 | 0,18 | 5,19 | 4,90 |
| | **Média** | 20,56 | 26,84 | 24,74 | 20,89 | 16,58 | 15,08 | 20,78 |

**Tabela 110**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,24 | 1,07 | 0,95 | 0,85 | 0,73 | 0,65 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,85 | 2,45 | 2,18 | 1,95 | 1,67 | 1,49 |
| 57400000 | Itaici | 4,56 | 3,92 | 3,50 | 3,12 | 2,68 | 2,39 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,14 | 1,84 | 1,64 | 1,46 | 1,26 | 1,12 |
| 57450000 | Rive | 10,02 | 8,61 | 7,68 | 6,85 | 5,89 | 5,25 |
| 57490000 | Castelo | 4,12 | 3,54 | 3,16 | 2,82 | 2,42 | 2,16 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,30 | 5,41 | 4,83 | 4,31 | 3,70 | 3,30 |
| 57555000 | Coutinho | 16,83 | 14,47 | 12,90 | 11,51 | 9,89 | 8,82 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,35 | 17,50 | 15,61 | 13,92 | 11,97 | 10,67 |

**Tabela 111**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 75,34 | 84,53 | 67,47 | 49,37 | 30,71 | 18,70 | 54,35 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 22,04 | 18,46 | 19,48 | 22,15 | 26,94 | 30,91 | 23,33 |
| 57400000 | Itaici | 5,79 | 8,59 | 10,30 | 8,66 | 2,72 | 2,80 | 6,47 |
| 57420000 | Ibitirama | 0,23 | 6,72 | 6,31 | 3,57 | 1,15 | 5,91 | 3,98 |
| 57450000 | Rive | 9,02 | 5,16 | 7,24 | 11,14 | 17,51 | 22,75 | 12,14 |
| 57490000 | Castelo | 35,43 | 56,61 | 54,75 | 46,65 | 33,00 | 21,29 | 41,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 2,53 | 8,68 | 7,99 | 5,53 | 0,31 | 4,31 | 4,89 |
| 57555000 | Coutinho | 6,30 | 20,66 | 24,55 | 25,23 | 23,21 | 20,23 | 20,03 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 9,42 | 3,06 | 3,55 | 6,01 | 11,03 | 15,49 | 8,09 |
| | **Média** | 18,46 | 23,61 | 22,40 | 19,81 | 16,29 | 15,82 | 19,40 |

**Tabela 112**. Vazões mínimas de 1 dia, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão mínima de 1 dia ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,15 | 0,99 | 0,88 | 0,79 | 0,68 | 0,61 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,87 | 2,46 | 2,20 | 1,96 | 1,69 | 1,50 |
| 57400000 | Itaici | 4,36 | 3,75 | 3,35 | 2,98 | 2,57 | 2,29 |
| 57420000 | Ibitirama | 2,75 | 2,37 | 2,11 | 1,88 | 1,62 | 1,44 |
| 57450000 | Rive | 11,14 | 9,58 | 8,54 | 7,62 | 6,55 | 5,84 |
| 57490000 | Castelo | 3,44 | 2,96 | 2,64 | 2,36 | 2,02 | 1,81 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,61 | 4,82 | 4,30 | 3,84 | 3,30 | 2,94 |
| 57555000 | Coutinho | 16,68 | 14,34 | 12,79 | 11,41 | 9,81 | 8,75 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,91 | 17,97 | 16,03 | 14,30 | 12,29 | 10,96 |

**Tabela 113**. Erro percentual entre vazões mínimas de 1 dia reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 62,51 | 71,02 | 55,21 | 38,44 | 21,14 | 10,01 | 43,06 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 21,46 | 17,85 | 18,89 | 21,58 | 26,40 | 30,40 | 22,76 |
| 57400000 | Itaici | 9,83 | 3,93 | 5,57 | 4,00 | 1,69 | 6,96 | 5,33 |
| 57420000 | Ibitirama | 28,64 | 37,60 | 37,07 | 33,53 | 27,45 | 21,32 | 30,93 |
| 57450000 | Rive | 1,18 | 5,47 | 3,17 | 1,18 | 8,26 | 14,09 | 5,56 |
| 57490000 | Castelo | 13,28 | 30,99 | 29,44 | 22,66 | 11,25 | 1,45 | 18,18 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,65 | 3,17 | 3,78 | 5,98 | 10,63 | 14,74 | 7,83 |
| 57555000 | Coutinho | 5,40 | 19,63 | 23,49 | 24,16 | 22,16 | 19,20 | 19,01 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,95 | 0,42 | 0,92 | 3,45 | 8,61 | 13,19 | 5,59 |
| | **Média** | 17,54 | 21,12 | 19,73 | 17,22 | 15,29 | 14,60 | 17,58 |

**Tabela 114**. Funções regionais associadas às vazões máximas com períodos de retorno de 2 anos ($Q_2$) e 5 anos ($Q_5$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 2 anos | Período de retorno de 5 anos |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_2 = 1{,}359.A^{0{,}6877}$ | $Q_5 = 2{,}3831.A^{0{,}6537}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_2 = 0{,}633.L^{0{,}7041}$ | $Q_5 = 1{,}1507.L^{0{,}6695}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_2 = 85{,}051.Dd^{0{,}7576}$ | $Q_5 = 116{,}86.Dd^{0{,}7631}$ |
| Perímetro (P) | $Q_2 = 0{,}146.P^{1{,}3303}$ | $Q_5 = 0{,}2803.P^{1{,}2683}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_2 = 3.10^{-35}.Pp^{11{,}677}$ | $Q_5 = 4.10^{-31}.Pp^{10{,}42}$ |
| Altitude média (H) | $Q_2 = 3.10^{10}.H^{-2{,}832}$ | $Q_5 = 2.10^{10}.H^{-2{,}712}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_2 = 0{,}1280.A^{-1{,}6442}.L^{2{,}3589}$ | $Q_5 = 0{,}2413.A^{-1{,}6065}.L^{2{,}2864}$ |
| Área e perímetro | $Q_2 = 0{,}0030.A^{-1{,}3289}.P^{3{,}8208}$ | $Q_5 = 0{,}0041.A^{-1{,}4457}.P^{3{,}9778}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_2 = 0{,}0681.L^{-0{,}3991}.P^{2{,}0716}$ | $Q_5 = 0{,}0992.L^{-0{,}5429}.P^{2{,}2767}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_2 = 0{,}0019.A^{-2{,}4793}.L^{1{,}5162}.P^{3{,}1607}$ | $Q_5 = 0{,}0027.A^{-2{,}4980}.L^{1{,}3868}.P^{3{,}3740}$ |

**Tabela 115**. Funções regionais associadas às vazões máximas com períodos de retorno de 10 anos ($Q_{10}$) e 20 anos ($Q_{20}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 10 anos | Período de retorno de 20 anos |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_{10} = 3{,}0927.A^{0{,}6388}$ | $Q_{20} = 3{,}7896.A^{0{,}6274}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_{10} = 1{,}5187.L^{0{,}6542}$ | $Q_{20} = 1{,}8859.L^{0{,}6425}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_{10} = 139{,}6.Dd^{0{,}7391}$ | $Q_{20} = 162{,}41.Dd^{0{,}7088}$ |
| Perímetro (P) | $Q_{10} = 0{,}3783.P^{1{,}2411}$ | $Q_{20} = 0{,}4776.P^{1{,}2205}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_{10} = 5.10^{-29}.Pp^{9{,}772}$ | $Q_{20} = 3.10^{-27}.Pp^{9{,}2365}$ |
| Altitude média (H) | $Q_{10} = 2.10^{10}.H^{-2{,}667}$ | $Q_{20} = 1.10^{10}.H^{-2{,}638}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{10} = 0{,}3321.A^{-1{,}5632}.L^{2{,}2276}$ | $Q_{20} = 0{,}4310.A^{-1{,}5180}.L^{2{,}1704}$ |
| Área e perímetro | $Q_{10} = 0{,}0047.A^{-1{,}4999}.P^{4{,}0522}$ | $Q_{20} = 0{,}0052.A^{-1{,}5430}.P^{4{,}1122}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{10} = 0{,}1152.L^{-0{,}6217}.P^{2{,}3958}$ | $Q_{20} = 0{,}1278.L^{-0{,}6892}.P^{2{,}5005}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{10} = 0{,}0032.A^{-2{,}4846}.L^{1{,}2978}.P^{3{,}4872}$ | $Q_{20} = 0{,}0036.A^{-2{,}4648}.L^{1{,}2150}.P^{3{,}5833}$ |

**Tabela 116**. Funções regionais associadas às vazões máximas com períodos de retorno de 50 anos ($Q_{50}$) e 100 anos ($Q_{100}$), obtidas pelo método dos Valores Característicos.

| Variáveis independentes | Período de retorno de 50 anos | Período de retorno de 100 anos |
|---|---|---|
| Área (A) | $Q_{50} = 4{,}7138.A^{0{,}6155}$ | $Q_{100} = 5{,}4249.A^{0{,}6079}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água (L) | $Q_{50} = 2{,}3802.L^{0{,}6301}$ | $Q_{100} = 2{,}7653.L^{0{,}6222}$ |
| Densidade de drenagem (Dd) | $Q_{50} = 193{,}37.Dd^{0{,}6652}$ | $Q_{100} = 217{,}62.Dd^{0{,}6316}$ |
| Perímetro (P) | $Q_{50} = 0{,}6128.P^{1{,}1989}$ | $Q_{100} = 0{,}7192.P^{1{,}1851}$ |
| Precipitação média (Pp) | $Q_{50} = 3.10^{-25}.Pp^{8{,}6329}$ | $Q_{100} = 5.10^{-24}.Pp^{8{,}2289}$ |
| Altitude média (H) | $Q_{50} = 1.10^{10}.H^{-2{,}61}$ | $Q_{100} = 1.10^{10}.H^{-2{,}595}$ |
| Área e comprimento total dos cursos d'água | $Q_{50} = 0{,}5763.A^{-1{,}4586}.L^{2{,}0982}$ | $Q_{100} = 0{,}6987.A^{-1{,}4148}.L^{2{,}0462}$ |
| Área e perímetro | $Q_{50} = 0{,}0059.A^{-1{,}5899}.P^{4{,}1785}$ | $Q_{100} = 0{,}0063.A^{-1{,}6206}.P^{4{,}2223}$ |
| Comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{50} = 0{,}1411.L^{-0{,}7675}.P^{2{,}6243}$ | $Q_{100} = 0{,}1495.L^{-0{,}8210}.P^{2{,}7100}$ |
| Área, comprimento total dos cursos d'água e perímetro | $Q_{50} = 0{,}0042.A^{-2{,}4346}.L^{1{,}1133}.P^{3{,}6938}$ | $Q_{100} = 0{,}0046.A^{-2{,}4106}.L^{1{,}0413}.P^{3{,}7690}$ |

**Tabela 117**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 51,15 | 74,97 | 89,94 | 103,77 | 121,22 | 134,03 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 108,02 | 152,57 | 180,09 | 205,23 | 236,67 | 259,51 |
| 57400000 | Itaici | 161,18 | 223,20 | 261,19 | 295,68 | 338,62 | 369,67 |
| 57420000 | Ibitirama | 75,03 | 107,91 | 128,38 | 147,19 | 170,81 | 188,05 |
| 57450000 | Rive | 271,09 | 365,88 | 423,35 | 475,15 | 539,27 | 585,35 |
| 57490000 | Castelo | 154,56 | 214,48 | 251,21 | 284,58 | 326,14 | 356,21 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 203,88 | 279,07 | 324,90 | 366,38 | 417,88 | 455,02 |
| 57555000 | Coutinho | 448,55 | 590,49 | 675,83 | 752,22 | 846,33 | 913,54 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 485,86 | 637,09 | 727,91 | 809,11 | 909,08 | 980,40 |

**Tabela 118**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 9,83 | 14,52 | 16,68 | 18,41 | 20,25 | 21,45 | 16,86 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 41,57 | 30,41 | 24,73 | 20,07 | 15,02 | 11,69 | 23,91 |
| 57400000 | Itaici | 37,26 | 42,09 | 45,26 | 48,07 | 51,62 | 54,10 | 46,40 |
| 57420000 | Ibitirama | 36,77 | 30,75 | 27,26 | 24,22 | 20,55 | 17,98 | 26,25 |
| 57450000 | Rive | 37,27 | 43,26 | 46,04 | 48,23 | 50,53 | 52,01 | 46,22 |
| 57490000 | Castelo | 25,02 | 34,79 | 39,89 | 44,10 | 49,01 | 52,31 | 40,85 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 33,91 | 35,15 | 34,65 | 33,72 | 32,38 | 31,26 | 33,51 |
| 57555000 | Coutinho | 20,51 | 21,86 | 22,04 | 22,06 | 21,84 | 21,65 | 21,66 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 8,32 | 12,94 | 15,16 | 16,84 | 18,75 | 19,94 | 15,32 |
| | **Média** | 27,83 | 29,53 | 30,19 | 30,63 | 31,11 | 31,38 | 30,11 |

**Tabela 119**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 47,13 | 69,32 | 83,31 | 96,30 | 112,66 | 124,71 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 110,02 | 155,22 | 183,14 | 208,74 | 240,58 | 263,78 |
| 57400000 | Itaici | 161,56 | 223,67 | 261,71 | 296,39 | 339,29 | 370,42 |
| 57420000 | Ibitirama | 82,67 | 118,28 | 140,42 | 160,81 | 186,28 | 204,90 |
| 57450000 | Rive | 282,84 | 380,95 | 440,35 | 494,09 | 560,05 | 607,60 |
| 57490000 | Castelo | 145,62 | 202,63 | 237,63 | 269,59 | 309,17 | 337,93 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 193,81 | 265,93 | 309,93 | 349,94 | 399,31 | 435,06 |
| 57555000 | Coutinho | 458,41 | 602,94 | 689,67 | 767,65 | 862,77 | 930,97 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 489,52 | 641,79 | 733,06 | 815,07 | 915,00 | 986,60 |

**Tabela 120**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 16,92 | 20,96 | 22,82 | 24,28 | 25,88 | 26,91 | 22,96 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 44,19 | 32,68 | 26,84 | 22,12 | 16,92 | 13,53 | 26,05 |
| 57400000 | Itaici | 37,58 | 42,39 | 45,55 | 48,43 | 51,92 | 54,41 | 46,71 |
| 57420000 | Ibitirama | 30,34 | 24,09 | 20,44 | 17,21 | 13,35 | 10,63 | 19,34 |
| 57450000 | Rive | 34,55 | 40,92 | 43,87 | 46,17 | 48,62 | 50,19 | 44,05 |
| 57490000 | Castelo | 17,78 | 27,35 | 32,33 | 36,51 | 41,26 | 44,49 | 33,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 27,30 | 28,79 | 28,44 | 27,72 | 26,50 | 25,50 | 27,37 |
| 57555000 | Coutinho | 18,76 | 20,21 | 20,45 | 20,46 | 20,33 | 20,15 | 20,06 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 9,13 | 13,78 | 15,98 | 17,70 | 19,52 | 20,70 | 16,13 |
| | **Média** | 26,28 | 27,91 | 28,52 | 28,95 | 29,37 | 29,61 | 28,44 |

**Tabela 121**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 161,44 | 222,86 | 260,87 | 295,82 | 339,45 | 371,32 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 176,41 | 243,68 | 284,44 | 321,40 | 366,94 | 399,81 |
| 57400000 | Itaici | 171,62 | 237,02 | 276,91 | 313,24 | 358,18 | 390,74 |
| 57420000 | Ibitirama | 193,77 | 267,83 | 311,71 | 350,90 | 398,45 | 432,34 |
| 57450000 | Rive | 176,81 | 244,24 | 285,08 | 322,09 | 367,67 | 400,57 |
| 57490000 | Castelo | 160,73 | 221,87 | 259,75 | 294,60 | 338,14 | 369,95 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 161,14 | 222,43 | 260,39 | 295,29 | 338,89 | 370,73 |
| 57555000 | Coutinho | 170,70 | 235,74 | 275,46 | 311,66 | 356,49 | 388,99 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 167,76 | 231,65 | 270,83 | 306,64 | 351,10 | 383,40 |

**Tabela 122**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 184,58 | 154,11 | 141,68 | 132,58 | 123,32 | 117,62 | 142,32 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 131,21 | 108,29 | 97,00 | 88,03 | 78,33 | 72,07 | 95,82 |
| 57400000 | Itaici | 46,15 | 50,89 | 54,00 | 56,86 | 60,37 | 62,88 | 55,19 |
| 57420000 | Ibitirama | 63,28 | 71,90 | 76,62 | 80,65 | 85,34 | 88,57 | 77,73 |
| 57450000 | Rive | 59,09 | 62,13 | 63,67 | 64,91 | 66,27 | 67,16 | 63,87 |
| 57490000 | Castelo | 30,01 | 39,43 | 44,65 | 49,17 | 54,49 | 58,19 | 45,99 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,84 | 7,72 | 7,91 | 7,77 | 7,36 | 6,95 | 7,26 |
| 57555000 | Coutinho | 69,75 | 68,80 | 68,23 | 67,71 | 67,08 | 66,64 | 68,03 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 62,60 | 58,93 | 57,15 | 55,72 | 54,14 | 53,09 | 56,94 |
| | **Média** | 72,50 | 69,13 | 67,88 | 67,04 | 66,30 | 65,91 | 68,13 |

