

## **ESTUDOS DE VAZÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPICURU, BAHIA**

Joice de Jesus Santos<sup>1</sup>  
Danilo Paulúcio da Silva<sup>2</sup>

### **Recursos Hídricos e Qualidade da Água**

#### ***Resumo***

A disponibilidade dos recursos hídricos é representada pelas vazões médias e mínimas, sendo o estudo de vazões imprescindível para melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos. O objetivo desse estudo foi regionalizar vazões da bacia hidrográfica do rio Itapicuru, de maneira a produzir informações para otimizar a gestão dos recursos hídricos e o planejamento ambiental da bacia. A obtenção desses dados foi feita por meio das séries históricas fornecidas pela Agência Nacional das Águas (ANA). O processamento dos dados, foram feitos utilizando os softwares, Sistema Computacional para Análise Hidrológica (SisCAH 1.0) e o Sistema computacional para regionalização (SisCORV 1.0). Foram consideradas 8 estações fluviométricas, no sentido do montante a jusante do curso d'água. O ano hidrológico da bacia iniciou-se no mês de dezembro. Considerando a estação mais a jusante da bacia, a vazão máxima para um período de retorno de 50 anos de 645,54 m<sup>3</sup>/s. A área de drenagem, precipitação e a média da precipitação caracterizaram-se como as variáveis mais expressivas para a representação das diversas variáveis e funções regionalizadas. O modelo de regressão que melhor se adequou ao conjunto de dados, foi o linear e potencial. Este modelo apresentava melhores valores de R<sup>2</sup> ajustado e erro padrão. Diante disso, conclui-se que os métodos aplicados apresentaram resultados satisfatórios para obtenção das vazões de referência em pontos com dados desconhecidos nesta bacia.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento; Recursos hídricos; Regionalização.

---

<sup>1</sup>Graduanda de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Itapetinga, santosjoice1999@gmail.com.

<sup>2</sup>Prof. Dr. da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Itapetinga, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, dpaulucio@uesb.edu.br.

## INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje, o planejamento da ocupação da bacia hidrográfica é necessidade fundamental em uma sociedade que passa por crescente demanda por água. A tendência atual envolve a busca pelo desenvolvimento sustentável na bacia hidrográfica, que implica no aproveitamento racional dos recursos naturais com o mínimo dano ambiental (TUCCI, 2001).

Dentre os recursos naturais, um dos que apresenta os mais variados, legítimos e correntes usos é a água. Pode-se relacionar, dentre outros, os seguintes usos múltiplos para a água: abastecimento público; consumo e/ou matéria prima para a indústria; irrigação; recreação; dessedentação de animais; geração de energia elétrica; navegação; diluição de efluentes e preservação da biodiversidade (BENETTI; BIDONE, 2001).

A quantificação da vazão afluente nos rios de bacias hidrográficas consiste em importante ferramenta para gestão de recursos hídricos, pois através de seu conhecimento se pode quantificar o consumo, avaliar a disponibilidade dos recursos hídricos. A partir destas informações, viabiliza-se a utilização de instrumentos de gestão como a outorga e cobrança pelo uso da água, principalmente em grandes bacias, como é o caso da bacia hidrográfica do rio Itapicuru.

Por meio disso a regionalização hidrológica vem caracterizar-se por uma variedade de métodos que utilizam informações regionais para especializar dados de vazão. Segundo Tucci (2002), o termo regionalização tem sido utilizado em hidrologia para denominar a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. Esta informação pode ocorrer na forma de uma variável, função ou parâmetro. O princípio da regionalização se baseia na similaridade espacial destas informações que permitem essa transferência. Estas informações podem ser características fisiográficas de bacias hidrográficas, informações hidrometeorológica e parâmetros estatísticos calculados a partir das séries de vazões de postos da região (SILVEIRA, G.; TUCCI; SILVEIRA, A., 1998).

Nessa perspectiva, com o objetivo de viabilizar estudos e projetos, os produtos de geoprocessamento são importantes ferramentas na detecção de danos ambientais,

Realização

Apoio

monitoramento de impactos e planejamento da exploração de recursos naturais (ORTIZ; FREITAS, 2005).

