

ANALISE DO REGIME DE VAZÕES COM AUXÍLIO DE EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS

Filipe Bergami Alves¹
Joãozito Cabral Amorim Junior²

RESUMO

A presente pesquisa estabeleceu expressões regionais para a determinação de diferentes funções hidrológicas (curva de permanência, curvas de probabilidade de vazões máximas e mínimas) aplicáveis à avaliação do regime de cursos d'água da bacia do rio Santa Maria da Vitória. Foi realizada a regionalização pelos Métodos da Curva Exponencial e Proporção de Áreas Proposta para as vazões Q_{50} e Q_{95} . A partir dos dados pluviométricos aplicaram-se os modelos chuva-vazão e descrevendo o comportamento do regime de precipitações na bacia com auxílio de equações de chuvas intensas dos municípios pertencentes a bacia do Santa Maria da Vitória, determinou-se a equação dos municípios de Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina, Cariacica, Serra e Vitória. A pesquisa serve de guia para futuros trabalhos na área para as bacias hidrográficas do país, e principalmente, do Espírito Santo.

Palavras-chave: Vazões máximas. Modelo Chuva-vazão. Curva de permanência.

ABSTRACT

The present study established regional expressions for the determination of different hydrological functions (permanence curve, maximum and minimum flow probability curves) applicable to the evaluation of the watercourse regime of the Santa Maria da Vitória river basin. Regionalization was performed by the Exponential Curve Methods and Proportion of Areas Proposed for flows Q_{50} and Q_{95} . From the rainfall data the rainfall-flow models were applied and the behavior of the precipitation regime in the basin was evaluated using the equations of intense rainfall of the municipalities belonging to the basin of Santa Maria da Vitória, and the equation of the municipalities of Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina, Cariacica, Serra and Vitória. The research serves as a guide for future work in the area for the watersheds of the country, and especially Espírito Santo.

KEYWORDS: Maximum flows. Heavy rains. Curve of permanence.

¹ Graduando do curso de Engenharia Civil pela Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX Serra.

² Orientador. Professor da Faculdade Capixaba da Serra – MULTIVIX Serra. Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

1 INTRODUÇÃO

A regionalização hidrológica e o emprego de modelos chuva-vazão constituem alternativas metodológicas para a descrição do comportamento da vazão de cursos d'água superficiais, apresentando-se como particularmente úteis para aqueles cursos d'água nos quais as vazões não são sistematicamente monitoradas.

Machado (2009) observa que ao longo dos anos a regionalização tem recebido aumento da atenção da comunidade de hidrólogos. Os trabalhos de Gonzalez e Valdez (2008), Dinpashoha *et al.* (2004), Elesbon (2004), Coser (2003) Baena (2002) e Euclides *et al.* (2001) constituem exemplos da aplicação da técnica de regionalização para descrição do comportamento de diferentes fases do ciclo hidrológico.

Para Reis (2013), a regionalização hidrológica constitui técnica por meio da qual é possível a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante.

Esta transferência de informação usualmente ocorre por meio de uma função matemática na qual a variável hidrológica regionalizada é dependente de variáveis climáticas e físicas da bacia em questão. Algumas das características físicas mais utilizadas na regionalização hidrológica é a área de drenagem, o comprimento do rio principal, a declividade da bacia, a declividade entre a nascente e a foz do rio principal e a densidade de drenagem. Estas características são também chamadas de variáveis independentes.

Para Junior (2014), a identificação de regiões homogêneas é um passo fundamental na análise regional de frequência de eventos hidrológicos. Os trabalhos de Modarres; Sarhadi (2011) relacionam trabalhos como os de Mosley (1981), Wiltshire (1985) e Acreman e Sinclair (1986) que sugerem as regiões homogêneas sejam definidas a partir de métodos de similaridade geográfica.

De modo similar, Tucci (2002) define como sendo regiões homogêneas aquelas que possuem similares condições de clima, litologia, solos, vegetação e declividade.

Segundo Tucci (1993); Tucci (2002), a melhor função regional é a equação que possibilita a melhor resposta com o emprego do menor número possível de variáveis

independentes. Alguns trabalhos suprimem o emprego de determinadas variáveis independentes quando da definição das funções regionais por entenderem que a não incorporação das referidas variáveis não comprometerão a geração dos dados de vazão.