**Tabela 123**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 53,47 | 77,97 | 93,26 | 107,46 | 125,27 | 138,29 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 99,61 | 141,09 | 166,63 | 190,15 | 219,45 | 240,70 |
| 57400000 | Itaici | 147,93 | 205,71 | 241,00 | 273,33 | 313,43 | 342,37 |
| 57420000 | Ibitirama | 79,96 | 114,42 | 135,75 | 155,44 | 180,03 | 197,91 |
| 57450000 | Rive | 295,98 | 398,48 | 460,26 | 516,45 | 585,58 | 635,06 |
| 57490000 | Castelo | 136,94 | 191,11 | 224,24 | 254,64 | 292,36 | 319,61 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 200,44 | 274,80 | 319,94 | 361,17 | 412,12 | 448,75 |
| 57555000 | Coutinho | 446,20 | 589,35 | 675,03 | 752,63 | 847,72 | 915,43 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 542,91 | 710,55 | 810,60 | 901,04 | 1011,64 | 1090,24 |

**Tabela 124**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 5,74 | 11,10 | 13,60 | 15,52 | 17,58 | 18,95 | 13,75 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 30,55 | 20,60 | 15,40 | 11,24 | 6,65 | 3,59 | 14,67 |
| 57400000 | Itaici | 25,98 | 30,96 | 34,03 | 36,88 | 40,34 | 42,72 | 35,15 |
| 57420000 | Ibitirama | 32,62 | 26,56 | 23,08 | 19,98 | 16,26 | 13,68 | 22,03 |
| 57450000 | Rive | 31,51 | 38,21 | 41,34 | 43,73 | 46,28 | 47,94 | 41,50 |
| 57490000 | Castelo | 10,77 | 20,10 | 24,88 | 28,94 | 33,58 | 36,66 | 25,82 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 31,65 | 33,08 | 32,59 | 31,81 | 30,55 | 29,45 | 31,52 |
| 57555000 | Coutinho | 20,92 | 22,01 | 22,13 | 22,01 | 21,72 | 21,48 | 21,71 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 21,04 | 25,96 | 28,24 | 30,11 | 32,15 | 33,38 | 28,48 |
| | **Média** | 23,42 | 25,40 | 26,14 | 26,69 | 27,23 | 27,54 | 26,07 |

**Tabela 125**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 113,65 | 174,96 | 204,16 | 257,43 | 331,03 | 299,35 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 85,42 | 135,60 | 160,76 | 205,38 | 268,03 | 244,78 |
| 57400000 | Itaici | 103,11 | 160,40 | 188,18 | 238,34 | 308,04 | 279,49 |
| 57420000 | Ibitirama | 304,20 | 421,20 | 465,37 | 560,89 | 685,46 | 599,10 |
| 57450000 | Rive | 171,19 | 252,16 | 287,64 | 355,94 | 448,12 | 399,53 |
| 57490000 | Castelo | 146,07 | 218,87 | 251,87 | 313,95 | 398,50 | 357,25 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 156,98 | 233,40 | 267,52 | 332,36 | 420,31 | 375,86 |
| 57555000 | Coutinho | 181,97 | 266,29 | 302,72 | 373,56 | 468,82 | 417,10 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 167,01 | 246,67 | 281,75 | 349,05 | 440,01 | 392,63 |

**Tabela 126**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 100,34 | 99,50 | 89,15 | 102,40 | 117,79 | 75,44 | 97,44 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 11,95 | 15,91 | 11,34 | 20,16 | 30,26 | 5,35 | 15,83 |
| 57400000 | Itaici | 12,20 | 2,11 | 4,66 | 19,36 | 37,92 | 16,51 | 15,46 |
| 57420000 | Ibitirama | 156,34 | 170,33 | 163,68 | 188,76 | 218,85 | 161,30 | 176,54 |
| 57450000 | Rive | 60,39 | 60,90 | 63,34 | 61,22 | 58,89 | 67,25 | 62,00 |
| 57490000 | Castelo | 18,15 | 37,55 | 40,26 | 58,97 | 82,07 | 52,76 | 48,29 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 3,11 | 13,03 | 10,87 | 21,30 | 33,15 | 8,43 | 14,98 |
| 57555000 | Coutinho | 67,75 | 64,76 | 65,08 | 61,29 | 56,71 | 64,23 | 63,30 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 62,77 | 56,27 | 55,42 | 49,60 | 42,52 | 51,96 | 53,09 |
| | **Média** | 54,78 | 57,82 | 55,98 | 64,78 | 75,35 | 55,91 | 60,77 |

**Tabela 127**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 97,41 | 148,65 | 202,80 | 123,87 | 150,27 | 166,66 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 160,41 | 239,69 | 324,40 | 197,13 | 237,98 | 263,24 |
| 57400000 | Itaici | 161,07 | 240,63 | 325,66 | 197,89 | 238,89 | 264,24 |
| 57420000 | Ibitirama | 57,59 | 89,87 | 123,62 | 75,92 | 92,58 | 102,96 |
| 57450000 | Rive | 187,20 | 277,89 | 375,19 | 227,63 | 274,38 | 303,26 |
| 57490000 | Castelo | 185,56 | 275,55 | 372,08 | 225,77 | 272,16 | 300,82 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 230,62 | 339,33 | 456,63 | 276,45 | 332,54 | 367,13 |
| 57555000 | Coutinho | 285,62 | 416,46 | 558,52 | 337,40 | 405,00 | 446,62 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 369,71 | 533,22 | 712,17 | 429,09 | 513,74 | 565,76 |

**Tabela 128**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 71,70 | 69,50 | 87,88 | 2,61 | 1,14 | 2,32 | 39,19 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 110,24 | 104,88 | 124,67 | 15,33 | 15,66 | 13,30 | 64,01 |
| 57400000 | Itaici | 37,16 | 53,19 | 81,12 | 0,90 | 6,96 | 10,15 | 31,58 |
| 57420000 | Ibitirama | 51,47 | 42,32 | 29,95 | 60,92 | 56,94 | 55,09 | 49,45 |
| 57450000 | Rive | 56,68 | 56,91 | 52,18 | 75,20 | 74,83 | 75,14 | 65,16 |
| 57490000 | Castelo | 50,09 | 73,17 | 107,21 | 14,32 | 24,35 | 28,63 | 49,63 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 51,47 | 64,33 | 89,24 | 0,90 | 5,34 | 5,91 | 36,20 |
| 57555000 | Coutinho | 49,38 | 44,89 | 35,57 | 65,04 | 62,60 | 61,69 | 53,20 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,58 | 5,47 | 12,67 | 38,04 | 32,89 | 30,78 | 22,91 |
| | **Média** | 55,09 | 57,19 | 68,94 | 30,36 | 31,19 | 31,45 | 45,70 |

**Tabela 129**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 40,86 | 60,31 | 72,75 | 84,43 | 99,29 | 110,33 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 117,13 | 165,05 | 194,40 | 221,18 | 254,37 | 278,45 |
| 57400000 | Itaici | 162,98 | 225,63 | 263,92 | 298,81 | 342,00 | 373,31 |
| 57420000 | Ibitirama | 107,42 | 152,81 | 180,16 | 204,83 | 235,05 | 256,76 |
| 57450000 | Rive | 306,97 | 412,77 | 476,06 | 532,92 | 602,37 | 652,12 |
| 57490000 | Castelo | 127,21 | 177,60 | 209,00 | 237,98 | 274,29 | 300,90 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 170,98 | 235,33 | 275,15 | 311,73 | 357,36 | 390,67 |
| 57555000 | Coutinho | 464,34 | 610,71 | 698,25 | 776,88 | 872,86 | 941,59 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 477,99 | 627,17 | 716,74 | 797,39 | 896,06 | 966,84 |

**Tabela 130**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 27,97 | 31,23 | 32,60 | 33,62 | 34,68 | 35,34 | 32,57 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 53,51 | 41,08 | 34,64 | 29,40 | 23,62 | 19,84 | 33,68 |
| 57400000 | Itaici | 38,79 | 43,64 | 46,78 | 49,64 | 53,13 | 55,62 | 47,93 |
| 57420000 | Ibitirama | 9,48 | 1,93 | 2,08 | 5,45 | 9,34 | 11,99 | 6,71 |
| 57450000 | Rive | 28,97 | 35,99 | 39,32 | 41,94 | 44,74 | 46,54 | 39,58 |
| 57490000 | Castelo | 2,89 | 11,61 | 16,39 | 20,50 | 25,32 | 28,66 | 17,56 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 12,30 | 13,97 | 14,03 | 13,77 | 13,21 | 12,70 | 13,33 |
| 57555000 | Coutinho | 17,71 | 19,18 | 19,46 | 19,50 | 19,39 | 19,24 | 19,08 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,56 | 11,18 | 13,39 | 15,14 | 17,05 | 18,29 | 13,60 |
| | **Média** | 22,02 | 23,31 | 24,30 | 25,44 | 26,72 | 27,58 | 24,89 |

**Tabela 131**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 62,54 | 92,43 | 111,30 | 128,87 | 151,04 | 167,39 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 88,06 | 123,35 | 145,01 | 164,78 | 189,30 | 207,11 |
| 57400000 | Itaici | 126,54 | 173,53 | 202,08 | 227,99 | 259,93 | 283,01 |
| 57420000 | Ibitirama | 94,74 | 137,57 | 164,40 | 189,24 | 220,45 | 243,38 |
| 57450000 | Rive | 339,60 | 462,66 | 537,62 | 605,80 | 690,04 | 751,03 |
| 57490000 | Castelo | 109,93 | 150,44 | 175,02 | 197,29 | 224,71 | 244,50 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 192,26 | 262,56 | 305,29 | 344,09 | 391,95 | 426,54 |
| 57555000 | Coutinho | 417,25 | 547,74 | 625,93 | 696,21 | 782,08 | 843,61 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 628,09 | 832,45 | 955,73 | 1067,14 | 1203,95 | 1302,43 |

**Tabela 132**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 10,24 | 5,39 | 3,12 | 1,32 | 0,63 | 1,90 | 3,77 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 15,41 | 5,44 | 0,43 | 3,60 | 8,00 | 10,86 | 7,29 |
| 57400000 | Itaici | 7,76 | 10,47 | 12,38 | 14,17 | 16,38 | 17,98 | 13,19 |
| 57420000 | Ibitirama | 20,17 | 11,71 | 6,85 | 2,58 | 2,54 | 6,15 | 8,33 |
| 57450000 | Rive | 21,42 | 28,25 | 31,48 | 34,00 | 36,70 | 38,43 | 31,71 |
| 57490000 | Castelo | 11,08 | 5,45 | 2,54 | 0,10 | 2,67 | 4,54 | 4,40 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 26,28 | 27,15 | 26,52 | 25,58 | 24,16 | 23,05 | 25,46 |
| 57555000 | Coutinho | 26,05 | 27,51 | 27,80 | 27,86 | 27,78 | 27,64 | 27,44 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 40,03 | 47,57 | 51,20 | 54,10 | 57,27 | 59,34 | 51,58 |
| | **Média** | 19,83 | 18,77 | 18,03 | 18,14 | 19,57 | 21,10 | 19,24 |

**Tabela 133**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 58,10 | 87,25 | 106,12 | 123,97 | 146,87 | 163,99 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 94,66 | 131,60 | 153,92 | 174,10 | 198,87 | 216,71 |
| 57400000 | Itaici | 140,95 | 192,56 | 223,53 | 251,39 | 285,47 | 309,92 |
| 57420000 | Ibitirama | 79,06 | 112,64 | 133,37 | 152,39 | 176,06 | 193,32 |
| 57450000 | Rive | 302,15 | 409,72 | 475,35 | 535,11 | 609,02 | 662,56 |
| 57490000 | Castelo | 132,56 | 182,79 | 213,19 | 240,69 | 274,52 | 298,91 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 204,02 | 281,42 | 328,92 | 372,33 | 426,21 | 465,37 |
| 57555000 | Coutinho | 435,47 | 570,00 | 650,00 | 721,57 | 808,60 | 870,70 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 569,45 | 758,02 | 873,29 | 978,35 | 1108,42 | 1202,71 |

**Tabela 134**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,41 | 0,51 | 1,68 | 2,53 | 3,38 | 3,89 | 2,40 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 24,06 | 12,49 | 6,60 | 1,85 | 3,35 | 6,73 | 9,18 |
| 57400000 | Itaici | 20,03 | 22,59 | 24,31 | 25,89 | 27,82 | 29,19 | 24,97 |
| 57420000 | Ibitirama | 33,38 | 27,71 | 24,43 | 21,55 | 18,10 | 15,69 | 23,48 |
| 57450000 | Rive | 30,08 | 36,46 | 39,41 | 41,70 | 44,13 | 45,68 | 39,58 |
| 57490000 | Castelo | 7,22 | 14,87 | 18,72 | 21,88 | 25,43 | 27,81 | 19,32 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 34,00 | 36,29 | 36,31 | 35,89 | 35,02 | 34,25 | 35,29 |
| 57555000 | Coutinho | 22,82 | 24,57 | 25,02 | 25,23 | 25,33 | 25,32 | 24,72 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 26,95 | 34,38 | 38,16 | 41,27 | 44,79 | 47,14 | 38,78 |
| | **Média** | 22,33 | 23,32 | 23,85 | 24,20 | 25,26 | 26,19 | 24,19 |

**Tabela 135**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método dos Valores Característicos utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 52,29 | 78,47 | 95,50 | 111,65 | 132,44 | 148,03 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 96,10 | 133,62 | 156,28 | 176,74 | 201,86 | 219,93 |
| 57400000 | Itaici | 132,90 | 181,48 | 210,73 | 237,12 | 269,45 | 292,70 |
| 57420000 | Ibitirama | 114,61 | 163,75 | 193,51 | 220,44 | 253,53 | 277,38 |
| 57450000 | Rive | 353,84 | 480,37 | 556,85 | 626,06 | 711,17 | 772,52 |
| 57490000 | Castelo | 102,89 | 141,60 | 165,37 | 187,09 | 214,04 | 233,63 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 173,46 | 238,98 | 279,56 | 316,86 | 363,43 | 397,45 |
| 57555000 | Coutinho | 432,04 | 565,48 | 644,87 | 715,92 | 802,35 | 864,04 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 594,63 | 791,79 | 911,98 | 1021,35 | 1156,52 | 1254,38 |

**Tabela 136**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método dos Valores Característicos, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 7,83 | 10,52 | 11,53 | 12,22 | 12,87 | 13,24 | 11,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 25,96 | 14,22 | 8,23 | 3,40 | 1,90 | 5,34 | 9,84 |
| 57400000 | Itaici | 13,17 | 15,53 | 17,20 | 18,74 | 20,65 | 22,01 | 17,88 |
| 57420000 | Ibitirama | 3,42 | 5,09 | 9,64 | 13,49 | 17,93 | 20,98 | 11,76 |
| 57450000 | Rive | 18,12 | 25,51 | 29,03 | 31,79 | 34,76 | 36,67 | 29,31 |
| 57490000 | Castelo | 16,78 | 11,01 | 7,91 | 5,27 | 2,20 | 0,10 | 7,21 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 13,93 | 15,73 | 15,85 | 15,64 | 15,13 | 14,65 | 15,16 |
| 57555000 | Coutinho | 23,43 | 25,17 | 25,61 | 25,82 | 25,91 | 25,89 | 25,30 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 32,57 | 40,37 | 44,28 | 47,48 | 51,07 | 53,46 | 44,87 |
| | **Média** | 17,25 | 18,13 | 18,81 | 19,32 | 20,27 | 21,37 | 19,19 |

**Tabela 137**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 41,29 | 53,09 | 64,21 | 77,66 | 99,86 | 120,78 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 102,23 | 131,46 | 159,00 | 192,31 | 247,28 | 299,08 |
| 57400000 | Itaici | 166,13 | 213,62 | 258,37 | 312,49 | 401,83 | 486,00 |
| 57420000 | Ibitirama | 65,71 | 84,50 | 102,20 | 123,61 | 158,94 | 192,24 |
| 57450000 | Rive | 312,14 | 401,37 | 485,45 | 587,15 | 755,00 | 913,16 |
| 57490000 | Castelo | 157,89 | 203,02 | 245,55 | 296,99 | 381,89 | 461,89 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 220,92 | 284,08 | 343,59 | 415,57 | 534,37 | 646,31 |
| 57555000 | Coutinho | 574,95 | 739,30 | 894,18 | 1081,50 | 1390,67 | 1682,00 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 633,47 | 814,55 | 985,20 | 1191,59 | 1532,22 | 1853,20 |

**Tabela 138**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 27,22 | 39,47 | 40,51 | 38,94 | 34,30 | 29,22 | 34,94 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 33,99 | 12,37 | 10,12 | 12,51 | 20,18 | 28,72 | 19,65 |
| 57400000 | Itaici | 41,47 | 35,99 | 43,69 | 56,49 | 79,92 | 102,59 | 60,03 |
| 57420000 | Ibitirama | 44,63 | 45,77 | 42,10 | 36,36 | 26,07 | 16,16 | 35,18 |
| 57450000 | Rive | 27,77 | 37,76 | 38,13 | 36,03 | 30,74 | 25,14 | 32,59 |
| 57490000 | Castelo | 27,71 | 27,59 | 36,74 | 50,38 | 74,48 | 97,50 | 52,40 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 45,11 | 37,57 | 42,39 | 51,67 | 69,28 | 86,44 | 55,41 |
| 57555000 | Coutinho | 1,90 | 2,16 | 3,14 | 12,06 | 28,42 | 44,26 | 15,33 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 41,23 | 44,40 | 55,87 | 72,07 | 100,15 | 126,72 | 73,40 |
| | **Média** | 32,34 | 31,45 | 34,74 | 40,72 | 51,50 | 61,86 | 42,10 |

