

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GANDU – BA, A PARTIR DE DADOS SRTM

Samuel de Amaral Macedo¹, Pedro Enrico Salamim Fonseca Spanghero²

¹Graduando em geografia, Bolsista de Iniciação Científica FAPESB, Laboratório de Geoprocessamento da UESC, Ilhéus-BA, macedo.samuel@yahoo.com

²Geógrafo, Mestrando em Geografia, Instituto de Geociências UNICAMP, Campinas-SP, geo.pedros@gmail.com

RESUMO: A bacia hidrográfica constitui uma unidade territorial para fins de planejamento e de gerenciamento dos recursos hídricos. Por esse motivo, a análise morfométrica e a delimitação de bacias hidrográficas são procedimentos importantes e as primeiras ações para que haja o melhor manejo em possível aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta pesquisa objetivou definir os limites da bacia hidrográfica do Rio Gandu, através de produtos orbitais e, a partir do polígono delimitado, obter e analisar as características fisiográficas da área de estudo. O sensoriamento remoto e o geoprocessamento foram tecnologias fundamentais para a confecção dos mapas temáticos e auxílio durante as análises das características físicas. Quanto à metodologia, utilizou-se dados do projeto SRTM (Shuttle), para obter informações, a fim de identificar elementos altimétricos de caracterização do relevo. A partir dos resultados, foi possível obter informações morfométricas essenciais na análise de bacias hidrográficas como: tempo de concentração, declividade média da bacia, declividade média do rio principal, densidade de drenagem, amplitude e outros. A bacia hidrográfica do rio Gandu apresenta uma área de 88,95 Km², possui forma alongada, desfavorecendo ocorrência de inundação, tem uma declividade que favorece à boa capacidade de drenagem, valores entre 8% e 20% de declividade, ondulada.

PALAVRAS-CHAVE: hidrografia, MDE, SIG

INTRODUÇÃO: No Brasil, a Lei Federal nº 9.433/97 estabelece a bacia hidrográfica como unidade territorial para aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Estas unidades básicas facilitam a aplicação dos instrumentos da PNRH, por exemplo: enquadramento dos corpos d'água, outorga e cobrança pelo uso de recursos hídricos. Araújo et al. (2009) evidencia que a delimitação de uma bacia hidrográfica é um dos primeiros e mais comuns dos processos realizados em estudos hidrológicos ou ambientais. Para entender a dinâmica da bacia hidrográfica, foi realizado um estudo morfométrico considerando diversos parâmetros, como por exemplo, coeficiente de compactidade e índice de circularidade. Esses parâmetros podem ser estimados, a partir de um MDE (modelo digital de elevação), com uso de um leque de técnicas (MOORE et al, 1991). A análise morfométrica e a delimitação da bacia foram possíveis com uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's), que na concepção de Johnson (2009) oferece um leque de funções que auxiliam na análise, com uso de características espaciais. Em diversos casos, essas funções fornecem recursos sem precedentes. Os procedimentos realizados em ambientes SIG's geram resultados relevantes (O'CALLAGHAN & MARK, 1984). A importância de estudos relacionados à análise morfométrica e a delimitação de bacias hidrográficas motivou a realização dessa pesquisa, cujo objetivo é apresentar um mapa da bacia hidrográfica do Rio Gandu, com a identificação das suas características físicas e dinâmica.

MATERIAL E MÉTODOS: A bacia hidrográfica do rio Gandu possui uma extensão de aproximadamente 88,95 Km², situa-se entre os paralelos 13°44' (S) e 13°52' (S), entre os meridianos 39°24' (W) e 39°33' (W) e está localizada em sua totalidade no município de Gandu, Bahia (Figura 1). Nessa bacia hidrográfica há predominância das características do Bioma Mata Atlântica, com Vegetação Floresta Ambrófila Densa e Floresta Atlântica (Vegetação secundária e Atividades Agrícolas). O clima é quente e úmido, sem estação seca, pluviosidade total superior a 1.300 mm, o relevo é de planalto pré-litorâneo e solo Latossolo (BahiaSEI, 2017).

