

**ANÁLISE DE PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DA BACIA E SUB
BACIA HIDROGRÁFICAS DO RIO VERRUGA, NO SUDOESTE DA BAHIA,
UTILIZANDO SIG**

Lorena Lima Ferraz¹, Maria Irlan Oliveira Azevedo², Letícia Vitória Fernandes Rocha³, Manoel Messias Coutinho Meira⁴, Amanda Coqueiro Silva⁵, Felizardo Adenilson Rocha⁶

Resumo – O estudo das características de uma bacia é de suma importância para a gestão de recursos hídricos a fim de atender às demandas socioambientais, e o geoprocessamento surge como um conjunto de tecnologias imprescindível para essa análise. O crescimento urbano, sem estruturação adequada, dos municípios baianos de Vitória da Conquista, Barra do Choça e Itambé gera impacto que prejudica a qualidade hídrica da bacia hidrográfica que fazem parte, o Rio Verruga. Partindo desses pressupostos, o presente artigo propõe a análise dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Verruga, bem como da sua sub-bacia que integra a região urbana da cidade de Vitória da Conquista. O estudo feito através do tratamento das imagens de satélite da área de estudo utilizando um software de geoprocessamento, possibilitou a obtenção do modelo digital de elevação hidrológico e a delimitação da bacia, possibilitando a aquisição dos dados morfométricos. Tanto a bacia quanto a sub-bacia do Rio Verruga são bacias alongadas, com baixa susceptibilidade a enchentes e com sistemas de drenagem ineficientes.

Abstract – The study of the characteristics of a basin is very important for the management of hydric resources to meet the socioenvironmental demands, and geoprocessing appears as a set of essential technologies for this analysis. The urban growth, without adequate structure, of the municipal districts of Vitória da Conquista, Barra do Choça and Itambé generates impact that affect the hydric quality of the hydrographic basin of which they are part, the Verruga river. From these presuppositions, the present article proposes the analysis of the morphometric parameters of the Verruga river basin, as well as of its sub-basin that integrates the urban region of the municipal district of Vitória da Conquista. The study was made through the treatment of satellite images of analysis area using a geoprocessing software, allowed to obtain the digital hydrological elevation model and basin's delimitation, allowing the acquisition of morphometric data. Both the basin and the sub-basin of Verruga river are elongated basins, with low susceptibility to floods and with inefficient drainage systems.

Palavras-Chave – Geoprocessamento, morfometria, SIG.

¹ Eng., graduanda, Instituto Federal da Bahia, (77) 99119-9049, lorenalferraz@gmail.com

² Eng., graduanda, Instituto Federal da Bahia, (77) 99105-8802, mariairlan.azevedo49@gmail.com

³ Eng., graduanda, Instituto Federal da Bahia, (77) 98877-7402, leticiavfrocha@gmail.com

⁴ Eng., graduando, Instituto Federal da Bahia, (77) 98807-1197, yoshishairy@gmail.com

⁵ Eng., graduanda, Instituto Federal da Bahia, (77) 98803-9475, amanda_yeshua@hotmail.com

⁶ Eng., PhD., Instituto Federal da Bahia, (77) 99103-1355, felizardoar@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Bacia hidrográfica é uma área geográfica que possibilita a gestão integrada, sendo compreendida como uma região de captação natural da água das chuvas, a qual converge o escoamento para um único ponto de saída. Ela é composta por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

Dessa forma, as sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal, possuindo áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km² (FAUSTINO, 1996). A análise das características de uma bacia é essencial para um efetivo gerenciamento dos recursos hídricos a fim de atender à demanda socioambiental existente.

Visto isso, o geoprocessamento se mostra como um conjunto de tecnologias de suma importância para o estudo das bacias e sub-bacias hidrográficas. A administração governamental pode encontrar nessa ferramenta um importante aliado nas etapas de levantamento de dados, diagnóstico do problema, tomada de decisão, planejamento, projeto, execução de ações e medição dos resultados (TEODORO, 2012). Diante da carência de informações acerca de muitas áreas do Brasil, o geoprocessamento é uma estratégia de conhecimento geográfico de um determinado espaço.

A bacia hidrográfica do Rio Verruga está localizada no sudoeste da Bahia e corta três importantes cidades do estado: Vitória da Conquista, Barra do Choça e Itambé. A primeira cidade é um pólo regional, com quase 400 mil habitantes, sendo referência no estado para questões econômicas de comércio, saúde e educação. Já a segunda cidade se destaca pelo potencial produtor de café. O município de Itambé é uma região de alta disponibilidade hídrica, ao receber toda a água escoada na bacia estudada e ter o rio Pardo como um dos principais rios locais.