Por sua vez, Catalunha (2004); Silva Jr (2014) observa que, dentre as características fisiografias, a área de drenagem é aquela que tem sido mais utilizada nos estudos de regionalização, por constituir uma variável facilmente apropriável e que, geralmente, apresenta boa correlação com as demais características físicas das bacias hidrográficas.

Os modelos chuva-vazão apresentam-se como alternativas metodológicas para a estimativa de vazão numa bacia hidrográfica a partir do regime de precipitações. O Método Racional e os hidrogramas unitários constituem exemplos de modelos de transformação de chuva em vazão recorrentemente empregados em Hidrologia. Estes modelos, no entanto, apresentam-se dependentes da descrição do comportamento das chuvas intensas na bacia hidrográfica de interesse.

Este trabalho tem como objetivo estabelecer expressões regionais para a determinação de diferentes funções hidrológicas aplicáveis à avaliação de regime de cursos d'água da bacia do rio Santa Maria da Vitória e descrever o comportamento do regime de precipitações na bacia com auxílio de equações de chuvas intensas, passo preliminar para futuras aplicações de modelos chuva-vazão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Santa Maria da Vitória localiza-se entre as coordenadas UTM. 7793375 (N) 328297 (E) 7762159 (S) 286984 (W), de acordo com a carta nº. 24 do IBGE, na região central do estado do Espírito Santo. Limita-se a leste com a baía de Vitória, ao norte e a oeste com as bacias dos rios Reis Magos e Doce e ao sul com as bacias dos rios Jucu, Bubu e Formate-Marinho (Figura 1). Possui área aproximada de 1.876 km² correspondendo a cerca de a 3,5% da área do estado de Espírito Santo (CSMJ, 1997).

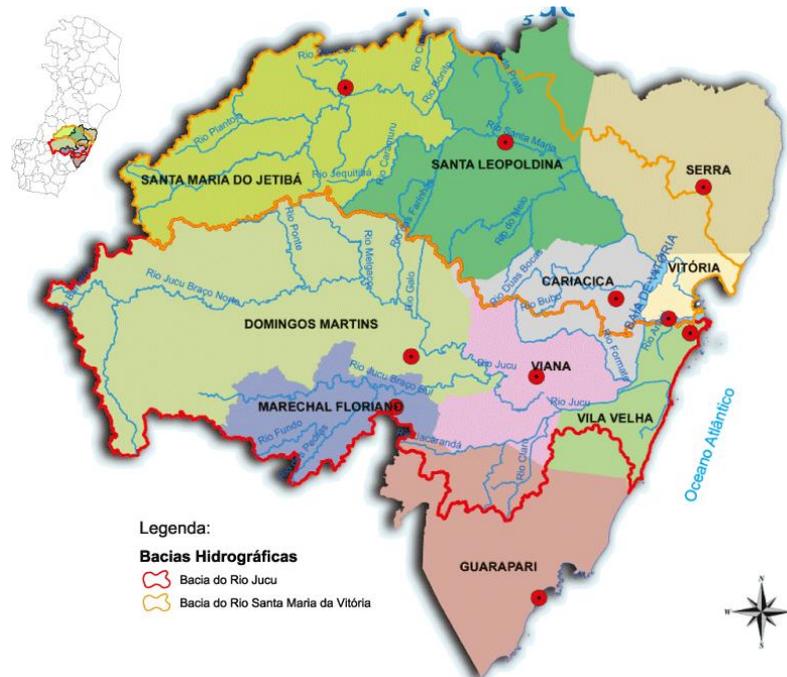


Figura 1: Bacias hidrográficas do Rio Jucu e do Rio Santa Maria da Vitória
Fonte: IEMA

O córrego Santa Maria é considerado formador da nascente do rio Santa Maria da Vitória. Este córrego desce de uma serra cuja cumeeira é o divisor de águas com a bacia do rio Jucu, a cerca de 1.300 m de altitude, próximo ao povoado de Alto de Santa Maria, no município de Santa Maria do Jetibá. O perímetro do rio Santa Maria da Vitória é de aproximadamente 291 km e ele deságua na Baía de Vitória.