Portanto, o uso do geoprocessamento pode integrar dados e contribuir para melhor elaboração e execução de projetos, justificando o estudo, no qual objetiva regionalizar vazões da bacia hidrográfica do rio Itapicuru, através de análises das séries históricas das estações fluviométricas, de maneira a produzir informações para otimizar a gestão dos recursos hídricos e o planejamento ambiental da bacia hidrográfica.

## METODOLOGIA

A bacia hidrográfica do Rio Itapicuru encontra-se situada na porção nordeste do Estado, entre as coordenadas 10° 00' e 12° 00' de latitude sul e 37° 30' e 40° 45' de longitude oeste. A bacia do Itapicuru limita-se ao norte com as bacias dos rios Real, Vaza Barris, Curaçá e Poção, sendo estes dois últimos afluentes do rio São Francisco; a oeste, com a bacia do rio Salitre, também, afluente da margem direita do São Francisco; ao sul com as bacias dos rios Inhambupe e Jacuípe, e a leste com o Oceano Atlântico.

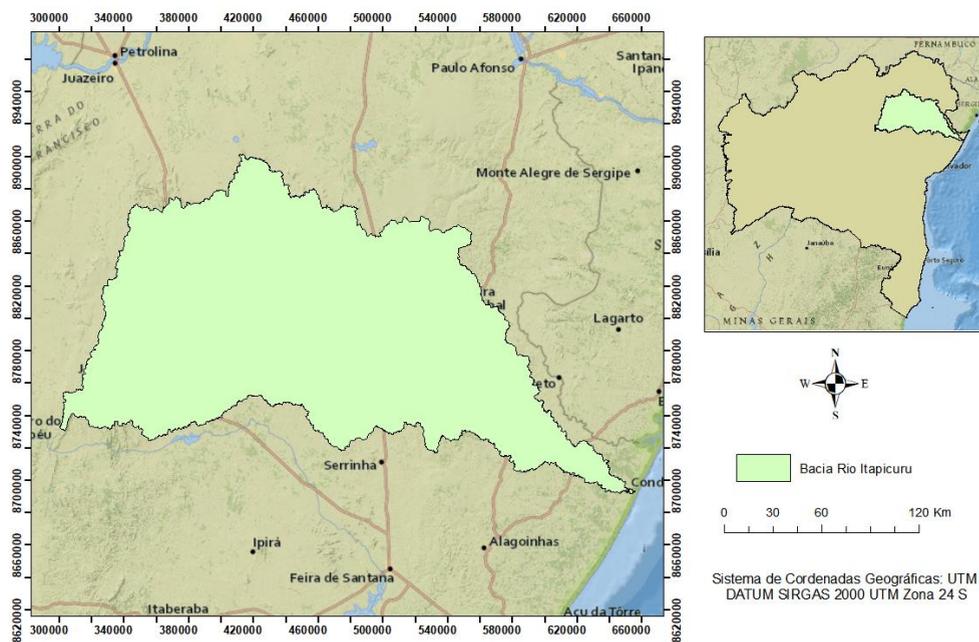


Figura 01: Localização da bacia hidrográfica do Rio Itapicuru.

As características morfométricas da bacia consideradas foram área de drenagem

Realização

Apoio

(A), perímetro (P) e comprimento total dos cursos d'água (Lt), outra variável considerada neste estudo foi a média da precipitação (Mp). Estas foram obtidas a partir de imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 90 x 90 m (MIRANDA, 2005), tratadas utilizando ferramentas disponíveis no software ArcGIS 10.3/ArcMap® da ESRI.

O levantamento de dados das séries históricas foi realizado através de consulta ao portal Hidro Web oriundo da Agência Nacional de Águas – ANA (2018), através de dados consistidos. As vazões regionalizadas foram as seguintes: Q7,10; Q90; Q95; Qmed e Qmax, sendo estas respectivamente, vazão mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência, vazões máximas com 90 e 95% de permanência nas estações analisadas, vazão média e vazão máxima. Os períodos de retorno utilizados foram de 10, 50, 100, 500 e 1000 anos. Foram utilizadas cinco estações fluviométricas compreendendo ao período de 1967 à 2018.