O crescimento desordenado das cidades tem provocado mudanças nos ecossistemas naturais, com as pressões desta interferência refletidas na redução da qualidade do ambiente. O desenvolvimento urbano, industrial e comercial das cidades que fazem parte da bacia hidrográfica do Rio Verruga não foi projetado de forma a minimizar os impactos sobre o meio ambiente, e com isso, a qualidade dos corpos hídricos da região estão sendo afetados principalmente pelo despejo de efluentes e o assoreamento pela retirada da mata ciliar.

Segundo Veiga (2010), o desenvolvimento com qualidade urbana perpassa a inclusão das questões ambientais no planejamento urbano, e para isso, a gestão dos recursos hídricos deve ser embasada em estudos que levam à compreensão das problemáticas envolvidas, adequação e aplicação de tecnologias para a realidade do ambiente estudado que possam atingir a resolução dos impasses ambientais. Nesse sentido, a morfometria de bacias se apresenta como uma importante ferramenta de análise das características físicas dos corpos hídricos e ponto de partida para um gerenciamento adequado.

O estudo da morfometria da bacia hidrográfica do Rio Verruga a partir de imagens de satélite busca a identificação de características e o comportamento da bacia, sendo estes pontos importantes para diagnósticos acerca dos parâmetros de qualidade hídrica. Visto isso, o presente trabalho tem como objetivo propor a análise dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Verruga, bem como a da sua sub-bacia que engloba a região urbana da cidade de Vitória da Conquista.

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Verruga está localizada na região sudoeste da Bahia (Figura 1), sendo a nascente do rio principal localizada cidade de Vitória da Conquista. A região da bacia em estudo contém parte da sua área nas cidades de Barra do Choça e Itambé, sendo a seção de controle da bacia localizada à jusante de Itambé, drenando a calha do Rio Pardo. Já a sub-bacia 1 está localizada na região norte da bacia, compreendendo a região urbana da cidade de Vitória da Conquista.

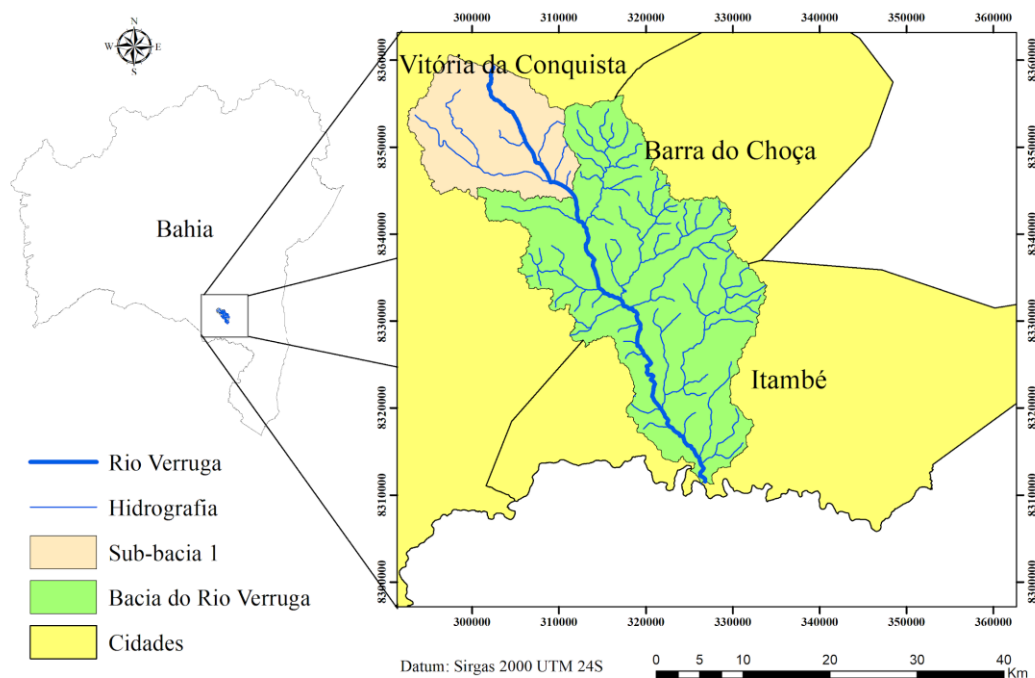


Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Autores (2018).