Seus principais afluentes são, pela margem esquerda, os rios Possmouser, Claro, São Luís, Bonito, da Prata e Timbuí e, pela margem direita, os rios Mangaraí, das Pedras, Caramuru, Duas Bocas, Triunfo, Jequitibá, Farinhas, Fumaça e São Miguel (CSMJ, 1997).

O rio Santa Maria atravessa completamente ou parte dos municípios de Santa Maria de Jetibá, Santa Leopoldina, Cariacica, Serra, Vila Velha, Viana e Vitória e é dividido em Alto Santa Maria: da nascente até a represa de Rio Bonito; Médio Santa Maria: da represa até a cidade de Santa Leopoldina; e Baixo Santa Maria: até a foz, na Baía de Vitória (CSMJ, 1997). A população total da bacia é de aproximadamente 641.612 mil habitantes.

Segundo Aquino (2005), pela Agência Nacional de Águas (ANA) as bacias dos rios Santa Maria da Vitória e Jucu fornecem 100% da água consumida na Grande Vitória e são responsáveis pela geração de 11% da energia elétrica produzida no Estado.

Segundo o IEMA (2013) os conflitos existentes e potenciais resumem-se na necessidade da preservação dos rios para a obtenção de água potável frente a existência das atividades poluidoras instaladas na bacia.

2.2 ANÁLISE DE DADOS HIDROLÓGICOS

Foi identificada, a partir do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas – Hidroweb, a estação fluviométrica em funcionamento na bacia do Rio Santa Maria da Vitória (57130000). A série histórica de vazão dessa estação foi obtidas no portal Hidroweb e analisada quanto à sua extensão e completude.

A análise dos dados hidrológicos da estação fluviométrica selecionada 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:

- Foi considerada a estação com série históricas isuperior a 20 anos;
- Foram desconsiderados os anos com percentuais de falhas iguais ou superiores a 5% dos dados registrados.

2.3 CURVAS DE PERMANÊNCIA E DE PROBABILIDADE DE VAZÕES

As curvas de permanência e de probabilidade de vazões máximas e mínimas foram obtidas com auxílio do Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SISCAH

1.0). Para a obtenção das curvas de probabilidade serão utilizadas as distribuições probabilísticas de Gumbel, Pearson III, Logpearson III, Lognormal II e Lognormal III, distribuições detalhadamente apresentadas e discutidas por Naghettini e Pinto (2007).

2.4 FUNÇÕES REGIONAIS

Segundo o departamento de águas e energia (DAEE), frequentemente, nos estudos para aproveitamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas, o hidrólogo é convocado para avaliar a disponibilidade hídrica superficial em locais onde não existe série histórica de vazões ou, se existe, a extensão da série observada é pequena.

Portanto, é necessário aplicar técnicas que permitam a transferência de informações de outros locais para a bacia hidrográfica de estudo. Uma das técnicas de transferência de informações comumente empregada é a regionalização hidrológica. Por outro lado, para a adequada gestão dos recursos hídricos, a disponibilidade hídrica precisa ser conhecida, já que o balanço demanda-disponibilidade é um indicador importante na manifestação favorável ou não à solicitação pretendida (DAEE, 1988).

A regionalização hidrológica é uma ferramenta que possibilita esta avaliação de maneira rápida, de acordo com a agilidade de que a administração dos recursos hídricos requer para suas decisões (DAEE, 1988).

2.4.1 REGIONALIZAÇÃO DA CURVA DE PERMANÊNCIA

O emprego do Método da Curva Exponencial para regionalização da curva de permanência considera o comportamento exponencial da curva no intervalo compreendido entre as vazões Q_{50} e Q_{95} .

A determinação dos coeficientes constantes a e b foi conduzida com o auxílio das Equações 1 e 2.

$$a = - \frac{\ln \frac{Q_{50}}{Q_{95}}}{(0,95-0,50)} \quad (1)$$

$$b = \ln Q_{50} - 0,5a \quad (2)$$

O procedimento de regionalização da curva de permanência assume que o trecho compreendido entre as referidas vazões pode ser descrito por uma função potencial, conforme apresentado genericamente, com auxílio dos coeficientes citados, na Equação 3:

$$Q_n = e^{(a \cdot P_n + b)} \quad (3)$$

Na equação 3, Q_n corresponde à vazão com permanência P_n (probabilidade).