Para regionalizar as vazões, foi adotado o método tradicional, onde aplica-se análise de regressão múltipla. Foram testados os modelos de distribuição de probabilidade Gumbel, Pearson tipo 3, Log-Pearson tipo 3, Log-Normal tipo 2 e Log-Normal tipo 3 para vazões máximas. Os modelos foram aplicados com o auxílio do software Sistema Computacional para Análise Hidrológica - SisCAH. A regionalização foi realizada no software Sistema Computacional para Regionalização de Vazões - SisCORV.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 01 apresenta as estações fluviométricas utilizadas para a regionalização de vazões e suas respectivas características morfométricas e precipitação média, referentes as sub-bacias que contribui para as estações fluviométricas em questão.

Realização

Apoio



Tabela 01: Características morfométricas e precipitação média das estações fluviométricas

<b>Código</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Perímetro (Km)</b>	<b>Lt (Km)</b>	<b>Precipitação Média (mm)</b>
<b>50380000</b>	- 10,84	- 40,11	2748,59	721,59	294,54	663,54
<b>50420000</b>	- 11,21	- 40,47	1285,67	357,66	219,86	664,96
<b>50430000</b>	- 11,18	- 40,04	2195,19	584,21	334,56	621,11
<b>50465000</b>	- 10,97	- 39,63	11795,77	3156,75	661,58	583,70
<b>50494000</b>	- 10,99	- 39,22	18220,65	4975,66	809,26	532,00
<b>50520000</b>	- 11,06	- 38,83	26009,94	7166,81	1031,80	522,48
<b>50540000</b>	- 11,09	- 38,51	27944,48	7702,93	1080,86	524,88
<b>50595000</b>	- 11,73	- 37,80	35080,90	9545,76	1389,18	542,38

Com base na análise dos dados de médias mensais de longa duração, foi considerado o ano hidrológico com início em dezembro.

A importância da vazão máxima, caracteriza-se pela frequência da sua ocorrência, está particularmente associada aos riscos de inundação em bacias hidrográficas e à definição das vazões de projeto de obras hidráulicas de controle de enchentes. Ela é utilizada nos estudos voltados para os projetos dos vertedores de barragens, dos canais de drenagem, dos bueiros e galerias de águas pluviais, dos diques e dos vãos de pontes, entre outros (MONTEIRO et al., 2020).

Na Tabela 02 são apresentadas as equações de regionalização para vazões mínimas, vazões médias de longa duração e vazões máximas para diferentes períodos de retorno e as variáveis que se adequaram a cada equação.

Tabela 02: Equações de regionalização de vazões

Vazão	Equação	R <sup>2</sup>	Variáveis
Q <sub>7,10</sub>	$Q = [-22,46 + (A^* - 0,00351) + (Lt^*0,01132) + (P^*0,01727) + (Mp^*0,0287)]$	0,94	A,Lt,P,Mp
Q <sub>90</sub>	$Q = [-30,39 \times 10^{11} + (P^*0,0081) + (Mp^*0,0428)]$	0,96	P,Mp
Q <sub>95</sub>	$Q = [8,85 \times 10^{-11} * (A^{-2,65 \times 10^{11}}) * (P^{7,18 \times 10^7})]$	0,99	A,P
Q <sub>méd</sub>	$Q = [1,3611 \times 10^{-21} * (A^{1,19 \times 10^{10}}) * (Mp^{6,20 \times 10^{17}})]$	0,96	A,Mp
Vazão	Equação	R <sup>2</sup>	
Q <sub>10</sub>	$Q = [89,57 \times 10^{11} * (A^{2,39 \times 10^{11}}) * (P^{-3,65 \times 10^5}) * (Mp^{-3,54 \times 10^6})]$	0,97	A,PM,P
Q <sub>50</sub>	$Q = 4,25 \times 10^{21} * (A^{2,37 \times 10^{11}}) * (P^{-4,02 \times 10^7}) * (Mp^{-6,20 \times 10^{10}})$	0,97	A,PM,P
Q <sub>100</sub>	$Q = 2,15 \times 10^{23} * (A^{2,38 \times 10^7}) * (P^{-4,12 \times 10^{11}}) * (Mp^{-6,71 \times 10^8})$	0,97	A,PM,P
Q <sub>500</sub>	$Q = 2,39 \times 10^{26} * (A^{2,40 \times 10^{11}}) * (P^{-4,31 \times 10^{11}}) * (Mp^{-7,61 \times 10^{10}})$	0,97	A,PM,P
Q <sub>1000</sub>	$Q = 2,66 \times 10^{27} * (A^{2,42 \times 10^{11}}) * (P^{-4,39 \times 10^{10}}) * (Mp^{-7,92 \times 10^9})$	0,97	A,PM,P