2.2. Obtenção do MDEHC e delimitação da bacia

Para preparação das imagens de satélite e delimitação das bacias hidrográficas, foi utilizado o software ArcGis® versão 10.1. Foram utilizadas imagens SRTM com resolução espacial de 30 metros obtidas no site do INPE, que após serem submetidas a processamentos digitais de correção de elevações e depressões, além da determinação da direção de fluxo e fluxo acumulado, foi possível chegar ao modelo digital de elevação hidrologicamente consistido (MDEHC). O processo de delimitação da bacia e sub-bacia hidrográfica da região em estudo foi realizado automaticamente através da extensão ArcHydro.

2.3. Determinação dos parâmetros morfométricos

Após a delimitação da bacia e sub-bacia foram obtidos os seguintes parâmetros morfométricos: área drenagem (A), perímetro da bacia (P), coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf), índice de circularidade (Ic), declividade, altitude, densidade de drenagem (Dd), densidade da rede de drenagem (Dr) e extensão média do escoamento superficial (Cm).

O coeficiente de compacidade (Kc) é a razão entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual (Equação 1). A Equação 2 possibilita calcular o fator de forma (Kf), que é a relação entre a largura média da bacia e o comprimento do eixo (da foz ao ponto mais longínquo da área). Quanto mais próximos seus valores estiverem de 1 maior suscetibilidade da bacia a enchentes. O Ic relaciona o perímetro à área da bacia, cujos valores tendem a 1 em bacias de forma circular e diminuem para bacias com forma alongada. O índice de circularidade foi calculado pela Equação 3.

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{Equação 1}$$

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad \text{Equação 2}$$

$$Ic = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad \text{Equação 3}$$

Através da Equação 4, foi possível calcular a densidade de drenagem (Dd) das bacias em questão apresentando como dados de entrada o somatório total dos cursos d'água e área da

bacia. Pela Equação 5, calculou-se a densidade de rede de drenagem, que representa a relação entre o número de cursos d'água e área da bacia, dando como entrada a quantidade de cursos d'água.

Para cálculo da extensão média do escoamento superficial, foi utilizada a Equação 6. Este parâmetro relaciona a densidade de drenagem da bacia hidrográfica com um comprimento médio lateral da rede de drenagem. A importância deste parâmetro está no cálculo do tempo de concentração da bacia hidrográfica (MELLO, 2010).

$$Dd = \frac{\sum L}{A} \quad \text{Equação 4}$$

$$Dr = \frac{N}{A} \quad \text{Equação 5}$$

$$Cm = \frac{1}{4Dd} \quad \text{Equação 6}$$

Para determinação da área, perímetro, altitudes e declividades foi utilizada a tabela de atributos do ArcMap, através de cálculos realizados a partir da delimitação da bacia e sub-bacia em estudo e da análise do MDEHC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Verruga, bem como da sub-bacia 1 estão representados na Tabela 1. A área de drenagem da bacia possui 908,74 km² e perímetro 247,92 km. Já a sub-bacia 1, foram encontrados valores de 229,6 km² e 95,46 km de área e perímetro, respectivamente.

Tabela 1. Parâmetros morfométricos da bacia e sub-bacia do Rio Verruga.

Parâmetros morfométricos	Rio verruga	Sub-bacia 1
Área de drenagem (km ²)	908,74	229,6
Perímetro (km)	247,92	95,46
Comprimento axial (km)	57,85	57,85
Comprimento total dos cursos d'água (km)	443,24	21,84
Número de canais	141	13
Kc	2,3	1,76
Kf	0,27	0,07
Ic	0,19	0,32
Dd	0,49	0,10
Dr	0,16	0,06
Cm	0,51	2,63

A partir da análise dos coeficientes morfométricos, foi identificado que a bacia do Rio Verruga possui baixa susceptibilidade a enchentes. O fator de forma (Kf = 0,27), coeficiente de compacidade (Kc = 2,3) e o índice de circularidade (Ic = 0,19), possuem valores dentro da faixa fixada por Villela e Mattos (1975), que afirmam as bacias alongadas possuem menor concentração do deflúvio. O formato alongado da bacia indica a menor possibilidade de altos picos de cheias, havendo menores chances de a precipitação cobrir toda a sua área e a água escoar de todos os seus pontos simultaneamente e diretamente para a seção de controle.