2.4.2 REGIONALIZAÇÃO DA CURVA DE PROBABILIDADE DE VAZÕES MÍNIMAS E VAZÕES MÁXIMAS

Entre as técnicas de regionalização existentes, destaca-se nos estudos hidrológicos a regionalização simples através do quociente e produto respectivamente pelas áreas de origem e destino da informação hidrológica, desconsiderando em muitos casos uma avaliação das características e dimensões das bacias envolvidas.

De acordo com TUCCI (2002) a regionalização por proporção de áreas para a estimativa de vazão, pode trazer erros importantes. Não há proporcionalidade de áreas de drenagem na curva de permanência, principalmente no trecho inferior da curva; as precipitações são diferentes entre as bacias e a proporção por área não é capaz de representar estas diferenças; e, a geologia e a morfologia podem mudar.

Uma alternativa a regionalização por proporção de áreas proposta pelas “Diretrizes para projetos de PCH” (Eletrobrás, 1999) consiste na adoção de uma curva regional determinada a partir das vazões de estações circunvizinhas relacionadas com as respectivas áreas de drenagem de acordo com as Equações 4 e 5 para a determinação das vazões no local em estudo.

$$Q_{50} = (3,0 \cdot 10^{-6}) \cdot A^2 + (0,0047 \cdot A) + 3,09 \quad (4)$$

$$Q_{95} = (4,0 \cdot 10^{-6}) \cdot A^2 - (0,0025 \cdot A) + 1,98 \quad (5)$$

Funções estabelecidas para apropriação das vazões de 50 a 95% de permanência nas regiões hidrologicamente homogêneas.

2.5 EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS

O software Pluvio 2.1 espacializa os dados de chuvas intensas pelo método do inverso da quinta potência da distância, por ser esta uma das 28 combinações entre formas de interpolação que apresentaram melhores resultados na estimativa da intensidade máxima média de precipitação (CECÍLIO & PRUSKI, 2003). Segundo esses autores, o erro médio percentual encontrado em testes foi igual a 19,37%, valor considerado aceitável em se tratando de chuvas intensas.

Além disso, o uso da quinta potência da distância faz com que localidades mais próximas àquelas de interesse tenham maior peso na interpolação dos parâmetros da equação, uma vez que são consideradas todas as localidades em que a equação de chuvas intensas é conhecida nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, São Paulo e Tocantins (PRUSKI et al., 2006).

Dessa forma, é permitido gerar a equação de chuva intensa para qualquer coordenada do Estado. Entretanto, os dados de base de chuvas do Programa PLUVIO (SILVA et al., 1999) não possuem séries tão longas quanto o trabalho de Martinez e Magni (1999).

As expressões do programa PLUVIO 2.1 seguem o modelo apresentado na Equação (6):

$$i = \frac{KTr^a}{(t+b)^c} \quad (6)$$

Em que: i - Intensidade de precipitação, mm/h; Tr - Período de retorno, anos; t - Tempo de duração da chuva, min e K, a, b, c – Parâmetros adimensionais relativos à localidade.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 CURVAS DE PERMANÊNCIA E DE PROBABILIDADE DE VAZÕES

O Quadro 1 apresenta as vazões associadas às curvas de permanência da estação fluviométrica 57130000, obtidas com o auxílio do software SisCAH e considerando-se as permanências entre 50% (Q_{50}) e 95% (Q_{95}). A Figura 5 ilustra a curva de permanência para a estação 57130000.

%	Frequência Mínima (%)	Vazão (m ³ /s)
95	94,9762	3,4280
90	89,3707	4,4000
85	80,2413	5,0840
80	72,7129	5,7680
75	72,7129	6,2970
70	64,1363	6,7800
65	64,1363	7,3310
60	56,0694	7,9100
55	47,6419	8,5800
50	47,6419	9,3100