**Tabela 139**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 37,64 | 48,40 | 58,54 | 70,80 | 91,04 | 110,11 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 104,75 | 134,70 | 162,91 | 197,04 | 253,37 | 306,45 |
| 57400000 | Itaici | 166,58 | 214,20 | 259,07 | 313,34 | 402,91 | 487,32 |
| 57420000 | Ibitirama | 74,18 | 95,38 | 115,36 | 139,53 | 179,42 | 217,01 |
| 57450000 | Rive | 327,54 | 421,17 | 509,40 | 616,12 | 792,24 | 958,21 |
| 57490000 | Castelo | 146,94 | 188,95 | 228,53 | 276,40 | 355,42 | 429,87 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 207,52 | 266,84 | 322,74 | 390,35 | 501,93 | 607,08 |
| 57555000 | Coutinho | 586,75 | 754,49 | 912,54 | 1103,71 | 1419,22 | 1716,54 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 635,17 | 816,75 | 987,85 | 1194,79 | 1536,34 | 1858,19 |

**Tabela 140**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 33,65 | 44,81 | 45,77 | 44,33 | 40,10 | 35,47 | 40,69 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 37,29 | 15,13 | 12,83 | 15,28 | 23,14 | 31,89 | 22,59 |
| 57400000 | Itaici | 41,85 | 36,36 | 44,08 | 56,91 | 80,40 | 103,14 | 60,46 |
| 57420000 | Ibitirama | 37,49 | 38,78 | 34,63 | 28,17 | 16,54 | 5,35 | 26,83 |
| 57450000 | Rive | 24,21 | 34,69 | 35,07 | 32,87 | 27,32 | 21,44 | 29,27 |
| 57490000 | Castelo | 18,86 | 18,74 | 27,26 | 39,96 | 62,39 | 83,81 | 41,84 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 36,30 | 29,23 | 33,75 | 42,46 | 59,01 | 75,13 | 45,98 |
| 57555000 | Coutinho | 3,99 | 0,15 | 5,26 | 14,36 | 31,06 | 47,23 | 17,01 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 41,61 | 44,79 | 56,29 | 72,53 | 100,68 | 127,34 | 73,87 |
| | **Média** | 30,58 | 29,19 | 32,77 | 38,54 | 48,96 | 58,98 | 39,84 |

**Tabela 141**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 176,39 | 226,81 | 274,33 | 331,80 | 426,65 | 516,03 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 179,60 | 230,94 | 279,32 | 337,83 | 434,40 | 525,41 |
| 57400000 | Itaici | 178,60 | 229,65 | 277,76 | 335,95 | 431,98 | 522,48 |
| 57420000 | Ibitirama | 183,05 | 235,38 | 284,69 | 344,33 | 442,77 | 535,52 |
| 57450000 | Rive | 179,68 | 231,04 | 279,45 | 337,99 | 434,61 | 525,65 |
| 57490000 | Castelo | 176,23 | 226,61 | 274,08 | 331,50 | 426,27 | 515,57 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 176,32 | 226,73 | 274,23 | 331,67 | 426,49 | 515,83 |
| 57555000 | Coutinho | 178,40 | 229,40 | 277,46 | 335,58 | 431,51 | 521,91 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 177,77 | 228,59 | 276,48 | 334,40 | 429,99 | 520,07 |

**Tabela 142**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 210,93 | 158,63 | 154,15 | 160,87 | 180,69 | 202,43 | 177,95 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 135,38 | 97,40 | 93,45 | 97,64 | 111,12 | 126,13 | 110,19 |
| 57400000 | Itaici | 52,09 | 46,20 | 54,47 | 68,23 | 93,42 | 117,80 | 72,04 |
| 57420000 | Ibitirama | 54,25 | 51,07 | 61,31 | 77,27 | 105,96 | 133,57 | 80,57 |
| 57450000 | Rive | 58,42 | 64,17 | 64,38 | 63,17 | 60,13 | 56,91 | 61,20 |
| 57490000 | Castelo | 42,55 | 42,42 | 52,63 | 67,86 | 94,76 | 120,45 | 70,11 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,81 | 9,80 | 13,64 | 21,05 | 35,10 | 48,80 | 24,04 |
| 57555000 | Coutinho | 68,38 | 69,64 | 68,00 | 65,23 | 60,15 | 55,24 | 64,44 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 60,37 | 59,48 | 56,26 | 51,71 | 43,83 | 36,37 | 51,34 |
| | **Média** | 77,58 | 66,53 | 68,70 | 74,78 | 87,24 | 99,74 | 79,10 |

**Tabela 143**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 44,29 | 56,95 | 68,88 | 83,31 | 107,13 | 129,57 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 93,21 | 119,86 | 144,97 | 175,34 | 225,46 | 272,70 |
| 57400000 | Itaici | 149,61 | 192,38 | 232,68 | 281,42 | 361,87 | 437,68 |
| 57420000 | Ibitirama | 71,67 | 92,16 | 111,47 | 134,82 | 173,36 | 209,67 |
| 57450000 | Rive | 342,96 | 441,00 | 533,38 | 645,12 | 829,54 | 1003,32 |
| 57490000 | Castelo | 136,41 | 175,40 | 212,15 | 256,59 | 329,94 | 399,06 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 215,15 | 276,66 | 334,61 | 404,71 | 520,40 | 629,42 |
| 57555000 | Coutinho | 560,39 | 720,59 | 871,54 | 1054,12 | 1355,46 | 1639,41 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 708,59 | 911,15 | 1102,03 | 1332,90 | 1713,93 | 2072,98 |

**Tabela 144**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 21,93 | 35,06 | 36,18 | 34,50 | 29,52 | 24,06 | 30,21 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 22,17 | 2,45 | 0,40 | 2,58 | 9,58 | 17,36 | 9,09 |
| 57400000 | Itaici | 27,40 | 22,47 | 29,40 | 40,93 | 62,03 | 82,45 | 44,11 |
| 57420000 | Ibitirama | 39,60 | 40,85 | 36,84 | 30,59 | 19,36 | 8,55 | 29,30 |
| 57450000 | Rive | 20,64 | 31,61 | 32,02 | 29,71 | 23,90 | 17,74 | 25,94 |
| 57490000 | Castelo | 10,33 | 10,23 | 18,14 | 29,92 | 50,75 | 70,63 | 31,67 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 41,31 | 33,98 | 38,67 | 47,70 | 64,86 | 81,57 | 51,35 |
| 57555000 | Coutinho | 0,68 | 4,64 | 0,53 | 9,22 | 25,17 | 40,61 | 13,48 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 57,97 | 61,53 | 74,35 | 92,47 | 123,88 | 153,61 | 93,97 |
| | **Média** | 26,89 | 26,98 | 29,62 | 35,29 | 45,45 | 55,18 | 36,57 |

**Tabela 145**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 151,24 | 194,48 | 235,22 | 284,50 | 365,82 | 442,46 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 117,37 | 150,92 | 182,54 | 220,78 | 283,90 | 343,37 |
| 57400000 | Itaici | 138,71 | 178,37 | 215,73 | 260,93 | 335,52 | 405,81 |
| 57420000 | Ibitirama | 362,48 | 466,10 | 563,74 | 681,84 | 876,76 | 1060,43 |
| 57450000 | Rive | 217,58 | 279,77 | 338,38 | 409,27 | 526,27 | 636,51 |
| 57490000 | Castelo | 188,98 | 243,00 | 293,91 | 355,48 | 457,10 | 552,86 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 201,46 | 259,06 | 313,33 | 378,96 | 487,30 | 589,38 |
| 57555000 | Coutinho | 229,70 | 295,36 | 357,24 | 432,08 | 555,59 | 671,98 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 212,86 | 273,70 | 331,04 | 400,39 | 514,85 | 622,70 |

**Tabela 146**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 166,60 | 121,75 | 117,92 | 123,68 | 140,67 | 159,31 | 138,32 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 53,83 | 29,01 | 26,42 | 29,17 | 37,97 | 47,78 | 37,36 |
| 57400000 | Itaici | 18,13 | 13,55 | 19,98 | 30,67 | 50,23 | 69,16 | 33,62 |
| 57420000 | Ibitirama | 205,45 | 199,15 | 219,42 | 251,03 | 307,83 | 362,50 | 257,56 |
| 57450000 | Rive | 49,65 | 56,62 | 56,87 | 55,41 | 51,72 | 47,82 | 53,01 |
| 57490000 | Castelo | 52,86 | 52,72 | 63,67 | 80,00 | 108,85 | 136,40 | 82,42 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 32,32 | 25,46 | 29,85 | 38,31 | 54,37 | 70,02 | 41,72 |
| 57555000 | Coutinho | 59,29 | 60,91 | 58,79 | 55,23 | 48,69 | 42,36 | 54,21 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 52,55 | 51,48 | 47,63 | 42,18 | 32,75 | 23,82 | 41,73 |
| | **Média** | 76,74 | 67,85 | 71,17 | 78,41 | 92,56 | 106,57 | 82,22 |

**Tabela 147**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 112,58 | 144,76 | 175,08 | 211,76 | 272,29 | 329,34 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 217,09 | 279,15 | 337,62 | 408,35 | 525,09 | 635,09 |
| 57400000 | Itaici | 218,27 | 280,66 | 339,46 | 410,57 | 527,94 | 638,54 |
| 57420000 | Ibitirama | 56,36 | 72,47 | 87,65 | 106,02 | 136,32 | 164,88 |
| 57450000 | Rive | 266,03 | 342,07 | 413,73 | 500,41 | 643,46 | 778,25 |
| 57490000 | Castelo | 262,96 | 338,13 | 408,96 | 494,64 | 636,03 | 769,28 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 350,09 | 450,17 | 544,47 | 658,53 | 846,79 | 1024,18 |
| 57555000 | Coutinho | 463,93 | 596,55 | 721,52 | 872,68 | 1122,14 | 1357,22 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 651,61 | 837,88 | 1013,41 | 1225,71 | 1576,10 | 1906,28 |

**Tabela 148**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 98,44 | 65,06 | 62,20 | 66,49 | 79,14 | 93,01 | 77,39 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 184,52 | 138,61 | 133,83 | 138,90 | 155,19 | 173,33 | 154,06 |
| 57400000 | Itaici | 85,87 | 78,67 | 88,79 | 105,60 | 136,38 | 166,18 | 110,25 |
| 57420000 | Ibitirama | 52,51 | 53,49 | 50,34 | 45,42 | 36,59 | 28,09 | 44,40 |
| 57450000 | Rive | 38,44 | 46,95 | 47,27 | 45,48 | 40,97 | 36,20 | 42,55 |
| 57490000 | Castelo | 112,70 | 112,50 | 127,75 | 150,46 | 190,60 | 228,93 | 153,82 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 129,94 | 118,01 | 125,64 | 140,34 | 168,25 | 195,45 | 146,27 |
| 57555000 | Coutinho | 17,78 | 21,05 | 16,77 | 9,58 | 3,63 | 16,41 | 14,20 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 45,27 | 48,54 | 60,33 | 76,99 | 105,88 | 133,22 | 78,37 |
| | **Média** | 85,05 | 75,88 | 79,21 | 86,59 | 101,85 | 118,98 | 91,26 |

**Tabela 149**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 33,86 | 43,54 | 52,66 | 63,70 | 81,91 | 99,06 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 109,72 | 141,09 | 170,64 | 206,39 | 265,39 | 320,99 |
| 57400000 | Itaici | 167,65 | 215,58 | 260,74 | 315,36 | 405,51 | 490,46 |
| 57420000 | Ibitirama | 90,06 | 115,81 | 140,07 | 169,41 | 217,84 | 263,48 |
| 57450000 | Rive | 348,01 | 447,49 | 541,24 | 654,62 | 841,75 | 1018,09 |
| 57490000 | Castelo | 132,93 | 170,93 | 206,74 | 250,05 | 321,54 | 388,90 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 189,10 | 243,16 | 294,10 | 355,72 | 457,40 | 553,22 |
| 57555000 | Coutinho | 592,35 | 761,68 | 921,24 | 1114,23 | 1432,75 | 1732,90 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 624,03 | 802,42 | 970,52 | 1173,83 | 1509,39 | 1825,59 |

**Tabela 150**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 40,31 | 50,35 | 51,21 | 49,92 | 46,11 | 41,94 | 46,64 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 43,80 | 20,60 | 18,18 | 20,75 | 28,98 | 38,15 | 28,41 |
| 57400000 | Itaici | 42,77 | 37,24 | 45,01 | 57,93 | 81,57 | 104,45 | 61,49 |
| 57420000 | Ibitirama | 24,11 | 25,67 | 20,64 | 12,78 | 1,33 | 14,92 | 16,57 |
| 57450000 | Rive | 19,47 | 30,61 | 31,02 | 28,68 | 22,78 | 16,53 | 24,85 |
| 57490000 | Castelo | 7,53 | 7,42 | 15,13 | 26,62 | 46,91 | 66,29 | 28,32 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 24,21 | 17,76 | 21,88 | 29,82 | 44,90 | 59,59 | 33,03 |
| 57555000 | Coutinho | 4,98 | 0,80 | 6,27 | 15,45 | 32,31 | 48,63 | 18,07 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 39,12 | 42,25 | 53,54 | 69,50 | 97,16 | 123,35 | 70,82 |
| | **Média** | 27,37 | 25,86 | 29,21 | 34,60 | 44,67 | 57,09 | 36,47 |

**Tabela 151**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 48,41 | 62,25 | 75,29 | 91,06 | 117,09 | 141,62 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 91,24 | 117,32 | 141,90 | 171,63 | 220,69 | 266,92 |
| 57400000 | Itaici | 144,55 | 185,87 | 224,81 | 271,91 | 349,64 | 422,88 |
| 57420000 | Ibitirama | 78,74 | 101,25 | 122,46 | 148,11 | 190,45 | 230,35 |
| 57450000 | Rive | 372,03 | 478,38 | 578,59 | 699,80 | 899,85 | 1088,36 |
| 57490000 | Castelo | 128,54 | 165,28 | 199,90 | 241,78 | 310,90 | 376,03 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 217,48 | 279,64 | 338,23 | 409,08 | 526,02 | 636,22 |
| 57555000 | Coutinho | 560,79 | 721,10 | 872,16 | 1054,87 | 1356,42 | 1640,57 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 771,15 | 991,60 | 1199,33 | 1450,58 | 1865,24 | 2255,99 |

**Tabela 152**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 14,67 | 29,02 | 30,25 | 28,41 | 22,97 | 17,00 | 23,72 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 19,58 | 0,28 | 1,72 | 0,41 | 7,26 | 14,88 | 7,36 |
| 57400000 | Itaici | 23,10 | 18,33 | 25,03 | 36,17 | 56,55 | 76,28 | 39,24 |
| 57420000 | Ibitirama | 33,65 | 35,02 | 30,62 | 23,75 | 11,41 | 0,46 | 22,49 |
| 57450000 | Rive | 13,91 | 25,82 | 26,25 | 23,75 | 17,45 | 10,77 | 19,66 |
| 57490000 | Castelo | 3,97 | 3,87 | 11,32 | 22,43 | 42,05 | 60,79 | 24,07 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 42,84 | 35,43 | 40,17 | 49,30 | 66,64 | 83,53 | 52,98 |
| 57555000 | Coutinho | 0,61 | 4,57 | 0,60 | 9,30 | 25,26 | 40,71 | 13,51 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 71,92 | 75,79 | 89,74 | 109,46 | 143,65 | 176,00 | 111,09 |
| | **Média** | 24,92 | 25,35 | 28,41 | 33,66 | 43,69 | 53,38 | 34,90 |

**Tabela 153**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 42,01 | 54,02 | 65,33 | 79,02 | 101,61 | 122,89 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 96,02 | 123,47 | 149,33 | 180,62 | 232,25 | 280,90 |
| 57400000 | Itaici | 153,86 | 197,85 | 239,29 | 289,42 | 372,16 | 450,12 |
| 57420000 | Ibitirama | 72,05 | 92,64 | 112,05 | 135,53 | 174,27 | 210,77 |
| 57450000 | Rive | 338,01 | 434,63 | 525,68 | 635,81 | 817,56 | 988,83 |
| 57490000 | Castelo | 138,92 | 178,63 | 216,05 | 261,32 | 336,02 | 406,41 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 212,43 | 273,16 | 330,38 | 399,59 | 513,82 | 621,46 |
| 57555000 | Coutinho | 567,83 | 730,15 | 883,11 | 1068,11 | 1373,45 | 1661,17 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 686,78 | 883,10 | 1068,10 | 1291,86 | 1661,15 | 2009,15 |

**Tabela 154**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 25,95 | 38,41 | 39,47 | 37,87 | 33,15 | 27,98 | 33,81 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 25,85 | 5,54 | 3,42 | 5,67 | 12,87 | 20,90 | 12,37 |
| 57400000 | Itaici | 31,02 | 25,95 | 33,08 | 44,94 | 66,63 | 87,64 | 48,21 |
| 57420000 | Ibitirama | 39,29 | 40,54 | 36,51 | 30,23 | 18,94 | 8,07 | 28,93 |
| 57450000 | Rive | 21,78 | 32,60 | 33,00 | 30,73 | 25,00 | 18,93 | 27,01 |
| 57490000 | Castelo | 12,37 | 12,26 | 20,32 | 32,32 | 53,52 | 73,78 | 34,09 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 39,53 | 32,29 | 36,92 | 45,84 | 62,77 | 79,28 | 49,44 |
| 57555000 | Coutinho | 0,63 | 3,37 | 1,87 | 10,67 | 26,83 | 42,48 | 14,31 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 53,11 | 56,55 | 68,98 | 86,54 | 116,99 | 145,80 | 88,00 |
| | **Média** | 27,73 | 27,50 | 30,40 | 36,09 | 46,30 | 56,09 | 37,35 |