A mesma análise se aplica para a sub-bacia 1, que compreende a região urbana da cidade de Vitória da Conquista. A sub-bacia apresentou Kf = 0,07, Kc = 1,76 e Ic = 0,32, valores que nos permitem afirmar a sua baixa susceptibilidade à eventos de cheias.

O valor obtido da Densidade de Drenagem (Dd) foi de 0,49 para a bacia e 0,10 para a sub-bacia 1, o que, segundo Villela e Mattos (1975), representa drenagem pobre ($> 5\text{Km/Km}^2$). O MDEHC da sub-bacia 1 (Figura 2) demonstra média variação de altitude, apresentando elevação média de 929,5 m, com mínima de 747 m e máxima de 1112 m.

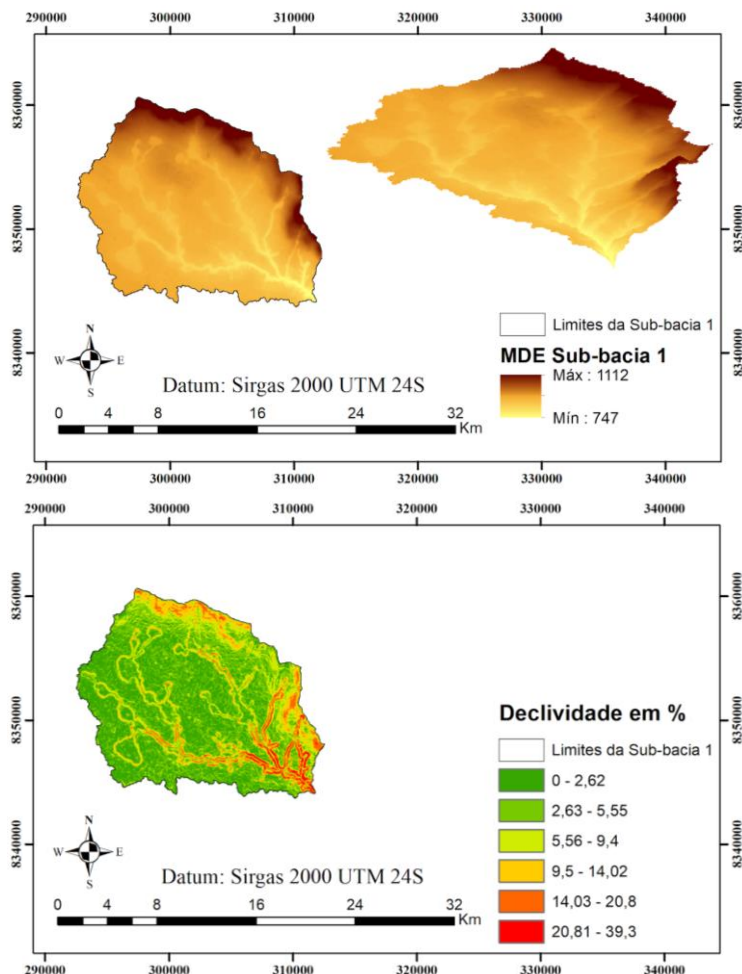
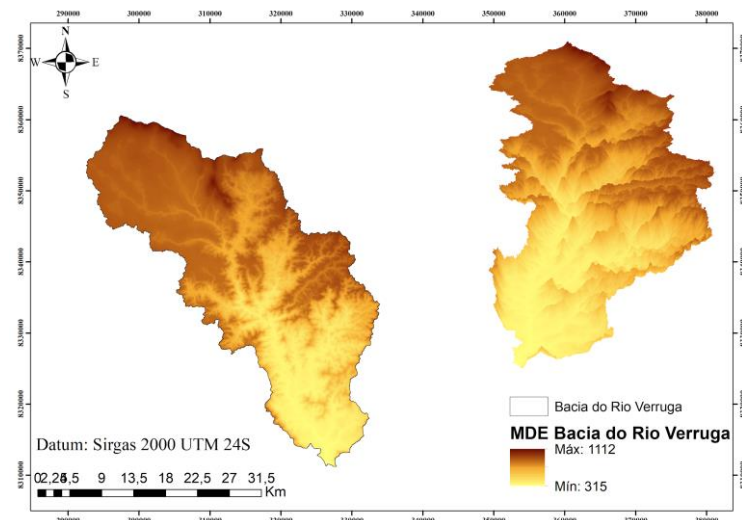


Figura 2. MDE em 2 e 3D e mapa declividade da sub-bacia 1. Fonte: Autores (2018).