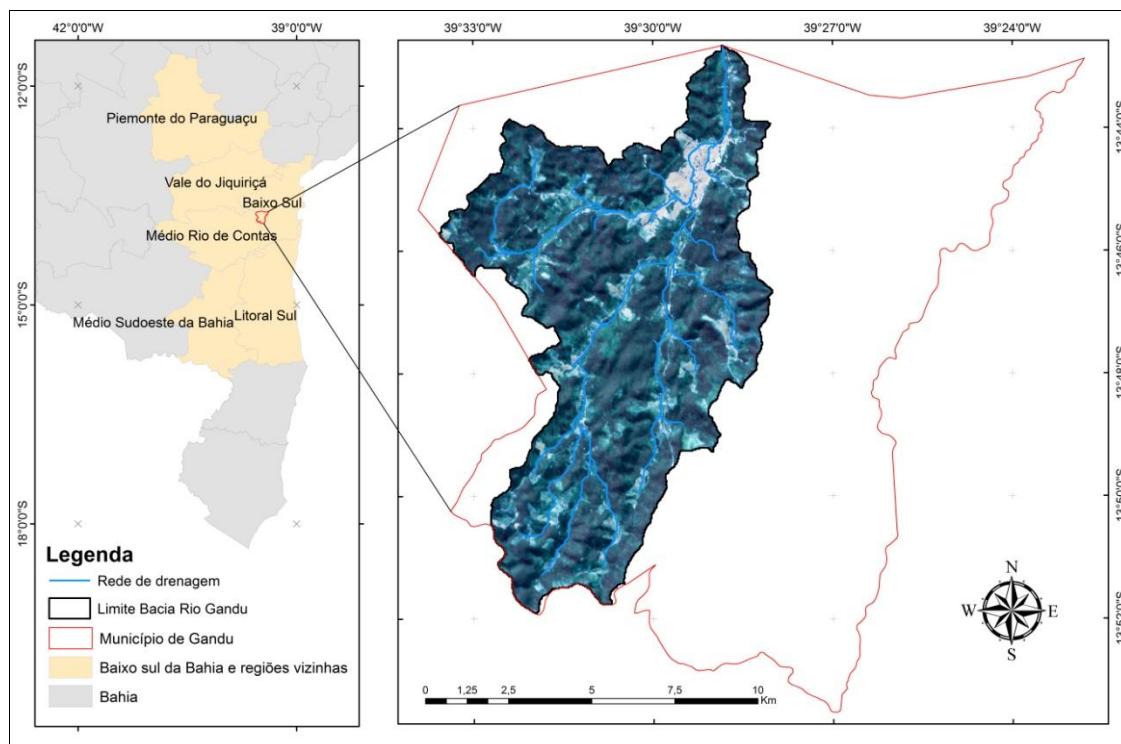


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo

No presente estudo, utilizou-se o modelo digital de elevação tanto para delimitação da bacia quanto para extrair informações das suas características físicas. Para a composição da bacia hidrográfica do Rio Gandu, foi utilizada apenas uma imagem SRTM. O mapa de elevação do terreno contém informações para o cálculo da declividade entre células adjacentes, e esta determinará o percurso da água e qual a área drenada por cada rio. O mapa de elevação do terreno é um produto a partir dos modelos digitais de elevação – MDE, que são representações matriciais do terreno, contendo cotas altimétricas para cada elemento de área (Lima, 2011).

É possível obter um MDE em fontes variadas, um exemplo foi citado por (Lima, 2011):

- ETOPO1 - Global Relief Model, gerado pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), com resolução de 1 grau de latitude e longitude.
- ASTER GDEM – Global Digital Elevation Model Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer, produto de uma parceria entre o governo do Japão e a National Aeronautics and Space Administration (NASA), com resolução espacial de 30 m.
- SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, um projeto internacional liderado pela National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) e pela NASA, com resolução espacial de 90 m para o globo terrestre e resolução de 30 m para a área território dos Estados Unidos.

Para delimitação da bacia hidrográfica do rio Gandu, utilizou-se o *software* ArcGIS 10.2, visto que nele foram confeccionados e manipulados os mapas. Com o uso da ferramenta *ArcHydro*, realizou-se os seguintes comandos:

- *Fill*: preencher a superfície do raster eliminando pequenas imperfeições;
- *Flow Direction*: avaliação de direção de fluxo;
- *Flow Accumulation*: cálculo do fluxo acumulado;
- *Watershed*: delimitação da bacia;
- *Raster to Features*: transformação para polígono.

Após a obtenção do polígono da bacia, utilizou-se o comando *Stream Network* a fim de obter a rede de drenagem automaticamente, depois, com o uso da ferramenta *Clip*, foi feito o corte da rede de drenagem. Para a análise morfométrica da microbacia hidrográfica foram considerados os seguintes parâmetros:

Coefficiente de Compacidade: Fornece informações da sensibilidade de enchentes na bacia. Utilizou-se a equação:

$$Kc = \frac{0,28P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

em que **Kc**: coeficiente de compacidade; **P**: perímetro (m); **A**: área de drenagem (m²).