**Tabela 155**. Vazões máximas, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão máxima ($m^3/s$) por período de retorno, em anos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 38,97 | 50,10 | 60,60 | 73,30 | 94,25 | 113,99 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 96,81 | 124,49 | 150,57 | 182,11 | 234,17 | 283,23 |
| 57400000 | Itaici | 147,39 | 189,52 | 229,22 | 277,24 | 356,50 | 431,18 |
| 57420000 | Ibitirama | 92,97 | 119,55 | 144,59 | 174,88 | 224,87 | 271,98 |
| 57450000 | Rive | 376,22 | 483,77 | 585,11 | 707,69 | 909,99 | 1100,62 |
| 57490000 | Castelo | 116,29 | 149,54 | 180,87 | 218,76 | 281,29 | 340,22 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 189,42 | 243,57 | 294,60 | 356,31 | 458,17 | 554,15 |
| 57555000 | Coutinho | 563,45 | 724,52 | 876,31 | 1059,88 | 1362,87 | 1648,37 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 706,07 | 907,91 | 1098,10 | 1328,15 | 1707,81 | 2065,59 |

**Tabela 156**. Erro percentual entre vazões máximas reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por período de retorno, em anos | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2 | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 31,31 | 42,87 | 43,86 | 42,37 | 37,99 | 33,19 | 38,60 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 26,89 | 6,41 | 4,28 | 6,54 | 13,81 | 21,90 | 13,30 |
| 57400000 | Itaici | 25,51 | 20,65 | 27,48 | 38,84 | 59,62 | 79,74 | 41,97 |
| 57420000 | Ibitirama | 21,66 | 23,27 | 18,08 | 9,97 | 4,60 | 18,62 | 16,03 |
| 57450000 | Rive | 12,94 | 24,98 | 25,42 | 22,89 | 16,52 | 9,77 | 18,75 |
| 57490000 | Castelo | 5,93 | 6,02 | 0,72 | 10,77 | 28,52 | 45,47 | 16,24 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 24,41 | 17,96 | 22,09 | 30,04 | 45,14 | 59,86 | 33,25 |
| 57555000 | Coutinho | 0,14 | 4,12 | 1,08 | 9,82 | 25,86 | 41,38 | 13,73 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 57,41 | 60,95 | 73,73 | 91,78 | 123,08 | 152,71 | 93,28 |
| | **Média** | 22,91 | 23,03 | 24,08 | 29,23 | 39,46 | 51,40 | 31,68 |