O MDEHC da bacia do Rio Verruga (Figura 3) demonstra alta variação de altitude, apresentando elevação média de 713,5 m, com mínima de 315 m e máxima de mais de 1,1 km. Santos et al. (2010) afirmam que grandes variações de altitude numa bacia acarretam diferenças significativas na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração e precipitação anual.



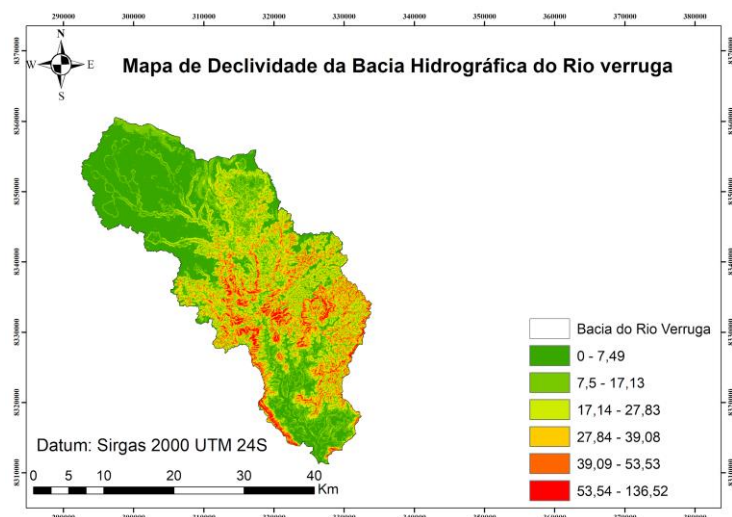


Figura 3. MDE em 2 e 3D e mapa de declividade da bacia do Rio Verruga. Fonte: Autores (2018).

A declividade máxima e mínima encontrada na bacia do Rio Verruga (Figura 3) foi de 136,52 e 7,49 graus, respectivamente. Já na sub-bacia 1 (Figura 2), o valor mínimo foi 2,62 e máximo 39,3. As regiões de maior declividade encontram-se na parte média da bacia. Segundo Tonello et al. (2006), a declividade de uma bacia hidrográfica afeta a velocidade do escoamento superficial, diminuindo a infiltração da água no solo, que, associadas à ausência de cobertura vegetal e altas intensidades de chuvas, potencializam o processo de erosão do solo e a ocorrência de picos de cheias.

4. CONCLUSÕES

Diante da análise dos parâmetros morfométricos da bacia hidrográfica do Rio Verruga e sua sub-bacia, o modelo de elevação digital aponta para uma bacia com baixa susceptibilidade a enchentes. O alto coeficiente de compactidade e o fator de forma de ambos os cursos d'água corroboram a declaração. Nesse sentido, a avaliação quantitativa dos parâmetros sugere formato alongado da bacia, sugerindo que a precipitação pluviométrica sobre ela se concentra em diferentes locais.

A declividade e a cobertura vegetal são aspectos importantes no manejo adequado da bacia. Verificou-se uma menor variação na sub-bacia e uma diferença de altitude alta na bacia principal. Esse fator interfere na infiltração, evapotranspiração e precipitação, controlando o tempo de escoamento superficial.

Identificou-se que as densidades de drenagem da bacia e sua sub-bacia são pobres e seu sistema de drenagem é pouco eficiente. Sendo assim, foi possível mensurar o coeficiente de manutenção, necessário para a preservação dos cursos de água. O presente trabalho se estabelece como ferramenta de orientação e planejamento para uso e ocupação dos solos e manejo da bacia, além de fornecer informações para novas análises.

REFERÊNCIAS

- FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.
- MELLO, C.R; SILVA, A.M. Hidrologia de Bacias Hidrográficas. 2010.
- TEODORO, P. E. 2012. Geoprocessamento e sua importância na Engenharia. Portal Brasil Engenharia. Disponível em: <<http://www.brasilengenharia.com/portal/palavra-do-leitor/1291-geoprocessamento-e-sua-importancia-na-engenharia>>. Acesso em 23 abr. 2018.
- TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L.; ALVARES, C. A.; RIBEIRO, S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG. Revista Árvore, v.30, n.5, p.849-857, 2006.
- TUCCI, C. E. M. 1997. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

VEIGA, A. J. P. (2010) "*Sustentabilidade urbana, avaliação e indicadores: um estudo de caso sobre Vitória da Conquista - Bahia*", Tese de doutorado, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, 283p.

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

SANTOS, D. B. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio São José, Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava, v.5, n.2, p.7-18, maio/ago. 2012.