Quadro 1 – Curva de Permanência – Vazões X Permanência

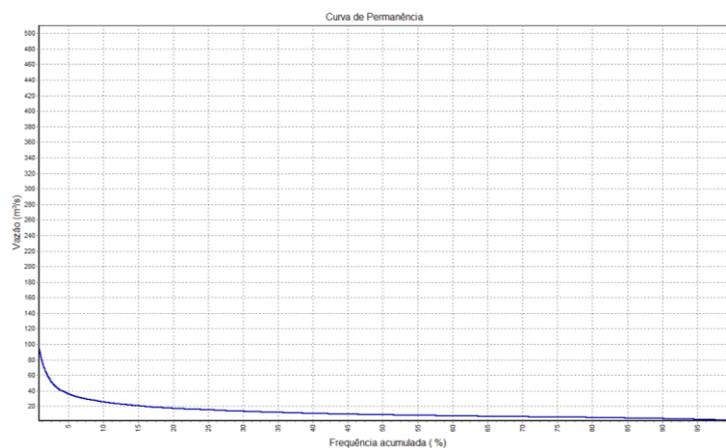


Figura 5 – Curva de permanência: Vazão x Frequência Acumulada

Os Quadros 2 e 3 mostram os valores obtidos para as distribuições estatísticas do estudo hidrológico com a probabilidade entre 50 e 1000 anos de tempo de recorrência.

Distribuição estatística	Tempo de Retorno (anos)			
	50	100	500	1000
Pearson 3	379,74	439,77	583,4	647,02

Logpearson 3	388,5	457,25	638,76	727,51
Lognormal 2	369,37	428,42	578,38	649,09
Lognormal 3	365,29	420,06	556,09	618,97
Gumbel	375,36	424,39	537,67	586,38

Quadro 2 – Probabilidades de vazões máximas, baseadas nos tempos de retorno de 50, 100, 500 e 1000 anos

As probabilidades de vazões máximas foram aumentando conforme o tempo de retorno, que também aumentava em todos os modelos probabilísticos, indicando crescente chance de vazões máximas, quanto maior o tempo.

Distribuição estatística	Tempo de Retorno (anos)			
	50	100	500	1000
Pearson 3	1,002	0,568	-0,284	-0,603
Logpearson 3	2,082	1,992	1,859	1,823
Lognormal 2	1,933	1,739	1,404	1,293
Lognormal 3	0,964	0,515	-0,372	-0,705
Gumbel	1,093	0,771	0,261	0,113

Quadro 3 – probabilidades de vazões mínimas, baseadas nos tempos de retorno de 50, 100, 500 e 1000 anos

As probabilidades de vazões mínimas foram consideradas o menor erro padrão, 2,082m³/s para T=50anos, 1,992m³/s para T=100anos, 1,859m³/s para T=500anos; 1,823m³/s para T=1000anos.

3.2 FUNÇÕES REGIONAIS

Com base nas vazões Q_{95} e Q_{50} obtidas no Quadro 1, foi aplicado o método da curva exponencial para a regionalização da curva de permanência, conforme as Equações 1, 2 e 3. Estes valores estão dispostos no Quadro 4.

Permanência	Vazão (m ³ /s)
Base	
Q_{95}	3,4444
Q_{50}	9,2910
Regionalizado	

Q ₉₅	3,4444
Q ₅₀	9,2910
Coeficientes	
a	b
-2,2051	3,3316

Quadro 4 – Regionalização pelo Método da Curva Exponencial

O método aplicado de regionalização da curva de permanência foi um sucesso. Os valores regionalizados são os mesmos dos valores base.

A obtenção e análises de regressão permitiram relacionar as vazões de referência da curva de permanência (Q₅₀ e Q₉₅) com as variáveis independentes da regionalização (área e precipitação média da bacia hidrográfica da estação fluviométrica). Nas análises de regressão, foram testados os modelos: linear, quadrático, potencial e exponencial. As regiões hidrologicamente homogêneas foram estabelecidas a partir da combinação das estações fluviométricas que conduziu aos maiores coeficientes de correlação entre as vazões de referência e variáveis independentes da regionalização. Considerou-se a divisão de regiões hidrográficas proposta pelo IEMA para o estado do Espírito Santo. Os coeficientes de correlação obtidos nas análises de regressão realizadas estão reunidos no Quadro 5.

Variável Independente	Modelos	Vazões	
		Q ₅₀	Q ₉₅
Área da bacia de Drenagem	Linear	0,99	0,72
	Quadrático	0,99	0,82
	Potencial	0,70	0,55
	Exponencial	0,96	0,60
Área de Precipitação	Linear	0,97	0,73
	Potencial	0,97	0,55
	Exponencial	1,00	0,63

Quadro 5 – Coeficientes de correlação (R²) obtidos para a Bacia do Rio Santa Maria da Vitória.