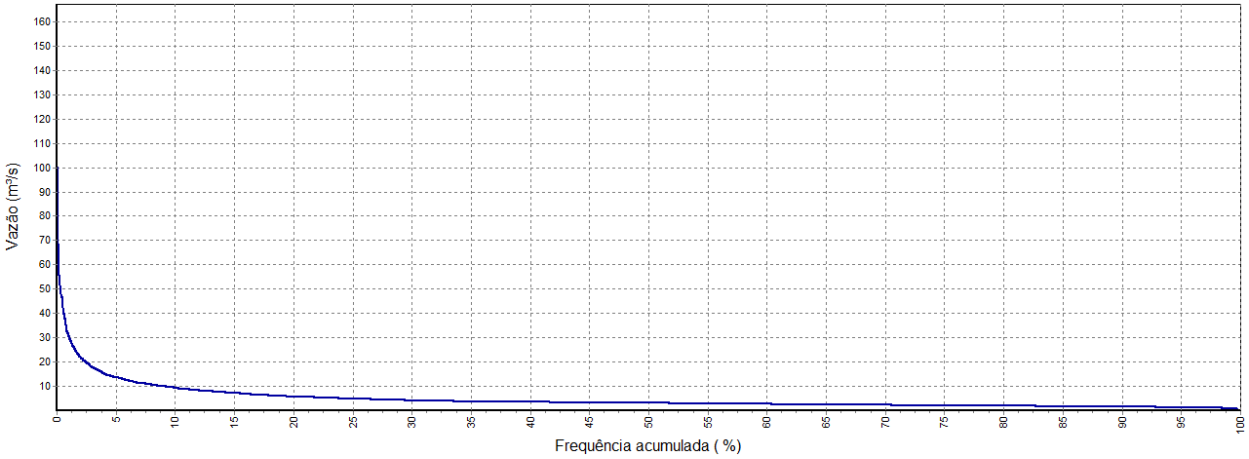



**Figura 27**. Curva de permanência para a estação Usina Fortaleza.

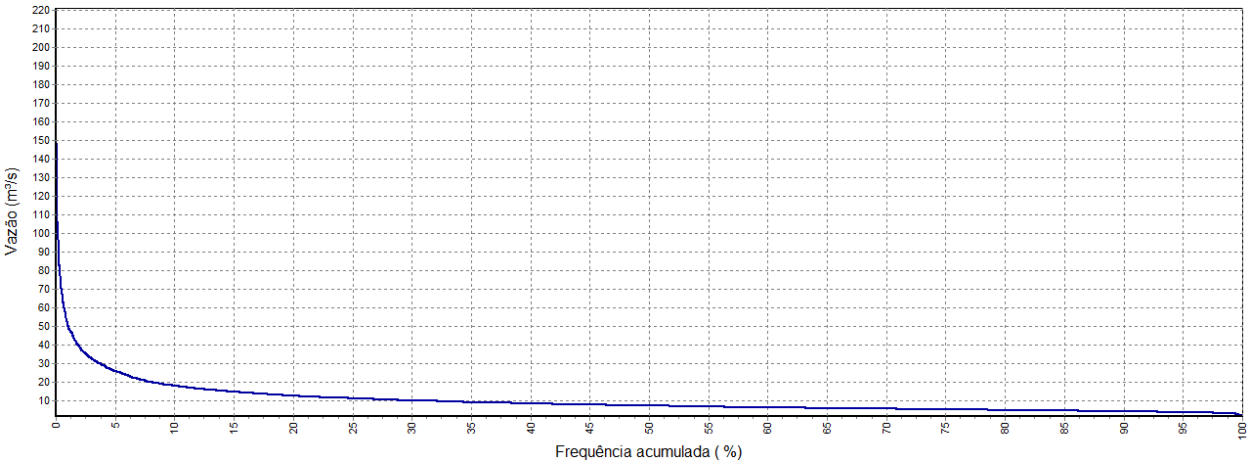



**Figura 28**. Curva de permanência para a estação Terra Corrida Montante.

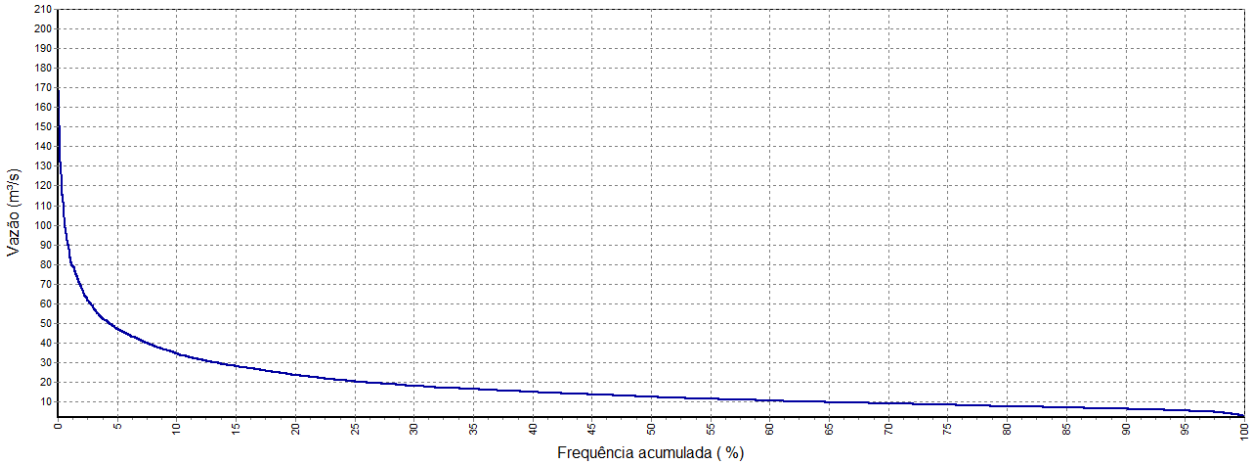



**Figura 29**. Curva de permanência para a estação Itaici.

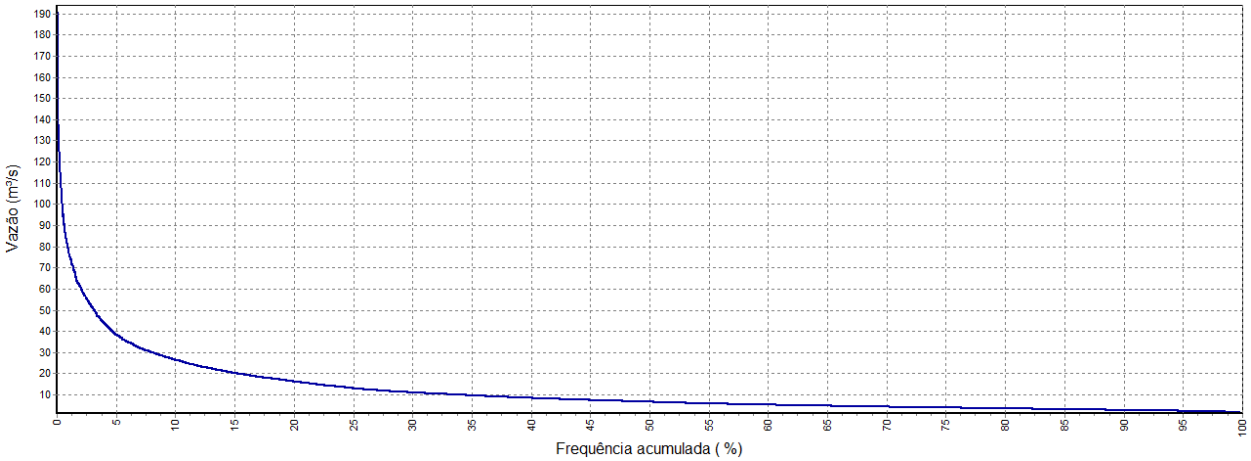



**Figura 30**. Curva de permanência para a estação Ibitirama.

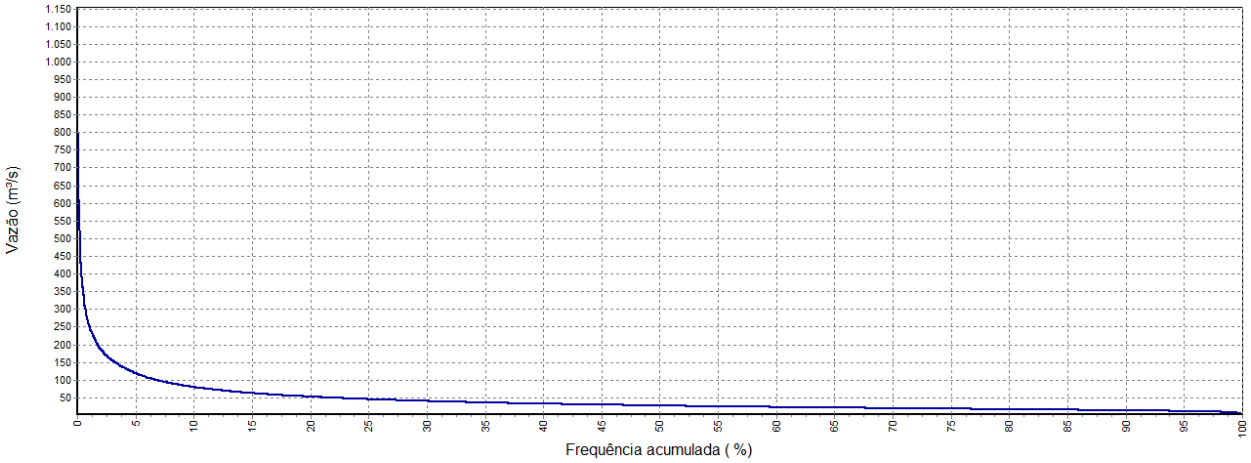



**Figura 31**. Curva de permanência para a estação Rive.

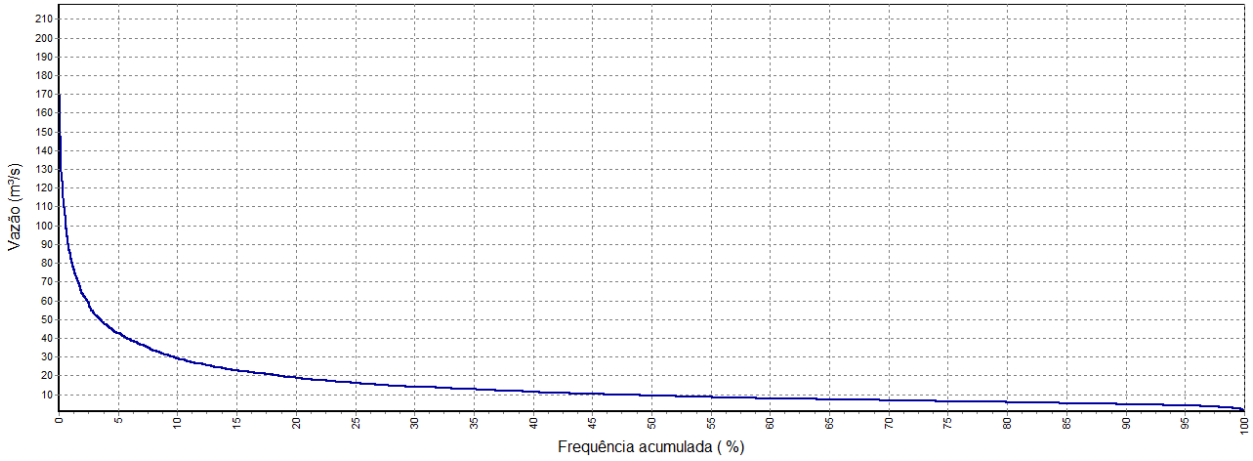



**Figura 32**. Curva de permanência para a estação Castelo.

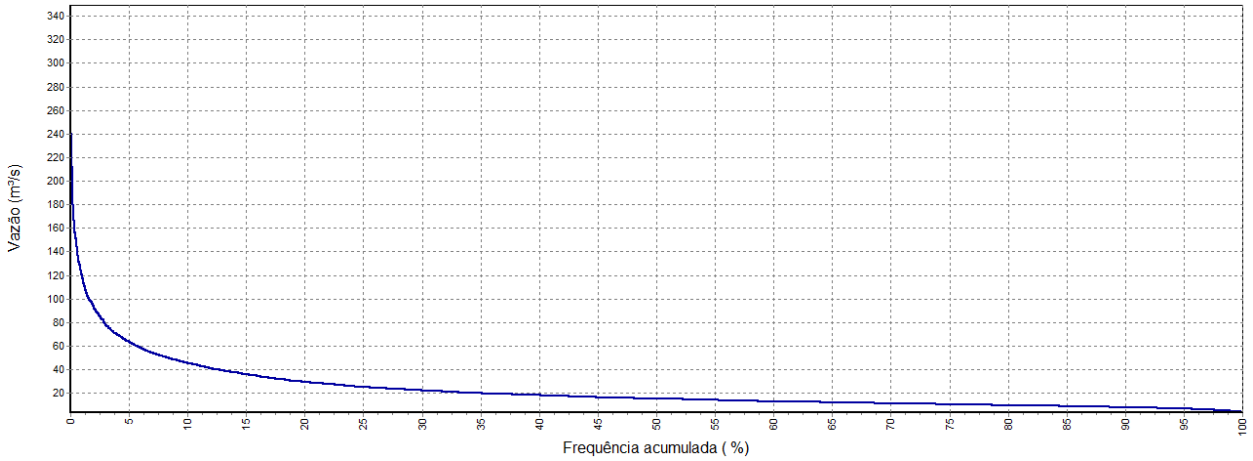



**Figura 33**. Curva de permanência para a estação Usina São Miguel.

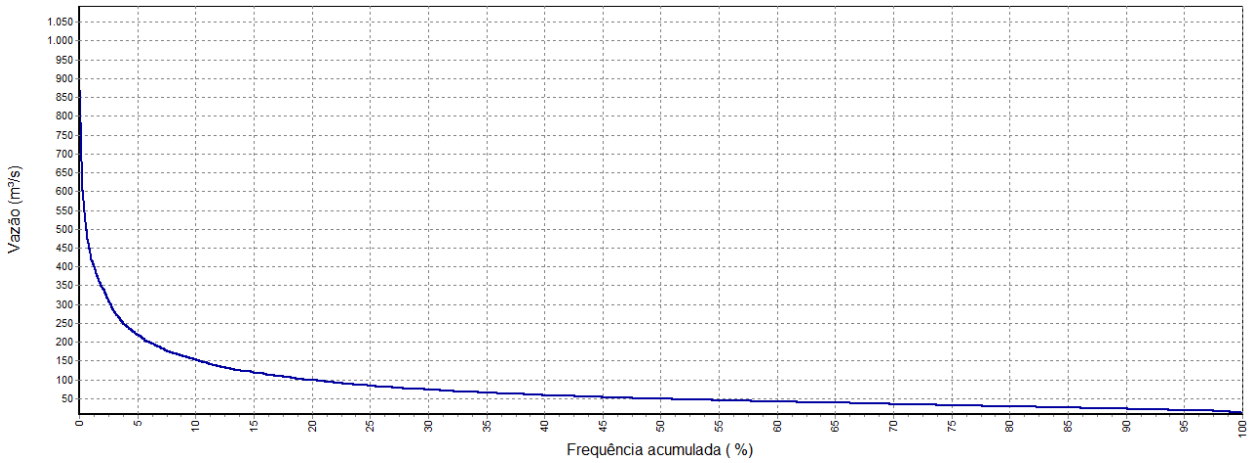



**Figura 34**. Curva de permanência para a estação Coutinho.

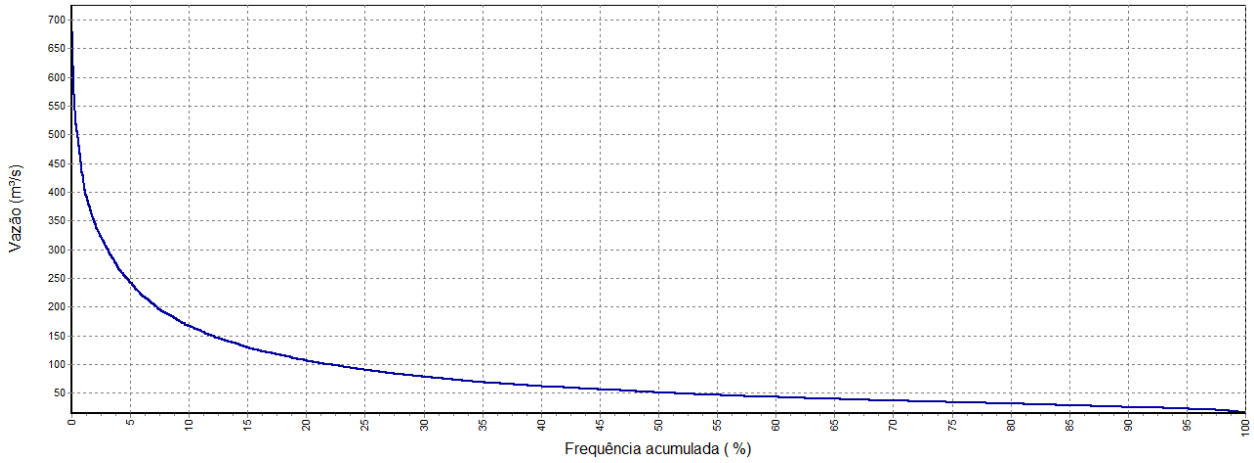



**Figura 35**. Curva de permanência para a estação Usina Paineiras.

**Tabela 157**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,10 | 2,81 | 2,56 | 2,33 | 2,11 | 1,92 | 1,75 | 1,59 | 1,44 | 1,31 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,80 | 7,10 | 6,46 | 5,88 | 5,35 | 4,87 | 4,43 | 4,03 | 3,67 | 3,34 |
| 57400000 | Itaici | 12,79 | 11,64 | 10,60 | 9,66 | 8,79 | 8,01 | 7,29 | 6,64 | 6,05 | 5,51 |
| 57420000 | Ibitirama | 4,97 | 4,52 | 4,11 | 3,74 | 3,40 | 3,09 | 2,81 | 2,56 | 2,33 | 2,12 |
| 57450000 | Rive | 24,31 | 22,15 | 20,19 | 18,40 | 16,77 | 15,28 | 13,93 | 12,69 | 11,57 | 10,54 |
| 57490000 | Castelo | 12,14 | 11,06 | 10,07 | 9,17 | 8,35 | 7,60 | 6,92 | 6,30 | 5,74 | 5,23 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 17,09 | 15,57 | 14,19 | 12,92 | 11,77 | 10,72 | 9,77 | 8,90 | 8,11 | 7,39 |
| 57555000 | Coutinho | 45,29 | 41,30 | 37,67 | 34,36 | 31,34 | 28,58 | 26,07 | 23,78 | 21,69 | 19,78 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 49,98 | 45,60 | 41,59 | 37,94 | 34,61 | 31,57 | 28,80 | 26,27 | 23,96 | 21,86 |

**Tabela 158**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,99 | 1,58 | 4,81 | 7,48 | 6,45 | 6,25 | 5,05 | 7,40 | 5,03 | 3,33 | 4,94 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 8,46 | 5,92 | 3,24 | 0,61 | 3,44 | 6,33 | 8,84 | 10,23 | 12,16 | 11,12 | 7,03 |
| 57400000 | Itaici | 3,12 | 2,14 | 0,90 | 1,49 | 3,68 | 5,07 | 4,95 | 6,18 | 5,23 | 1,72 | 3,45 |
| 57420000 | Ibitirama | 24,31 | 22,44 | 21,96 | 20,58 | 20,56 | 19,69 | 18,71 | 17,11 | 13,43 | 10,42 | 18,92 |
| 57450000 | Rive | 10,63 | 11,74 | 13,06 | 14,42 | 16,15 | 17,79 | 19,02 | 19,65 | 18,53 | 14,97 | 15,60 |
| 57490000 | Castelo | 30,69 | 30,37 | 29,09 | 27,41 | 24,76 | 20,41 | 20,56 | 19,35 | 26,13 | 35,63 | 26,44 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 11,66 | 10,13 | 9,38 | 6,12 | 2,93 | 1,15 | 1,53 | 0,04 | 0,60 | 7,63 | 5,12 |
| 57555000 | Coutinho | 7,58 | 7,25 | 8,34 | 10,54 | 9,94 | 10,50 | 9,78 | 6,75 | 3,38 | 3,25 | 7,73 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 2,94 | 2,57 | 3,93 | 4,67 | 7,21 | 7,67 | 9,18 | 8,79 | 7,54 | 3,96 | 5,85 |
| **Média** | | 11,26 | 10,46 | 10,52 | 10,37 | 10,57 | 10,54 | 10,85 | 10,61 | 10,23 | 10,22 | 10,56 |

**Tabela 159**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,82 | 2,57 | 2,34 | 2,12 | 1,93 | 1,76 | 1,60 | 1,45 | 1,32 | 1,20 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,98 | 7,27 | 6,62 | 6,02 | 5,49 | 4,99 | 4,55 | 4,14 | 3,77 | 3,43 |
| 57400000 | Itaici | 12,79 | 11,65 | 10,61 | 9,66 | 8,80 | 8,02 | 7,30 | 6,65 | 6,06 | 5,52 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,62 | 5,12 | 4,66 | 4,24 | 3,86 | 3,51 | 3,20 | 2,91 | 2,65 | 2,41 |
| 57450000 | Rive | 25,41 | 23,16 | 21,11 | 19,25 | 17,54 | 15,99 | 14,58 | 13,29 | 12,11 | 11,04 |
| 57490000 | Castelo | 11,26 | 10,25 | 9,34 | 8,51 | 7,75 | 7,05 | 6,43 | 5,85 | 5,33 | 4,85 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,99 | 14,56 | 13,27 | 12,09 | 11,01 | 10,03 | 9,14 | 8,33 | 7,59 | 6,91 |
| 57555000 | Coutinho | 45,94 | 41,90 | 38,22 | 34,86 | 31,79 | 28,99 | 26,44 | 24,12 | 22,00 | 20,06 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 49,80 | 45,42 | 41,43 | 37,79 | 34,47 | 31,44 | 28,68 | 26,16 | 23,86 | 21,76 |

**Tabela 160**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 7,01 | 10,22 | 13,13 | 15,52 | 14,54 | 14,31 | 13,17 | 15,28 | 13,06 | 5,37 | 12,16 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 11,04 | 8,49 | 5,78 | 1,88 | 0,99 | 3,91 | 6,45 | 7,83 | 9,79 | 8,68 | 6,48 |
| 57400000 | Itaici | 3,13 | 2,18 | 0,84 | 1,40 | 3,57 | 4,93 | 4,79 | 6,00 | 5,02 | 1,97 | 3,38 |
| 57420000 | Ibitirama | 14,38 | 12,22 | 11,62 | 10,00 | 9,93 | 8,88 | 7,71 | 5,84 | 1,61 | 1,88 | 8,41 |
| 57450000 | Rive | 6,57 | 7,71 | 9,08 | 10,48 | 12,29 | 13,99 | 15,26 | 15,92 | 14,72 | 10,98 | 11,70 |
| 57490000 | Castelo | 21,19 | 20,92 | 19,76 | 18,22 | 15,79 | 11,77 | 11,93 | 10,83 | 17,14 | 25,99 | 17,35 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 4,42 | 3,00 | 2,31 | 0,72 | 3,69 | 5,35 | 4,98 | 6,37 | 5,83 | 0,76 | 3,74 |
| 57555000 | Coutinho | 6,24 | 5,90 | 7,02 | 9,25 | 8,65 | 9,22 | 8,49 | 5,42 | 2,01 | 4,71 | 6,69 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 3,31 | 2,95 | 4,31 | 5,05 | 7,59 | 8,05 | 9,56 | 9,18 | 7,95 | 4,39 | 6,23 |
| **Média** | | 8,59 | 8,18 | 8,20 | 8,06 | 8,56 | 8,94 | 9,15 | 9,18 | 8,57 | 7,19 | 8,46 |

**Tabela 161**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 14,09 | 12,86 | 11,74 | 10,72 | 9,79 | 8,94 | 8,16 | 7,45 | 6,81 | 6,21 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 13,54 | 12,31 | 11,19 | 10,17 | 9,24 | 8,40 | 7,64 | 6,94 | 6,31 | 5,74 |
| 57400000 | Itaici | 13,71 | 12,48 | 11,36 | 10,34 | 9,41 | 8,57 | 7,80 | 7,10 | 6,46 | 5,88 |
| 57420000 | Ibitirama | 12,99 | 11,75 | 10,63 | 9,62 | 8,70 | 7,87 | 7,12 | 6,44 | 5,83 | 5,27 |
| 57450000 | Rive | 13,53 | 12,29 | 11,17 | 10,16 | 9,23 | 8,39 | 7,62 | 6,93 | 6,30 | 5,72 |
| 57490000 | Castelo | 14,11 | 12,89 | 11,77 | 10,75 | 9,82 | 8,97 | 8,19 | 7,48 | 6,83 | 6,24 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 14,10 | 12,87 | 11,76 | 10,73 | 9,80 | 8,95 | 8,17 | 7,46 | 6,82 | 6,22 |
| 57555000 | Coutinho | 13,74 | 12,51 | 11,39 | 10,37 | 9,44 | 8,60 | 7,83 | 7,13 | 6,49 | 5,91 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 13,85 | 12,62 | 11,50 | 10,48 | 9,55 | 8,70 | 7,93 | 7,23 | 6,59 | 6,00 |

**Tabela 162**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 363,9 | 349,7 | 336,9 | 326,5 | 333,2 | 336,1 | 343,6 | 334,6 | 347,7 | 389,3 | 346,2 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 88,34 | 83,71 | 78,84 | 71,97 | 66,86 | 61,67 | 57,16 | 54,58 | 51,06 | 52,67 | 66,69 |
| 57400000 | Itaici | 10,55 | 9,45 | 6,15 | 5,47 | 3,09 | 1,55 | 1,63 | 0,27 | 1,25 | 8,63 | 4,80 |
| 57420000 | Ibitirama | 97,76 | 101,5 | 101,7 | 104,1 | 103,1 | 104,2 | 105,6 | 108,5 | 116,6 | 122,9 | 106,6 |
| 57450000 | Rive | 50,27 | 51,02 | 51,88 | 52,76 | 53,85 | 54,87 | 55,67 | 56,14 | 55,65 | 53,84 | 53,59 |
| 57490000 | Castelo | 51,93 | 52,00 | 50,96 | 49,44 | 46,77 | 42,06 | 42,67 | 41,65 | 50,14 | 61,93 | 48,96 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 7,92 | 8,95 | 9,36 | 11,85 | 14,29 | 15,57 | 15,05 | 16,09 | 15,42 | 9,30 | 12,38 |
| 57555000 | Coutinho | 71,96 | 71,90 | 72,28 | 73,00 | 72,86 | 73,08 | 72,91 | 72,05 | 71,09 | 69,16 | 72,03 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 73,11 | 73,04 | 73,44 | 73,67 | 74,40 | 74,55 | 74,99 | 74,91 | 74,59 | 73,63 | 74,03 |
| **Média** | | 90,64 | 89,04 | 86,83 | 85,43 | 85,38 | 84,85 | 85,48 | 84,31 | 87,05 | 93,48 | 87,25 |

**Tabela 163**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,33 | 3,05 | 2,79 | 2,55 | 2,33 | 2,13 | 1,95 | 1,78 | 1,63 | 1,49 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,08 | 6,48 | 5,93 | 5,43 | 4,97 | 4,55 | 4,16 | 3,81 | 3,48 | 3,19 |
| 57400000 | Itaici | 11,44 | 10,47 | 9,59 | 8,78 | 8,04 | 7,36 | 6,74 | 6,17 | 5,65 | 5,17 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,43 | 4,96 | 4,54 | 4,16 | 3,80 | 3,48 | 3,18 | 2,91 | 2,66 | 2,44 |
| 57450000 | Rive | 26,51 | 24,29 | 22,25 | 20,39 | 18,68 | 17,11 | 15,68 | 14,37 | 13,16 | 12,06 |
| 57490000 | Castelo | 10,41 | 9,53 | 8,73 | 7,99 | 7,32 | 6,70 | 6,13 | 5,61 | 5,14 | 4,70 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 16,53 | 15,14 | 13,86 | 12,70 | 11,63 | 10,65 | 9,75 | 8,93 | 8,18 | 7,49 |
| 57555000 | Coutinho | 43,60 | 39,96 | 36,63 | 33,58 | 30,78 | 28,21 | 25,86 | 23,70 | 21,73 | 19,91 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 55,30 | 50,70 | 46,48 | 42,62 | 39,07 | 35,82 | 32,84 | 30,11 | 27,60 | 25,31 |

**Tabela 164**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 9,73 | 6,53 | 3,66 | 1,36 | 3,12 | 3,97 | 5,94 | 3,95 | 7,26 | 17,41 | 6,29 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 1,52 | 3,28 | 5,21 | 8,23 | 10,35 | 12,55 | 14,41 | 15,24 | 16,60 | 15,14 | 10,25 |
| 57400000 | Itaici | 7,77 | 8,15 | 10,41 | 10,46 | 11,97 | 12,78 | 12,20 | 12,87 | 11,51 | 4,51 | 10,26 |
| 57420000 | Ibitirama | 17,39 | 14,86 | 13,82 | 11,77 | 11,23 | 9,72 | 8,08 | 5,72 | 0,95 | 3,10 | 9,66 |
| 57450000 | Rive | 2,54 | 3,24 | 4,18 | 5,17 | 6,60 | 7,94 | 8,83 | 9,07 | 7,30 | 2,74 | 5,76 |
| 57490000 | Castelo | 12,11 | 12,43 | 11,93 | 11,07 | 9,34 | 6,09 | 6,80 | 6,30 | 12,93 | 22,10 | 11,11 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 7,95 | 7,04 | 6,88 | 4,25 | 1,66 | 0,43 | 1,35 | 0,40 | 1,50 | 9,17 | 4,06 |
| 57555000 | Coutinho | 11,02 | 10,26 | 10,87 | 12,58 | 11,56 | 11,67 | 10,52 | 7,05 | 3,22 | 3,94 | 9,27 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 7,38 | 8,34 | 7,36 | 7,08 | 4,75 | 4,76 | 3,57 | 4,54 | 6,50 | 11,19 | 6,55 |
| **Média** | | 8,60 | 8,24 | 8,26 | 8,00 | 7,84 | 7,77 | 7,97 | 7,24 | 7,53 | 9,92 | 8,13 |

**Tabela 165**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 11,99 | 10,89 | 9,90 | 8,99 | 8,17 | 7,42 | 6,74 | 6,12 | 5,56 | 5,05 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 9,76 | 8,93 | 8,17 | 7,47 | 6,84 | 6,25 | 5,72 | 5,23 | 4,79 | 4,38 |
| 57400000 | Itaici | 11,18 | 10,18 | 9,27 | 8,44 | 7,69 | 7,00 | 6,37 | 5,80 | 5,29 | 4,81 |
| 57420000 | Ibitirama | 24,34 | 21,59 | 19,16 | 17,00 | 15,08 | 13,38 | 11,87 | 10,54 | 9,35 | 8,29 |
| 57450000 | Rive | 16,10 | 14,48 | 13,03 | 11,72 | 10,54 | 9,48 | 8,53 | 7,67 | 6,90 | 6,21 |
| 57490000 | Castelo | 14,36 | 12,97 | 11,71 | 10,57 | 9,55 | 8,62 | 7,79 | 7,03 | 6,35 | 5,73 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,12 | 13,63 | 12,29 | 11,08 | 9,99 | 9,00 | 8,12 | 7,32 | 6,60 | 5,95 |
| 57555000 | Coutinho | 16,82 | 15,11 | 13,57 | 12,19 | 10,95 | 9,84 | 8,84 | 7,94 | 7,13 | 6,40 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 15,81 | 14,23 | 12,81 | 11,53 | 10,38 | 9,34 | 8,41 | 7,57 | 6,81 | 6,13 |