Índice de Circularidade: Refere-se à relação entre a área da bacia e a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia. Fez-se o uso da equação:

$$Ic = \frac{12,57A}{P^2} \quad (2)$$

em que **Ic**: índice de circularidade; **P**: perímetro (m); **A**: área de drenagem (m²).

Fator de forma: Este índice deve ser utilizado na comparação de bacias de áreas semelhantes. É também um indicativo da possibilidade de enchentes. Foi empregada a equação:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (3)$$

em que **Kf**: fator de forma; **A**: Área da bacia (m²); **L**: comprimento do curso principal da bacia (m).

Densidade de drenagem: Este índice constitui um indicativo muito importante do escoamento superficial da água, o que reflete uma maior ou menor intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais. A obtenção desse resultado se deu a partir da equação:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (4)$$

em que **Dd**: Densidade de drenagem (m/m²); **L**: o comprimento total dos cursos da bacia (km); **A**: área de drenagem (km²).

Tempo de concentração: Obtido a partir do emprego do método empírico proposto por Giandotti em 1978, no caso, a equação:

$$Tc = \frac{(A^{1/2} + 1,5l)}{0,8 H^{1/2}} \quad (5)$$

em que **A**: Área da bacia (km²); **L**: comprimento horizontal desde a saída até o ponto mais afastado da bacia (Km²); **H**: diferença de cotas entre a saída e o ponto mais afastado da bacia (m).

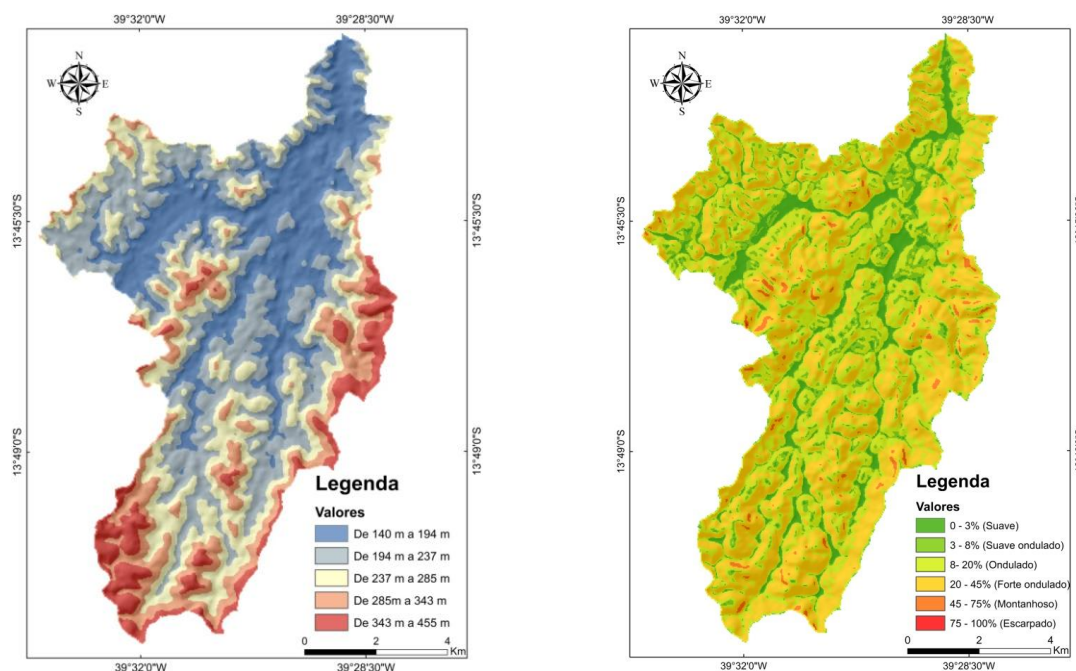
RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na Tabela 1 são apresentados os resultados da caracterização morfométrica da bacia em estudo. A bacia hidrográfica é um elemento básico para a geração de modelos de predição do escoamento. Nesse contexto, a bacia do rio Gandu, pertencente ao município de Gandu- BA, apresenta área de drenagem de 88,95 Km², com perímetro de 74,64 Km, caracterizando uma bacia de pequeno porte. O coeficiente de compacidade observado foi de 2,21. Segundo Cardoso et al. (2006), um coeficiente baixo igual à unidade equivale a uma bacia circular e,

para uma bacia alongada, seu valor é maior que 1. Quanto mais próximo da unidade for o coeficiente de rendimento da bacia hidrográfica, maior a susceptibilidade de ocorrência de enchentes mais acentuadas.