Neste sentido, é observado que, os melhores resultados foram obtidos pelos modelos quadráticos que estimam as vazões de referência a partir da área de drenagem das bacias de cada estação fluviométrica.

As equações 4 e 5 apresentam as funções regionais que permitem a apropriação das vazões de referência das curvas de permanência a partir das variáveis independentes consideradas neste estudo.

O Quadro 6, está representada a regionalização pelo método de proporção de área, com área de drenagem de 929 km², referente a estação 57130000 (ANA), em Santa Leopoldina.

Área de drenagem (km ²)	Vazão (m ³ /s)	
	Q ₉₅	Q ₅₀
1379	13,0341	15,2762
1229	11,0943	13,3976
1079	9,3345	11,6540
929	7,7547	10,0454
779	6,3549	8,5718
629	5,1351	7,2332
479	4,0953	6,0296
329	3,2355	4,9610
179	2,5557	4,0274
29	2,0559	3,2288

Quadro 6 – Regionalização pelo Método de Proporção de Áreas.

Utilizando o método de proporção de área, foi possível regionalizar a área de drenagem. Partindo da área base de 929 km², onde encontra-se a estação fluviométrica (57130000) em Santa Leopoldina, os valores para área de drenagem foram calculados entre 29 km² até 1379 km², ou seja, a cada 150 km². Sendo possível altera-lo para obter uma regionalização em qualquer trecho da bacia hidrográfica do rio Santa Maria da Vitória.

3.3 EQUAÇÕES DE CHUVAS INTENSAS

No Quadro 7, encontram-se listados os valores dos coeficientes locais interpolados das equações intensidade-duração-frequência do modelo utilizado no Programa PLUVIO 2.1 (Equação 6). As equações de base desse modelo foram ajustadas para cada localidade que dispunha de dados, utilizando o método da regressão múltipla linear, que é empregado após a linearização da Equação 6.

Localidade	Coeficientes			
	K	a	b	c
Cariacica	4003,609	0,203	49,997	0,931
Santa Leopoldina	2512,212	0,218	33,503	0,849
Santa Maria de Jetibá	3777,233	0,196	46,75	0,947
Serra	3986,034	0,203	49,808	0,93
Vitória	4003,611	0,203	49,997	0,931

Quadro 7 – Coeficientes das equações das estações pluviográficas analisadas.

Uma vez determinados os coeficientes “K”, “a”, “b” e “c” foi possível montar a equação de chuvas intensas para as cidades da bacia do Rio Santa Maria da Vitória, conforme Equações 7 a 11.

Cariacica

$$i = \frac{4003,609.Tr^{0,203}}{(t+49,997)^{0,931}} \quad (7)$$

Santa Leopoldina

$$i = \frac{2512,212.Tr^{0,218}}{(t+33,503)^{0,849}} \quad (8)$$

Santa Maria de Jetibá

$$i = \frac{3777,233.Tr^{0,196}}{(t+46,750)^{0,947}} \quad (9)$$

Serra

$$i = \frac{3986,034.Tr^{0,203}}{(t+49,808)^{0,930}} \quad (10)$$

Vitória

$$i = \frac{4003,611.Tr^{0,203}}{(t+49,997)^{0,931}} \quad (11)$$

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho vem para estabelecer um importante passo e a porta de entrada para vários trabalhos sobre as bacias hidrográficas do Espírito Santo. Apesar da grande importância, há escassez de informações sobre o regime de vazões dos cursos d'água da bacia do rio Santa Maria da Vitória e de vários outros cursos d'água no estado.

Tal escassez de informações é prejudicial ao controle de cheias e estiagem, sendo assim impossível garantir uma gestão dos recursos hídricos de forma eficiente. Diante de tal cenário, o estabelecimento de expressões regionais é fundamental para o controle dos recursos hídricos e de um estudo mais amplo dos regimes de chuvas e de vazões.

O presente estudo conseguiu de forma geral e através do Método da Curva Exponencial e do Método de Proporção de Áreas estabelecer a regionalização da curva de permanência e das vazões Q_{95} e Q_{50} para a estação 57130000 em Santa Leopoldina. Complementarmente, foram determinadas as equações de chuvas intensas, estas para as cidades ao longo da bacia.