**Tabela 166**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 294,9 | 280,9 | 268,1 | 257,6 | 261,4 | 261,9 | 266,4 | 257,1 | 266,0 | 298,0 | 271,2 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 35,80 | 33,31 | 30,59 | 26,37 | 23,39 | 20,31 | 17,70 | 16,50 | 14,57 | 16,52 | 23,51 |
| 57400000 | Itaici | 9,85 | 10,71 | 13,37 | 13,89 | 15,80 | 17,02 | 16,92 | 18,00 | 17,16 | 11,10 | 14,38 |
| 57420000 | Ibitirama | 270,6 | 270,4 | 263,5 | 260,9 | 252,2 | 247,3 | 242,9 | 241,1 | 247,5 | 250,8 | 254,7 |
| 57450000 | Rive | 40,82 | 42,31 | 43,91 | 45,50 | 47,29 | 48,99 | 50,40 | 51,43 | 51,38 | 49,91 | 47,19 |
| 57490000 | Castelo | 54,58 | 52,92 | 50,17 | 46,99 | 42,74 | 36,61 | 35,66 | 33,18 | 39,57 | 48,85 | 44,13 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 1,22 | 3,58 | 5,24 | 9,02 | 12,67 | 15,08 | 15,65 | 17,75 | 18,15 | 13,35 | 11,17 |
| 57555000 | Coutinho | 65,68 | 66,07 | 66,98 | 68,26 | 68,53 | 69,20 | 69,42 | 68,87 | 68,24 | 66,57 | 67,78 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 69,30 | 69,59 | 70,41 | 71,02 | 72,17 | 72,67 | 73,47 | 73,71 | 73,71 | 73,05 | 71,91 |
| **Média** | | 93,63 | 92,19 | 90,26 | 88,84 | 88,46 | 87,68 | 87,61 | 86,40 | 88,48 | 92,01 | 89,55 |

**Tabela 167**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 6,37 | 5,78 | 5,24 | 4,75 | 4,31 | 3,90 | 3,54 | 3,21 | 2,91 | 2,64 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 12,75 | 11,61 | 10,57 | 9,62 | 8,75 | 7,97 | 7,25 | 6,60 | 6,01 | 5,47 |
| 57400000 | Itaici | 12,82 | 11,67 | 10,63 | 9,67 | 8,81 | 8,02 | 7,30 | 6,64 | 6,05 | 5,50 |
| 57420000 | Ibitirama | 3,07 | 2,77 | 2,50 | 2,26 | 2,04 | 1,84 | 1,66 | 1,50 | 1,35 | 1,22 |
| 57450000 | Rive | 15,80 | 14,40 | 13,13 | 11,97 | 10,91 | 9,94 | 9,06 | 8,26 | 7,53 | 6,86 |
| 57490000 | Castelo | 15,61 | 14,23 | 12,97 | 11,82 | 10,77 | 9,82 | 8,95 | 8,15 | 7,43 | 6,77 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 21,12 | 19,28 | 17,60 | 16,07 | 14,67 | 13,40 | 12,23 | 11,17 | 10,20 | 9,31 |
| 57555000 | Coutinho | 28,43 | 26,00 | 23,78 | 21,75 | 19,89 | 18,19 | 16,64 | 15,22 | 13,92 | 12,73 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 40,69 | 37,30 | 34,18 | 31,33 | 28,72 | 26,32 | 24,12 | 22,11 | 20,26 | 18,57 |

**Tabela 168**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 109,9 | 102,1 | 94,90 | 88,91 | 90,51 | 90,40 | 92,31 | 87,05 | 91,33 | 107,6 | 95,50 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 77,34 | 73,24 | 68,88 | 62,63 | 58,03 | 53,33 | 49,27 | 47,03 | 43,89 | 45,63 | 57,93 |
| 57400000 | Itaici | 3,42 | 2,40 | 0,68 | 1,31 | 3,53 | 4,96 | 4,88 | 6,14 | 5,22 | 1,69 | 3,42 |
| 57420000 | Ibitirama | 53,25 | 52,46 | 52,53 | 52,05 | 52,41 | 52,25 | 52,03 | 51,46 | 49,69 | 48,33 | 51,65 |
| 57450000 | Rive | 41,90 | 42,61 | 43,47 | 44,35 | 45,47 | 46,53 | 47,33 | 47,74 | 47,00 | 44,68 | 45,11 |
| 57490000 | Castelo | 68,04 | 67,78 | 66,28 | 64,26 | 60,98 | 55,50 | 55,83 | 54,40 | 63,31 | 75,77 | 63,22 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 37,94 | 36,36 | 35,72 | 31,98 | 28,30 | 26,35 | 27,12 | 25,53 | 26,51 | 35,65 | 31,15 |
| 57555000 | Coutinho | 41,98 | 41,61 | 42,14 | 43,37 | 42,84 | 43,04 | 42,42 | 40,32 | 38,00 | 33,56 | 40,93 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 20,98 | 20,31 | 21,04 | 21,28 | 23,01 | 23,03 | 23,92 | 23,23 | 21,82 | 18,40 | 21,70 |
| **Média** | | 50,53 | 48,76 | 47,29 | 45,57 | 45,01 | 43,93 | 43,90 | 42,55 | 42,97 | 45,70 | 45,62 |

**Tabela 169**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,65 | 2,42 | 2,21 | 2,01 | 1,84 | 1,67 | 1,53 | 1,39 | 1,27 | 1,16 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 8,23 | 7,48 | 6,80 | 6,18 | 5,61 | 5,10 | 4,64 | 4,21 | 3,83 | 3,48 |
| 57400000 | Itaici | 12,87 | 11,72 | 10,66 | 9,71 | 8,84 | 8,04 | 7,32 | 6,66 | 6,07 | 5,52 |
| 57420000 | Ibitirama | 6,34 | 5,73 | 5,19 | 4,69 | 4,24 | 3,83 | 3,47 | 3,14 | 2,83 | 2,56 |
| 57450000 | Rive | 26,43 | 24,04 | 21,86 | 19,88 | 18,08 | 16,44 | 14,95 | 13,59 | 12,36 | 11,24 |
| 57490000 | Castelo | 10,62 | 9,70 | 8,86 | 8,09 | 7,38 | 6,74 | 6,16 | 5,62 | 5,13 | 4,69 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,15 | 13,83 | 12,63 | 11,54 | 10,54 | 9,62 | 8,79 | 8,03 | 7,33 | 6,69 |
| 57555000 | Coutinho | 46,32 | 42,22 | 38,48 | 35,06 | 31,96 | 29,12 | 26,54 | 24,19 | 22,04 | 20,09 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 49,39 | 45,05 | 41,10 | 37,49 | 34,19 | 31,19 | 28,45 | 25,96 | 23,68 | 21,60 |

**Tabela 170**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 12,57 | 15,36 | 17,87 | 19,91 | 18,75 | 18,30 | 16,99 | 18,78 | 16,42 | 8,77 | 16,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 14,50 | 11,65 | 8,66 | 4,45 | 1,32 | 1,86 | 4,63 | 6,22 | 8,38 | 7,43 | 6,91 |
| 57400000 | Itaici | 3,80 | 2,77 | 0,33 | 0,97 | 3,20 | 4,64 | 4,56 | 5,84 | 4,92 | 2,01 | 3,30 |
| 57420000 | Ibitirama | 3,43 | 1,63 | 1,60 | 0,44 | 1,00 | 0,50 | 0,13 | 1,50 | 5,39 | 8,42 | 2,40 |
| 57450000 | Rive | 2,82 | 4,24 | 5,88 | 7,55 | 9,62 | 11,58 | 13,09 | 13,97 | 12,95 | 9,35 | 9,10 |
| 57490000 | Castelo | 14,33 | 14,37 | 13,57 | 12,41 | 10,38 | 6,83 | 7,26 | 6,48 | 12,84 | 21,69 | 12,02 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 1,06 | 2,17 | 2,59 | 5,25 | 7,87 | 9,24 | 8,67 | 9,78 | 9,05 | 2,45 | 5,81 |
| 57555000 | Coutinho | 5,46 | 5,19 | 6,39 | 8,70 | 8,17 | 8,81 | 8,16 | 5,14 | 1,80 | 4,86 | 6,27 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 4,10 | 3,74 | 5,08 | 5,81 | 8,32 | 8,77 | 10,26 | 9,88 | 8,65 | 5,11 | 6,97 |
| **Média** | | 6,90 | 6,79 | 6,88 | 7,28 | 7,63 | 7,84 | 8,19 | 8,62 | 8,93 | 7,79 | 7,68 |

**Tabela 171**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,41 | 3,09 | 2,80 | 2,54 | 2,30 | 2,08 | 1,89 | 1,71 | 1,55 | 1,41 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,06 | 6,44 | 5,88 | 5,36 | 4,89 | 4,46 | 4,07 | 3,72 | 3,39 | 3,09 |
| 57400000 | Itaici | 11,37 | 10,39 | 9,49 | 8,67 | 7,92 | 7,23 | 6,60 | 6,03 | 5,51 | 5,03 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,56 | 5,04 | 4,56 | 4,14 | 3,75 | 3,40 | 3,08 | 2,79 | 2,53 | 2,30 |
| 57450000 | Rive | 27,06 | 24,58 | 22,33 | 20,28 | 18,42 | 16,74 | 15,20 | 13,81 | 12,54 | 11,39 |
| 57490000 | Castelo | 10,30 | 9,42 | 8,61 | 7,88 | 7,20 | 6,59 | 6,03 | 5,51 | 5,04 | 4,61 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 16,60 | 15,13 | 13,79 | 12,57 | 11,46 | 10,44 | 9,52 | 8,68 | 7,91 | 7,21 |
| 57555000 | Coutinho | 43,70 | 39,88 | 36,40 | 33,23 | 30,33 | 27,68 | 25,27 | 23,06 | 21,05 | 19,21 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 56,50 | 51,35 | 46,66 | 42,41 | 38,54 | 35,02 | 31,83 | 28,92 | 26,29 | 23,89 |

**Tabela 172**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 12,22 | 7,97 | 4,12 | 0,90 | 1,72 | 1,64 | 2,63 | 0,20 | 2,05 | 10,70 | 4,41 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 1,79 | 3,85 | 6,05 | 9,32 | 11,68 | 14,10 | 16,19 | 17,25 | 18,83 | 17,66 | 11,67 |
| 57400000 | Itaici | 8,30 | 8,89 | 11,34 | 11,60 | 13,29 | 14,29 | 13,92 | 14,77 | 13,64 | 7,03 | 11,71 |
| 57420000 | Ibitirama | 15,41 | 13,62 | 13,38 | 12,15 | 12,43 | 11,77 | 11,00 | 9,55 | 5,86 | 2,92 | 10,81 |
| 57450000 | Rive | 0,50 | 2,06 | 3,85 | 5,66 | 7,88 | 9,97 | 11,61 | 12,60 | 11,66 | 8,11 | 7,39 |
| 57490000 | Castelo | 10,82 | 11,04 | 10,43 | 9,47 | 7,67 | 4,37 | 4,96 | 4,37 | 10,78 | 19,65 | 9,36 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,44 | 7,02 | 6,34 | 3,24 | 0,19 | 1,50 | 1,06 | 2,46 | 1,86 | 5,05 | 3,72 |
| 57555000 | Coutinho | 10,82 | 10,44 | 11,43 | 13,49 | 12,85 | 13,33 | 12,57 | 9,56 | 6,23 | 0,27 | 10,10 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 9,71 | 9,72 | 7,78 | 6,55 | 3,32 | 2,43 | 0,38 | 0,43 | 1,42 | 4,96 | 4,67 |
| **Média** | | 8,67 | 8,29 | 8,30 | 8,04 | 7,89 | 8,15 | 8,26 | 7,91 | 8,04 | 8,48 | 8,20 |

**Tabela 173**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,07 | 2,79 | 2,53 | 2,29 | 2,08 | 1,89 | 1,71 | 1,55 | 1,41 | 1,28 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,55 | 6,88 | 6,27 | 5,71 | 5,20 | 4,74 | 4,32 | 3,94 | 3,59 | 3,27 |
| 57400000 | Itaici | 12,15 | 11,08 | 10,10 | 9,21 | 8,39 | 7,65 | 6,97 | 6,36 | 5,80 | 5,28 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,54 | 5,04 | 4,59 | 4,18 | 3,80 | 3,46 | 3,15 | 2,86 | 2,61 | 2,37 |
| 57450000 | Rive | 26,15 | 23,81 | 21,68 | 19,74 | 17,97 | 16,36 | 14,90 | 13,56 | 12,35 | 11,24 |
| 57490000 | Castelo | 10,88 | 9,91 | 9,03 | 8,23 | 7,50 | 6,83 | 6,22 | 5,67 | 5,17 | 4,71 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 16,35 | 14,88 | 13,55 | 12,33 | 11,22 | 10,22 | 9,30 | 8,46 | 7,70 | 7,01 |
| 57555000 | Coutinho | 45,14 | 41,17 | 37,55 | 34,25 | 31,24 | 28,49 | 25,98 | 23,70 | 21,61 | 19,71 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 52,97 | 48,23 | 43,91 | 39,97 | 36,39 | 33,13 | 30,16 | 27,46 | 25,00 | 22,76 |

**Tabela 174**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,20 | 2,54 | 5,92 | 8,74 | 7,89 | 7,87 | 6,88 | 9,36 | 7,21 | 0,75 | 5,84 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 4,94 | 2,62 | 0,15 | 3,45 | 6,08 | 8,77 | 11,09 | 12,33 | 14,10 | 12,97 | 7,65 |
| 57400000 | Itaici | 2,00 | 2,82 | 5,62 | 6,08 | 8,07 | 9,30 | 9,09 | 10,18 | 9,16 | 2,40 | 6,47 |
| 57420000 | Ibitirama | 15,65 | 13,53 | 12,95 | 11,36 | 11,29 | 10,26 | 9,12 | 7,28 | 3,12 | 0,31 | 9,49 |
| 57450000 | Rive | 3,88 | 5,16 | 6,67 | 8,21 | 10,15 | 11,99 | 13,39 | 14,15 | 13,03 | 9,32 | 9,59 |
| 57490000 | Castelo | 17,10 | 16,88 | 15,81 | 14,37 | 12,06 | 8,21 | 8,41 | 7,39 | 13,55 | 22,18 | 13,60 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 6,81 | 5,26 | 4,45 | 1,26 | 1,86 | 3,65 | 3,36 | 4,86 | 4,41 | 2,18 | 3,81 |
| 57555000 | Coutinho | 7,88 | 7,55 | 8,64 | 10,83 | 10,24 | 10,80 | 10,09 | 7,07 | 3,72 | 2,89 | 7,97 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 2,86 | 3,05 | 1,41 | 0,43 | 2,44 | 3,11 | 4,88 | 4,66 | 3,55 | 0,00 | 2,64 |
| **Média** | | 6,92 | 6,60 | 6,85 | 7,19 | 7,79 | 8,22 | 8,48 | 8,58 | 7,98 | 5,89 | 7,45 |

**Tabela 175**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,93 | 2,67 | 2,43 | 2,21 | 2,00 | 1,82 | 1,66 | 1,51 | 1,37 | 1,25 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,60 | 6,92 | 6,30 | 5,74 | 5,23 | 4,77 | 4,34 | 3,96 | 3,60 | 3,28 |
| 57400000 | Itaici | 11,85 | 10,81 | 9,87 | 9,00 | 8,22 | 7,50 | 6,84 | 6,25 | 5,70 | 5,20 |
| 57420000 | Ibitirama | 6,51 | 5,88 | 5,32 | 4,80 | 4,34 | 3,92 | 3,54 | 3,20 | 2,89 | 2,61 |
| 57450000 | Rive | 28,01 | 25,42 | 23,08 | 20,95 | 19,01 | 17,26 | 15,67 | 14,22 | 12,91 | 11,72 |
| 57490000 | Castelo | 9,74 | 8,92 | 8,17 | 7,48 | 6,85 | 6,27 | 5,74 | 5,26 | 4,81 | 4,41 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,24 | 13,91 | 12,70 | 11,60 | 10,59 | 9,67 | 8,83 | 8,06 | 7,36 | 6,72 |
| 57555000 | Coutinho | 44,98 | 41,03 | 37,43 | 34,15 | 31,15 | 28,41 | 25,92 | 23,64 | 21,57 | 19,67 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 53,98 | 49,10 | 44,66 | 40,63 | 36,96 | 33,62 | 30,58 | 27,82 | 25,30 | 23,02 |