O modelo de regressão que melhor se adequou ao conjunto de dados, para as regionalizações Q<sub>7,10</sub> e Q<sub>90</sub> foi o linear e para as demais, foi o potencial. Esses modelos apresentavam melhores valores de R<sup>2</sup> ajustado e erro padrão. E Os modelos de distribuições de probabilidade Log-Normal 3 Parâmetros e Gumbel apresentaram menor amplitude no intervalo de confiança.

A área de drenagem, precipitação e média da precipitação caracterizaram-se como as variáveis mais expressivas para a representação das diversas variáveis e funções regionalizadas. Estudos realizados em outras bacias hidrográficas, como o elaborado por Castiglioni (2013) ao testar equações de regionalização constatou como resultado a área de drenagem como característica expressiva variável na regionalização de vazões.

## CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica do rio Itapicuru apresentou homogeneidade nas regiões, os modelos de distribuições de probabilidade Log-Normal 3 Parâmetros e Gumbel apresentaram menor amplitude no intervalo de confiança, isto é, no ajuste das funções referentes a vazões máximas, mínimas e médias. Sendo assim os modelos de regionalização linear e potencial foram aplicados na bacia. A área de drenagem, precipitação e média da precipitação caracterizaram-se como as variáveis mais expressivas para o resultado. Diante disso, conclui-se que os métodos utilizados apresentaram resultados satisfatórios para obtenção das vazões de referência em pontos com dados desconhecidos e para então regionalizar as vazões desta bacia hidrográfica.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (Brasil). **Hidroweb: Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: . Acesso em: 10/05/2022.
- BENETTI, A.; BIDONE, F. **O meio ambiente e os recursos hídricos**. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia. 2ª ed, Porto Alegre, 2001. cap 22, p. 850.
- CASTIGLIONI, I. F. Análise regional de vazões para a bacia hidrográfica do rio Itapemirim. **Trabalho de Conclusão de curso** (Bacharel) Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2013.
- COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo hidrologia**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas-UFRGS, 2008.
- MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: **Embrapa Monitoramento por Satélite**, 2005.
- MONTEIRO, R. G.; LEMOS, R.S.; RANGEL, F. L.; SILVA, D.P.: Estudo de Vazões na bacia hidrográfica do rio Corrente, Bahia. **Congresso Nacional do Meio Ambiente**, 2020 Poços de Caldas - MG - Brasil ISSN on-line Nº 2317-9686 – V. 12 N.1 2020.
- ORTIZ, J. L.; FREITAS, M. I. C. Mapeamento do uso da terra, vegetação e impactos ambientais por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento. **Geociências**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 91-104, 2005.
- SILVEIRA, G.L., TUCCI, C.E.M., SILVEIRA, A.L.L. Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.3, n.3, p.111-131, 1998.
- SISCORV: **software livre**. Versão 1.0. Viçosa: UFV. Disponível em: <  
<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares> >. Acesso em: 01 maio 2022.



TUCCI, C. E. M. Blog do Tucci – **Recursos Hídricos e Meio Ambiente**. Deficiência do monitoramento de qualidade da água, set. 2009. Disponível em <<http://rhama.net/wordpress/?p=112>>. Acesso em: 08 maio de 2022.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e aplicação**. In.: Hidrologia: Ciência e aplicação. 2ª ed. Porto Alegre, 2001. cap 1, p. 25.

TUCCI, Carlos E.M. 2002. **Regionalização de vazões**. Editora da Universidade. UFRGS. 1ª edição. Porto Alegre.

Realização



Apoio