A análise do regime de vazões da bacia do rio Santa Maria da Vitória abre uma gama de novos estudos que poderão ser feitos e uma ferramenta auxiliar a política e gestão dos recursos hídricos de todas as bacias do Espírito Santo.

5 REFERÊNCIAS

ACREMAN, M. C.; SINCLAIR, C. D. **Classification of drainage basins according to their physical characteristics; na application for flood frequency analysis in Scotland**. Journal of Hydrology, v. 84, p. 365-380, 1986.

ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Ano 5, nº 14 – 1988.

AQUINO, LUIZ CARLOS. **Agência Nacional de Águas (ANA)**, 2005.

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**. Viçosa, 2002. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa.

CATALUNHA, M. J. **Sistema integrado em rede para gestão do uso múltiplo da água e regionalização da Q7,10 para os períodos mensal, bimestral, trimestral e anual.** 2004. 165 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2004.

CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F. **Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.7, n.3, p.501-504, 2003.

COSER, M. C. **Regionalização de vazões Q7,10 no estado do Espírito Santo.** 2003. 160 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Espírito Santo, ES.

CSMJ. CONSÓRCIO INTERMUNICIPAL DAS BACIAS DOS RIOS SANTA MARIA DA VITÓRIA E JUCU. **Diagnóstico e Plano Diretor das Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu.** Volume I – Ecossistemas Aquáticos Interiores e Recursos Hídricos. Rio de Janeiro, Habtec Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997

DINPASHOHA, Y. et al. **Selection of variables for the purpose of regionalization of Iran precipitation climates using multivariate methods.** Journal of Hydrology, n. 297, p. 109-123, 2004.

ELESBON, A. A. A. **Utilização de sistemas de informação geográfica na regionalização de vazões Estudo de caso: Bacias dos rios Mucuri, Itaúnas e São Mateus.** Vitória, 2004. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Espírito Santo.

EUCLYDES, H. P. et al. **Regionalização hidrológica na bacia do Alto São Francisco a montante da barragem de Três Marias, Minas Gerais.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre-RS, v. 6, n. 2, p. 81-105, 2001.

GONZALEZ, J. & VALDES, J. B. **A regional monthly precipitation simulation model based on an L-moment smoothed statistical regionalization approach.** Journal of Hydrology, n. 348, p. 27-39, 2008.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). Disponível em <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em 03 jan. 2013.

MACHADO, F. W. **Determinação de vazões médias mensais a partir da regionalização da curva de permanência aplicada a bacias hidrográficas com pequenas áreas de drenagem.** Artigo técnico. Ano 11 Revista nº 42 JUL/AGO/SET, 2009.

MARTINEZ JUNIOR, F.; MAGNI, N.L.G. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo.** São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. 125 p.

MODARRES, R.; SARHADI, A. Statistically-based regionalization of rainfall climates of Iran. **Global and Planetary Change**, v. 75, p. 67-75, 2011.

MOSLEY, M. P. Delimitation of New Zealand hydrologic regions. **Journal of Hydrology**, 49, 1981, 173-192.

PRUSKI, F.F.; SILVA, D.D.; TEIXEIRA, A.F.; CECÍLIO, R.A.; SILVA, J.M.A.; GRIEBELER, N.P. Hidros. **Dimensionamento de sistemas hidroagrícolas**. Viçosa: Editora UFV. 2006. 259 p.

SILVA, D.D. et al. **Estimativa e espacialização dos parâmetros da equação de intensidade-duração- frequência para o Estado de São Paulo**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.7, n.2, p.70-87, 1999.

SILVA JR, CARLOS ALBERTO DA SILVA. **Análise regional de funções hidrológicas aplicáveis à avaliação de vazões mínimas nas bacias hidrográficas dos rios Itapemirim e Itabapoana**. Vitória, 2014. Dissertação (Pós-graduação) Universidade Federal do Espírito Santo.

TOSTA DE REIS, J. A. **Análise do regime de vazões dos cursos d' água da bacia hidrográfica do rio Itapemirim**. PPGEA 2013.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia ciência e aplicação**. EDUSP/Editora da Universidade, 1993. ABRH. 925p.

_____. Regionalização de vazões. In: _____ (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002, cap. 15, p. 573-611.

WILTSHIRE, S. E. **Grouping basins for regional flood frequency analysis**. Hydrological Sciences Journal, n. 30, 1985, p. 151-159.