**Tabela 176**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Equação Empírica, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,34 | 6,72 | 9,77 | 12,29 | 11,30 | 11,10 | 9,95 | 12,17 | 9,90 | 1,97 | 8,85 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 5,64 | 3,27 | 0,76 | 2,89 | 5,57 | 8,30 | 10,66 | 11,93 | 13,74 | 12,62 | 7,54 |
| 57400000 | Itaici | 4,48 | 5,17 | 7,80 | 8,14 | 9,98 | 11,09 | 10,78 | 11,74 | 10,64 | 3,89 | 8,37 |
| 57420000 | Ibitirama | 0,85 | 0,91 | 0,86 | 1,97 | 1,31 | 1,74 | 2,29 | 3,61 | 7,48 | 10,48 | 3,15 |
| 57450000 | Rive | 2,97 | 1,28 | 0,64 | 2,58 | 4,93 | 7,16 | 8,92 | 10,00 | 9,10 | 5,51 | 5,31 |
| 57490000 | Castelo | 4,86 | 5,19 | 4,74 | 3,95 | 2,35 | 0,67 | 0,01 | 0,45 | 5,78 | 14,39 | 4,24 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0,48 | 1,61 | 2,06 | 4,75 | 7,40 | 8,79 | 8,23 | 9,37 | 8,65 | 2,04 | 5,34 |
| 57555000 | Coutinho | 8,19 | 7,85 | 8,93 | 11,10 | 10,50 | 11,04 | 10,32 | 7,29 | 3,93 | 2,68 | 8,18 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 4,81 | 4,92 | 3,16 | 2,08 | 0,92 | 1,68 | 3,56 | 3,41 | 2,37 | 1,13 | 2,80 |
| **Média** | | 3,96 | 4,10 | 4,30 | 5,53 | 6,03 | 6,84 | 7,19 | 7,77 | 7,96 | 6,08 | 5,98 |

**Tabela 177**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,30 | 2,94 | 2,65 | 2,40 | 2,20 | 2,02 | 1,87 | 1,74 | 1,62 | 1,52 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 8,17 | 7,28 | 6,55 | 5,95 | 5,44 | 5,00 | 4,63 | 4,30 | 4,01 | 3,76 |
| 57400000 | Itaici | 13,28 | 11,83 | 10,65 | 9,67 | 8,84 | 8,13 | 7,52 | 6,99 | 6,52 | 6,11 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,25 | 4,68 | 4,21 | 3,82 | 3,50 | 3,22 | 2,97 | 2,76 | 2,58 | 2,42 |
| 57450000 | Rive | 24,95 | 22,24 | 20,01 | 18,17 | 16,61 | 15,28 | 14,13 | 13,13 | 12,25 | 11,48 |
| 57490000 | Castelo | 12,62 | 11,25 | 10,12 | 9,19 | 8,40 | 7,73 | 7,15 | 6,64 | 6,20 | 5,81 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 17,66 | 15,74 | 14,16 | 12,86 | 11,75 | 10,81 | 10,00 | 9,29 | 8,67 | 8,12 |
| 57555000 | Coutinho | 45,96 | 40,96 | 36,86 | 33,46 | 30,59 | 28,14 | 26,03 | 24,19 | 22,57 | 21,14 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 50,64 | 45,13 | 40,62 | 36,87 | 33,70 | 31,01 | 28,68 | 26,65 | 24,87 | 23,29 |

**Tabela 178**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 8,71 | 2,83 | 1,52 | 4,43 | 2,80 | 1,43 | 1,57 | 1,27 | 6,62 | 19,53 | 5,07 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 13,67 | 8,70 | 4,77 | 0,61 | 1,81 | 3,72 | 4,77 | 4,24 | 3,93 | 0,05 | 4,63 |
| 57400000 | Itaici | 7,10 | 3,81 | 0,45 | 1,37 | 3,17 | 3,60 | 1,97 | 1,26 | 2,22 | 12,84 | 3,78 |
| 57420000 | Ibitirama | 20,01 | 19,71 | 20,05 | 18,81 | 18,37 | 16,53 | 14,09 | 10,51 | 4,11 | 2,19 | 14,44 |
| 57450000 | Rive | 8,26 | 11,41 | 13,82 | 15,51 | 16,96 | 17,82 | 17,85 | 16,89 | 13,71 | 7,44 | 13,97 |
| 57490000 | Castelo | 35,87 | 32,63 | 29,82 | 27,72 | 25,57 | 22,43 | 24,51 | 25,79 | 36,23 | 50,70 | 31,13 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,36 | 11,30 | 9,21 | 5,58 | 2,78 | 1,98 | 3,94 | 4,47 | 7,61 | 18,38 | 8,06 |
| 57555000 | Coutinho | 6,20 | 8,03 | 10,31 | 12,88 | 12,10 | 11,89 | 9,94 | 5,15 | 0,54 | 10,34 | 8,74 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 1,67 | 3,58 | 6,19 | 7,37 | 9,64 | 9,32 | 9,56 | 7,47 | 4,06 | 2,34 | 6,12 |
| **Média** | | 12,98 | 11,33 | 10,68 | 10,47 | 10,36 | 9,86 | 9,80 | 8,56 | 8,78 | 13,76 | 10,66 |

**Tabela 179**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,99 | 2,66 | 2,40 | 2,18 | 1,99 | 1,83 | 1,69 | 1,57 | 1,47 | 1,37 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 8,32 | 7,41 | 6,67 | 6,06 | 5,54 | 5,09 | 4,71 | 4,38 | 4,08 | 3,83 |
| 57400000 | Itaici | 13,23 | 11,79 | 10,61 | 9,63 | 8,80 | 8,10 | 7,49 | 6,96 | 6,50 | 6,08 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,89 | 5,25 | 4,72 | 4,29 | 3,92 | 3,61 | 3,34 | 3,10 | 2,89 | 2,71 |
| 57450000 | Rive | 26,01 | 23,18 | 20,86 | 18,94 | 17,31 | 15,93 | 14,73 | 13,69 | 12,77 | 11,96 |
| 57490000 | Castelo | 11,67 | 10,40 | 9,36 | 8,50 | 7,77 | 7,14 | 6,61 | 6,14 | 5,73 | 5,37 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 16,48 | 14,68 | 13,22 | 12,00 | 10,97 | 10,09 | 9,33 | 8,67 | 8,09 | 7,58 |
| 57555000 | Coutinho | 46,60 | 41,52 | 37,37 | 33,92 | 31,01 | 28,53 | 26,39 | 24,52 | 22,88 | 21,43 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 50,44 | 44,95 | 40,46 | 36,72 | 33,57 | 30,88 | 28,56 | 26,54 | 24,77 | 23,20 |

**Tabela 180**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 1,54 | 6,87 | 10,81 | 13,44 | 11,97 | 10,73 | 8,01 | 8,28 | 3,43 | 8,26 | 8,33 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 15,70 | 10,64 | 6,65 | 2,41 | 0,06 | 2,00 | 3,07 | 2,53 | 2,22 | 1,84 | 4,71 |
| 57400000 | Itaici | 6,68 | 3,40 | 0,84 | 1,75 | 3,55 | 3,98 | 2,35 | 1,65 | 1,82 | 12,40 | 3,84 |
| 57420000 | Ibitirama | 10,30 | 9,96 | 10,35 | 8,95 | 8,46 | 6,40 | 3,66 | 0,36 | 7,53 | 14,60 | 8,06 |
| 57450000 | Rive | 4,37 | 7,66 | 10,17 | 11,92 | 13,44 | 14,33 | 14,36 | 13,37 | 10,05 | 3,52 | 10,32 |
| 57490000 | Castelo | 25,61 | 22,62 | 20,02 | 18,08 | 16,09 | 13,19 | 15,11 | 16,30 | 25,95 | 39,32 | 21,23 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 7,64 | 3,85 | 1,91 | 1,48 | 4,10 | 4,84 | 3,01 | 2,52 | 0,42 | 10,46 | 4,02 |
| 57555000 | Coutinho | 4,90 | 6,76 | 9,07 | 11,68 | 10,88 | 10,67 | 8,69 | 3,84 | 1,93 | 11,86 | 8,03 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 2,05 | 3,96 | 6,56 | 7,73 | 9,99 | 9,68 | 9,92 | 7,84 | 4,43 | 1,94 | 6,41 |
| **Média** | | 8,76 | 8,41 | 8,49 | 8,60 | 8,73 | 8,42 | 7,58 | 6,30 | 6,42 | 11,58 | 8,33 |

**Tabela 181**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 14,07 | 12,54 | 11,28 | 10,24 | 9,36 | 8,61 | 7,97 | 7,40 | 6,91 | 6,47 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 14,33 | 12,76 | 11,49 | 10,43 | 9,53 | 8,77 | 8,11 | 7,54 | 7,03 | 6,59 |
| 57400000 | Itaici | 14,25 | 12,69 | 11,43 | 10,37 | 9,48 | 8,72 | 8,07 | 7,50 | 7,00 | 6,55 |
| 57420000 | Ibitirama | 14,60 | 13,01 | 11,71 | 10,63 | 9,72 | 8,94 | 8,27 | 7,68 | 7,17 | 6,72 |
| 57450000 | Rive | 14,33 | 12,77 | 11,49 | 10,43 | 9,54 | 8,77 | 8,12 | 7,54 | 7,04 | 6,59 |
| 57490000 | Castelo | 14,06 | 12,53 | 11,27 | 10,23 | 9,36 | 8,61 | 7,96 | 7,40 | 6,90 | 6,47 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 14,06 | 12,53 | 11,28 | 10,24 | 9,36 | 8,61 | 7,96 | 7,40 | 6,91 | 6,47 |
| 57555000 | Coutinho | 14,23 | 12,68 | 11,41 | 10,36 | 9,47 | 8,71 | 8,06 | 7,49 | 6,99 | 6,54 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 14,18 | 12,64 | 11,37 | 10,32 | 9,44 | 8,68 | 8,03 | 7,46 | 6,96 | 6,52 |

**Tabela 182**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com densidade de drenagem como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 363,4 | 338,4 | 319,8 | 307,4 | 314,3 | 320,2 | 333,0 | 331,7 | 354,5 | 409,5 | 339,2 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 99,24 | 90,52 | 83,64 | 76,34 | 72,10 | 68,75 | 66,91 | 67,84 | 68,38 | 75,37 | 76,91 |
| 57400000 | Itaici | 14,88 | 11,35 | 6,78 | 5,80 | 3,86 | 3,40 | 5,15 | 5,91 | 9,64 | 21,04 | 8,78 |
| 57420000 | Ibitirama | 122,3 | 123,2 | 122,2 | 125,7 | 126,9 | 132,0 | 138,8 | 148,8 | 166,5 | 184,0 | 139,0 |
| 57450000 | Rive | 47,31 | 49,12 | 50,51 | 51,47 | 52,31 | 52,80 | 52,82 | 52,27 | 50,44 | 46,84 | 50,59 |
| 57490000 | Castelo | 51,31 | 47,71 | 44,58 | 42,24 | 39,84 | 36,34 | 38,66 | 40,09 | 51,72 | 67,83 | 46,03 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 8,14 | 11,37 | 13,03 | 15,92 | 18,16 | 18,79 | 17,23 | 16,81 | 14,30 | 5,73 | 13,95 |
| 57555000 | Coutinho | 70,96 | 71,53 | 72,23 | 73,03 | 72,79 | 72,72 | 72,12 | 70,64 | 68,87 | 65,84 | 71,07 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 72,47 | 73,00 | 73,73 | 74,06 | 74,70 | 74,61 | 74,68 | 74,09 | 73,14 | 71,35 | 73,58 |
| **Média** | | 94,45 | 90,68 | 87,39 | 85,77 | 86,11 | 86,62 | 88,81 | 89,79 | 95,28 | 105,3 | 91,01 |

**Tabela 183**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,51 | 3,13 | 2,81 | 2,55 | 2,33 | 2,15 | 1,99 | 1,85 | 1,72 | 1,61 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,38 | 6,58 | 5,92 | 5,37 | 4,91 | 4,52 | 4,18 | 3,88 | 3,62 | 3,40 |
| 57400000 | Itaici | 11,85 | 10,56 | 9,50 | 8,62 | 7,88 | 7,25 | 6,71 | 6,23 | 5,82 | 5,45 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,68 | 5,06 | 4,55 | 4,13 | 3,78 | 3,47 | 3,21 | 2,99 | 2,79 | 2,61 |
| 57450000 | Rive | 27,16 | 24,20 | 21,78 | 19,77 | 18,08 | 16,63 | 15,38 | 14,29 | 13,34 | 12,49 |
| 57490000 | Castelo | 10,80 | 9,63 | 8,66 | 7,86 | 7,19 | 6,61 | 6,12 | 5,68 | 5,30 | 4,97 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 17,04 | 15,18 | 13,66 | 12,40 | 11,34 | 10,43 | 9,65 | 8,97 | 8,37 | 7,84 |
| 57555000 | Coutinho | 44,38 | 39,54 | 35,59 | 32,31 | 29,53 | 27,17 | 25,13 | 23,35 | 21,79 | 20,41 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 56,11 | 50,00 | 45,00 | 40,85 | 37,35 | 34,35 | 31,77 | 29,53 | 27,55 | 25,81 |

**Tabela 184**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com perímetro como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 15,52 | 9,27 | 4,65 | 1,56 | 3,29 | 4,75 | 7,94 | 7,61 | 13,30 | 27,02 | 9,49 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 2,66 | 1,83 | 5,37 | 9,13 | 11,32 | 13,05 | 13,99 | 13,52 | 13,24 | 9,64 | 9,38 |
| 57400000 | Itaici | 4,46 | 7,40 | 11,20 | 12,01 | 13,62 | 14,01 | 12,55 | 11,92 | 8,82 | 0,66 | 9,66 |
| 57420000 | Ibitirama | 13,58 | 13,25 | 13,63 | 12,28 | 11,81 | 9,82 | 7,19 | 3,31 | 3,60 | 10,41 | 9,89 |
| 57450000 | Rive | 0,15 | 3,59 | 6,21 | 8,04 | 9,62 | 10,56 | 10,59 | 9,55 | 6,09 | 0,74 | 6,51 |
| 57490000 | Castelo | 16,27 | 13,50 | 11,10 | 9,30 | 7,46 | 4,77 | 6,55 | 7,65 | 16,58 | 28,96 | 12,22 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 11,28 | 7,37 | 5,35 | 1,85 | 0,85 | 1,62 | 0,27 | 0,78 | 3,81 | 14,20 | 4,74 |
| 57555000 | Coutinho | 9,44 | 11,20 | 13,40 | 15,89 | 15,13 | 14,93 | 13,05 | 8,43 | 2,93 | 6,53 | 11,09 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 8,96 | 6,84 | 3,95 | 2,64 | 0,12 | 0,48 | 0,21 | 2,52 | 6,31 | 13,39 | 4,54 |
| **Média** | | 9,15 | 8,25 | 8,32 | 8,08 | 8,14 | 8,22 | 8,04 | 7,25 | 8,30 | 12,39 | 8,61 |

**Tabela 185**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 12,15 | 10,82 | 9,74 | 8,84 | 8,08 | 7,44 | 6,88 | 6,39 | 5,96 | 5,59 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 9,43 | 8,40 | 7,56 | 6,86 | 6,27 | 5,77 | 5,34 | 4,96 | 4,63 | 4,34 |
| 57400000 | Itaici | 11,14 | 9,93 | 8,93 | 8,11 | 7,41 | 6,82 | 6,31 | 5,86 | 5,47 | 5,12 |
| 57420000 | Ibitirama | 29,11 | 25,94 | 23,35 | 21,19 | 19,37 | 17,82 | 16,48 | 15,32 | 14,29 | 13,39 |
| 57450000 | Rive | 17,47 | 15,57 | 14,01 | 12,72 | 11,63 | 10,70 | 9,89 | 9,19 | 8,58 | 8,04 |
| 57490000 | Castelo | 15,18 | 13,52 | 12,17 | 11,05 | 10,10 | 9,29 | 8,59 | 7,99 | 7,45 | 6,98 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 16,18 | 14,42 | 12,98 | 11,78 | 10,77 | 9,91 | 9,16 | 8,51 | 7,94 | 7,44 |
| 57555000 | Coutinho | 18,45 | 16,44 | 14,79 | 13,43 | 12,28 | 11,29 | 10,45 | 9,71 | 9,06 | 8,48 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 17,09 | 15,23 | 13,71 | 12,44 | 11,38 | 10,47 | 9,68 | 8,99 | 8,39 | 7,86 |

**Tabela 186**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com precipitação média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 300,1 | 278,4 | 262,4 | 251,7 | 257,7 | 262,7 | 273,8 | 272,7 | 292,4 | 339,9 | 279,2 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 31,09 | 25,36 | 20,83 | 16,03 | 13,24 | 11,03 | 9,82 | 10,43 | 10,79 | 15,39 | 16,40 |
| 57400000 | Itaici | 10,17 | 12,93 | 16,50 | 17,27 | 18,78 | 19,14 | 17,78 | 17,18 | 14,26 | 5,35 | 14,94 |
| 57420000 | Ibitirama | 343,2 | 344,9 | 343,0 | 349,9 | 352,3 | 362,5 | 376,0 | 395,9 | 431,3 | 466,3 | 376,6 |
| 57450000 | Rive | 35,76 | 37,97 | 39,66 | 40,84 | 41,86 | 42,46 | 42,48 | 41,81 | 39,58 | 35,19 | 39,76 |
| 57490000 | Castelo | 63,36 | 59,47 | 56,09 | 53,57 | 50,98 | 47,20 | 49,71 | 51,25 | 63,80 | 81,19 | 57,66 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 5,67 | 1,95 | 0,04 | 3,28 | 5,85 | 6,58 | 4,79 | 4,30 | 1,42 | 8,44 | 4,23 |
| 57555000 | Coutinho | 62,35 | 63,09 | 64,00 | 65,04 | 64,72 | 64,64 | 63,86 | 61,94 | 59,65 | 55,72 | 62,50 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 66,81 | 67,45 | 68,33 | 68,73 | 69,50 | 69,39 | 69,47 | 68,77 | 67,61 | 65,46 | 68,15 |
| **Média** | | 102,1 | 99,06 | 96,76 | 96,27 | 97,22 | 98,41 | 100,9 | 102,7 | 109,0 | 119,2 | 102,16 |

**Tabela 187**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 9,02 | 8,03 | 7,23 | 6,56 | 6,00 | 5,52 | 5,11 | 4,74 | 4,43 | 4,15 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 17,39 | 15,49 | 13,94 | 12,66 | 11,57 | 10,64 | 9,84 | 9,15 | 8,54 | 8,00 |
| 57400000 | Itaici | 17,48 | 15,58 | 14,02 | 12,73 | 11,63 | 10,70 | 9,90 | 9,20 | 8,58 | 8,04 |
| 57420000 | Ibitirama | 4,51 | 4,02 | 3,62 | 3,29 | 3,00 | 2,76 | 2,56 | 2,38 | 2,22 | 2,08 |
| 57450000 | Rive | 21,30 | 18,98 | 17,09 | 15,51 | 14,18 | 13,04 | 12,06 | 11,21 | 10,46 | 9,80 |
| 57490000 | Castelo | 21,06 | 18,77 | 16,89 | 15,33 | 14,02 | 12,89 | 11,92 | 11,08 | 10,34 | 9,69 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 28,04 | 24,98 | 22,49 | 20,41 | 18,66 | 17,17 | 15,88 | 14,75 | 13,77 | 12,90 |
| 57555000 | Coutinho | 37,15 | 33,11 | 29,80 | 27,05 | 24,73 | 22,75 | 21,04 | 19,55 | 18,24 | 17,09 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 52,18 | 46,50 | 41,85 | 37,99 | 34,73 | 31,95 | 29,55 | 27,46 | 25,62 | 24,00 |

**Tabela 188**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com altitude média como variável independente.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 197,0 | 180,9 | 169,0 | 161,1 | 165,5 | 169,3 | 177,5 | 176,6 | 191,3 | 226,5 | 181,5 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 141,8 | 131,2 | 122,9 | 114,0 | 108,9 | 104,8 | 102,6 | 103,7 | 104,4 | 112,8 | 114,7 |
| 57400000 | Itaici | 40,97 | 36,63 | 31,02 | 29,82 | 27,44 | 26,88 | 29,03 | 29,96 | 34,54 | 48,52 | 33,48 |
| 57420000 | Ibitirama | 31,27 | 31,01 | 31,31 | 30,24 | 29,86 | 28,28 | 26,19 | 23,10 | 17,61 | 12,20 | 26,11 |
| 57450000 | Rive | 21,67 | 24,37 | 26,42 | 27,86 | 29,10 | 29,84 | 29,86 | 29,05 | 26,33 | 20,98 | 26,55 |
| 57490000 | Castelo | 126,7 | 121,3 | 116,6 | 113,1 | 109,5 | 104,3 | 107,7 | 109,9 | 127,3 | 151,4 | 118,8 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 83,13 | 76,68 | 73,37 | 67,61 | 63,16 | 61,90 | 65,00 | 65,84 | 70,84 | 87,93 | 71,55 |
| 57555000 | Coutinho | 24,18 | 25,65 | 27,50 | 29,58 | 28,94 | 28,78 | 27,20 | 23,33 | 18,73 | 10,81 | 24,47 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 1,33 | 0,64 | 3,33 | 4,55 | 6,89 | 6,56 | 6,81 | 4,65 | 1,13 | 5,46 | 4,13 |
| **Média** | | 74,22 | 69,82 | 66,83 | 64,20 | 63,25 | 62,28 | 63,54 | 62,90 | 65,79 | 75,18 | 66,81 |

**Tabela 189**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,72 | 2,43 | 2,19 | 1,98 | 1,81 | 1,67 | 1,54 | 1,43 | 1,34 | 1,25 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 8,83 | 7,87 | 7,08 | 6,43 | 5,88 | 5,40 | 5,00 | 4,65 | 4,33 | 4,06 |
| 57400000 | Itaici | 13,49 | 12,02 | 10,82 | 9,82 | 8,98 | 8,26 | 7,64 | 7,10 | 6,62 | 6,20 |
| 57420000 | Ibitirama | 7,25 | 6,46 | 5,81 | 5,28 | 4,82 | 4,44 | 4,10 | 3,81 | 3,56 | 3,33 |
| 57450000 | Rive | 28,00 | 24,95 | 22,46 | 20,38 | 18,64 | 17,14 | 15,86 | 14,73 | 13,75 | 12,88 |
| 57490000 | Castelo | 10,70 | 9,53 | 8,58 | 7,79 | 7,12 | 6,55 | 6,06 | 5,63 | 5,25 | 4,92 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,21 | 13,56 | 12,20 | 11,08 | 10,13 | 9,32 | 8,62 | 8,01 | 7,47 | 7,00 |
| 57555000 | Coutinho | 47,66 | 42,47 | 38,22 | 34,70 | 31,72 | 29,18 | 26,99 | 25,08 | 23,40 | 21,92 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 50,21 | 44,74 | 40,27 | 36,55 | 33,42 | 30,74 | 28,43 | 26,42 | 24,65 | 23,09 |

**Tabela 190**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e comprimento total dos cursos d'água como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | Média |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 10,26 | 15,11 | 18,71 | 21,10 | 19,77 | 18,63 | 16,15 | 16,41 | 11,98 | 1,33 | 14,95 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 22,78 | 17,41 | 13,17 | 8,67 | 6,06 | 3,99 | 2,86 | 3,43 | 3,77 | 8,07 | 9,02 |
| 57400000 | Itaici | 8,78 | 5,43 | 1,11 | 0,18 | 1,66 | 2,09 | 0,43 | 0,29 | 3,82 | 14,61 | 3,84 |
| 57420000 | Ibitirama | 10,33 | 10,75 | 10,28 | 12,00 | 12,60 | 15,14 | 18,50 | 23,45 | 32,28 | 40,96 | 18,63 |
| 57450000 | Rive | 2,94 | 0,60 | 3,30 | 5,19 | 6,82 | 7,79 | 7,82 | 6,75 | 3,18 | 3,86 | 4,82 |
| 57490000 | Castelo | 15,13 | 12,39 | 10,01 | 8,23 | 6,40 | 3,74 | 5,51 | 6,59 | 15,44 | 27,70 | 11,11 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 0,62 | 4,12 | 5,92 | 9,04 | 11,46 | 12,14 | 10,46 | 10,00 | 7,29 | 1,98 | 7,30 |
| 57555000 | Coutinho | 2,74 | 4,63 | 7,00 | 9,67 | 8,85 | 8,64 | 6,62 | 1,65 | 4,25 | 14,41 | 6,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 2,51 | 4,40 | 6,99 | 8,16 | 10,41 | 10,10 | 10,34 | 8,27 | 4,88 | 1,46 | 6,75 |
| **Média** | | 8,45 | 8,32 | 8,50 | 9,14 | 9,34 | 9,14 | 8,74 | 8,54 | 9,65 | 12,71 | 9,25 |

**Tabela 191**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,86 | 3,44 | 3,10 | 2,81 | 2,57 | 2,36 | 2,19 | 2,03 | 1,90 | 1,78 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,28 | 6,48 | 5,84 | 5,30 | 4,84 | 4,46 | 4,12 | 3,83 | 3,57 | 3,35 |
| 57400000 | Itaici | 11,53 | 10,27 | 9,25 | 8,39 | 7,67 | 7,06 | 6,53 | 6,07 | 5,66 | 5,30 |
| 57420000 | Ibitirama | 6,28 | 5,60 | 5,04 | 4,57 | 4,18 | 3,85 | 3,56 | 3,30 | 3,08 | 2,89 |
| 57450000 | Rive | 29,67 | 26,44 | 23,80 | 21,60 | 19,75 | 18,17 | 16,80 | 15,61 | 14,57 | 13,65 |
| 57490000 | Castelo | 10,25 | 9,14 | 8,22 | 7,46 | 6,82 | 6,28 | 5,81 | 5,39 | 5,03 | 4,72 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 17,35 | 15,46 | 13,91 | 12,63 | 11,54 | 10,62 | 9,82 | 9,13 | 8,52 | 7,98 |
| 57555000 | Coutinho | 44,73 | 39,86 | 35,87 | 32,56 | 29,77 | 27,39 | 25,33 | 23,54 | 21,96 | 20,57 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 61,51 | 54,81 | 49,33 | 44,78 | 40,94 | 37,66 | 34,83 | 32,37 | 30,20 | 28,29 |

**Tabela 192**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 27,18 | 20,30 | 15,21 | 11,81 | 13,71 | 15,32 | 18,83 | 18,47 | 24,74 | 39,84 | 20,54 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 1,22 | 3,21 | 6,71 | 10,41 | 12,57 | 14,27 | 15,21 | 14,73 | 14,46 | 10,91 | 10,37 |
| 57400000 | Itaici | 7,02 | 9,88 | 13,58 | 14,37 | 15,94 | 16,31 | 14,90 | 14,28 | 11,26 | 2,04 | 11,96 |
| 57420000 | Ibitirama | 4,37 | 4,01 | 4,42 | 2,93 | 2,41 | 0,21 | 2,70 | 6,99 | 14,64 | 22,17 | 6,49 |
| 57450000 | Rive | 9,09 | 5,34 | 2,48 | 0,48 | 1,25 | 2,27 | 2,31 | 1,17 | 2,61 | 10,07 | 3,71 |
| 57490000 | Castelo | 10,36 | 7,73 | 5,45 | 3,74 | 1,99 | 0,56 | 1,13 | 2,17 | 10,65 | 22,40 | 6,62 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 13,30 | 9,31 | 7,26 | 3,70 | 0,94 | 0,17 | 2,08 | 2,60 | 5,69 | 16,27 | 6,13 |
| 57555000 | Coutinho | 8,72 | 10,49 | 12,71 | 15,22 | 14,45 | 14,26 | 12,35 | 7,70 | 2,16 | 7,38 | 10,54 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 19,43 | 17,11 | 13,94 | 12,51 | 9,75 | 10,14 | 9,84 | 12,38 | 16,53 | 24,30 | 14,59 |
| **Média** | | 11,19 | 9,71 | 9,08 | 8,35 | 8,11 | 8,17 | 8,82 | 8,95 | 11,42 | 17,26 | 10,11 |

**Tabela 193**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,35 | 2,99 | 2,69 | 2,44 | 2,23 | 2,05 | 1,90 | 1,76 | 1,65 | 1,54 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,67 | 6,83 | 6,15 | 5,58 | 5,10 | 4,69 | 4,34 | 4,03 | 3,76 | 3,53 |
| 57400000 | Itaici | 12,28 | 10,94 | 9,85 | 8,94 | 8,17 | 7,52 | 6,96 | 6,46 | 6,03 | 5,65 |
| 57420000 | Ibitirama | 5,75 | 5,13 | 4,61 | 4,19 | 3,83 | 3,52 | 3,26 | 3,03 | 2,82 | 2,65 |
| 57450000 | Rive | 26,98 | 24,04 | 21,64 | 19,64 | 17,96 | 16,52 | 15,28 | 14,20 | 13,25 | 12,41 |
| 57490000 | Castelo | 11,09 | 9,88 | 8,89 | 8,07 | 7,38 | 6,79 | 6,28 | 5,84 | 5,45 | 5,10 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 16,96 | 15,11 | 13,60 | 12,35 | 11,29 | 10,38 | 9,60 | 8,92 | 8,33 | 7,80 |
| 57555000 | Coutinho | 45,33 | 40,39 | 36,36 | 33,00 | 30,17 | 27,75 | 25,67 | 23,85 | 22,26 | 20,85 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 54,83 | 48,85 | 43,97 | 39,91 | 36,49 | 33,57 | 31,05 | 28,85 | 26,92 | 25,22 |

**Tabela 194**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 10,46 | 4,48 | 0,06 | 2,89 | 1,24 | 0,16 | 3,20 | 2,89 | 8,34 | 21,45 | 5,52 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 6,61 | 1,95 | 1,73 | 5,64 | 7,91 | 9,70 | 10,69 | 10,19 | 9,90 | 6,16 | 7,05 |
| 57400000 | Itaici | 0,94 | 3,99 | 7,93 | 8,78 | 10,45 | 10,84 | 9,34 | 8,68 | 5,46 | 4,36 | 7,08 |
| 57420000 | Ibitirama | 12,42 | 12,09 | 12,47 | 11,10 | 10,62 | 8,61 | 5,94 | 2,01 | 4,99 | 11,89 | 9,22 |
| 57450000 | Rive | 0,80 | 4,21 | 6,81 | 8,63 | 10,21 | 11,13 | 11,17 | 10,14 | 6,69 | 0,09 | 6,99 |
| 57490000 | Castelo | 19,38 | 16,53 | 14,06 | 12,22 | 10,33 | 7,57 | 9,40 | 10,52 | 19,70 | 32,41 | 15,21 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 10,77 | 6,87 | 4,87 | 1,38 | 1,31 | 2,07 | 0,20 | 0,31 | 3,33 | 13,67 | 4,48 |
| 57555000 | Coutinho | 7,49 | 9,29 | 11,54 | 14,08 | 13,31 | 13,10 | 11,18 | 6,46 | 0,84 | 8,82 | 9,61 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 6,46 | 4,39 | 1,56 | 0,28 | 2,17 | 1,83 | 2,09 | 0,17 | 3,87 | 10,79 | 3,36 |
| **Média** | | 8,37 | 7,09 | 6,78 | 7,22 | 7,51 | 7,23 | 7,02 | 5,71 | 7,01 | 12,18 | 7,61 |

**Tabela 195**. Vazões da curva de permanência, em $m^3/s$, estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Vazão de permanência ($m^3/s$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 3,11 | 2,77 | 2,49 | 2,26 | 2,07 | 1,90 | 1,76 | 1,64 | 1,53 | 1,43 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,72 | 6,88 | 6,19 | 5,62 | 5,14 | 4,73 | 4,37 | 4,06 | 3,79 | 3,55 |
| 57400000 | Itaici | 11,76 | 10,48 | 9,43 | 8,56 | 7,82 | 7,20 | 6,66 | 6,19 | 5,77 | 5,41 |
| 57420000 | Ibitirama | 7,42 | 6,61 | 5,95 | 5,40 | 4,94 | 4,54 | 4,20 | 3,90 | 3,64 | 3,41 |
| 57450000 | Rive | 30,01 | 26,74 | 24,07 | 21,85 | 19,97 | 18,37 | 16,99 | 15,79 | 14,74 | 13,80 |
| 57490000 | Castelo | 9,28 | 8,27 | 7,44 | 6,75 | 6,17 | 5,68 | 5,25 | 4,88 | 4,55 | 4,27 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 15,11 | 13,46 | 12,12 | 11,00 | 10,06 | 9,25 | 8,56 | 7,95 | 7,42 | 6,95 |
| 57555000 | Coutinho | 44,94 | 40,05 | 36,04 | 32,72 | 29,91 | 27,52 | 25,45 | 23,65 | 22,07 | 20,67 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 56,32 | 50,18 | 45,17 | 41,00 | 37,48 | 34,48 | 31,89 | 29,63 | 27,65 | 25,90 |

**Tabela 196**. Erro percentual entre vazões da curva de permanência reais e estimadas pelo método da Curva Adimensional, utilizando função regional com área de drenagem, comprimento total dos cursos d'água e perímetro como variáveis independentes.

| Código da estação | Nome da estação | Erro (%) por permanência | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **0,50** | **0,55** | **0,60** | **0,65** | **0,70** | **0,75** | **0,80** | **0,85** | **0,90** | **0,95** | **Média** |
| 57350000 | Usina Fortaleza | 2,37 | 3,17 | 7,27 | 10,00 | 8,47 | 7,18 | 4,35 | 4,64 | 0,40 | 12,56 | 6,04 |
| 57370000 | Terra Corrida Montante | 7,40 | 2,70 | 1,00 | 4,94 | 7,23 | 9,03 | 10,02 | 9,52 | 9,23 | 5,47 | 6,66 |
| 57400000 | Itaici | 5,19 | 8,11 | 11,88 | 12,69 | 14,29 | 14,67 | 13,23 | 12,60 | 9,52 | 0,11 | 10,23 |
| 57420000 | Ibitirama | 12,91 | 13,34 | 12,85 | 14,62 | 15,23 | 17,82 | 21,27 | 26,33 | 35,36 | 44,25 | 21,40 |
| 57450000 | Rive | 10,32 | 6,53 | 3,63 | 1,61 | 0,14 | 1,17 | 1,21 | 0,06 | 3,77 | 11,31 | 3,98 |
| 57490000 | Castelo | 0,15 | 2,53 | 4,60 | 6,14 | 7,72 | 10,03 | 8,50 | 7,56 | 0,12 | 10,75 | 5,81 |
| 57550000 | Usina São Miguel | 1,32 | 4,79 | 6,57 | 9,68 | 12,08 | 12,76 | 11,09 | 10,63 | 7,94 | 1,27 | 7,81 |
| 57555000 | Coutinho | 8,28 | 10,07 | 12,30 | 14,82 | 14,05 | 13,85 | 11,94 | 7,26 | 1,69 | 7,89 | 10,21 |
| 57580000 | Usina Paineiras | 9,35 | 7,23 | 4,33 | 3,01 | 0,49 | 0,84 | 0,57 | 2,90 | 6,70 | 13,81 | 4,92 |
| **Média** | | 6,37 | 6,50 | 7,16 | 8,61 | 8,86 | 9,71 | 9,13 | 9,06 | 8,30 | 11,93 | 8,56 |