Tabela 1 – Características morfométricas da bacia hidrográfica do rio Gandu.

Características Físicas	Unidade de medida	Resultados
Área da Bacia	Km ²	88,95
Perímetro da Bacia	Km	74,64
Comprimento do rio principal	Km	18
Comprimento total dos canais	Km	68
Coeficiente de compactidade	Mínimo = 1	2,21
Índice de circularidade	Máximo = 1	0,20
Fator de forma		0,27
Declividade média da bacia	m/m	0,18
Declividade média do rio principal	m/m	0,015
Densidade de drenagem	Km ² /km	0,764
Altitude média da bacia	m	297,5
Amplitude	m	315
Tempo de concentração (tc) (Giandotti)	minutos	144

Os valores obtidos para o índice de circularidade e fator de forma foram iguais a 0,20 e 0,27, respectivamente. Dessa maneira, a partir dos três parâmetros analisados e discutidos até o momento, torna-se possível constatar que a bacia apresenta forma mais alongada, conforme pode ser visualizado na Figura 3, desfavorecendo possíveis inundações e topologia que condiciona o escoamento superficial, quando tais parâmetros são considerados isoladamente e em condições normais de precipitação. O relevo de uma bacia interfere fatores hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial e o tempo de concentração são determinados pelo desnivelamento do terreno. A declividade média de uma bacia hidrográfica tem elevada importância no escoamento superficial da água, dentre outros processos. Dessa maneira, averigua-se que a bacia do rio Gandu apresenta declividade média igual 18,74% (Figura 3), enquanto seu curso principal apresenta valor igual a 0,5%. Conforme a classificação da EMBRAPA (1979), a bacia possui relevo ondulado, pois apresenta declividade média entre 8% e 20%. O tempo de concentração, que retrata o período em que toda a área da bacia contribuirá para o escoamento - para que isso aconteça a duração da chuva excedente deve ser, no mínimo, igual ao tempo de concentração - foi adquirido com o uso do método de Giandote, obtendo-se resultado igual a 144 minutos. O tempo de concentração possui relação com a circunstância da forma da bacia se afastar da forma de uma circunferência, o que atrasa o tempo de concentração, além de outros fatores. A significância do tempo de concentração de uma bacia hidrográfica está no fato deste ser um parâmetro importante para a suposição de vazões de cheia. O mapa altimétrico é uma representação do relevo médio de uma bacia que demonstra a variabilidade da elevação de vários terrenos na área da bacia. O mapa de relevo para a bacia do rio Gandu pode ser visualizado na Figura 3, onde se constata que a área de drenagem está compreendida entre as 144 a 455 m e apresenta altitude média de 242 m.



(a)

(b)

Figura 3 – Mapa de Altitude (a) e declividade (b) para a bacia do rio Gandu.

CONCLUSÕES: A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a bacia hidrográfica do rio Gandu é uma bacia pequena, com área de drenagem de 88,95 Km², com forma alongada, o que pode ser confirmado com os valores adquiridos quanto ao coeficiente de compacidade (2,21), fator de forma (0,27), e índice de circularidade (0,20), não favorecendo a inundação quando esses parâmetros são examinados particularmente e em condições médias de precipitação. Ressalta-se a importância e essencialidade dos estudos morfológicos na demarcação dos limites de bacias hidrográficas. Através desse estudo, torna-se realizável a elaboração de modelos hidrológicos e diversas operações matemáticas compreendendo a bacia hidrográfica, além de demonstrar a dinâmica da bacia perante as precipitações. No que diz respeito à declividade média obtida para a bacia, o valor foi de 18%, caracterizando o relevo como ondulado e com boa capacidade de drenagem, confirmada pela densidade de drenagem igual a 0,764 Km/Km². Vale destacar que a altitude média da bacia é de 242 m. O uso das técnicas de geoprocessamento e dados do Sensoriamento Remoto tratados em ambientes SIG's contribuem efetivamente para o levantamento detalhado de bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS:

- Araújo, E. P.; Teles, M. G. L.; Lago, W. J. S. Delimitação das bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão a partir de dados SRTM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009. **Anais...** Natal: INPE, 2009, p. 4631-4638.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ)**. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p
- FAUSTINO, J. **Planificación y gestión de manejo de cuencas**. Turrialba: CATIE, 1996. 90p.
- JOHNSON, L. E. **Geographic information systems in water resources engineering**. Ed. Ilustrada. New York: IWA Pub. 2009. 298 p.
- MOORE, I. D.; Grayson, R. B.; Ladson, A. R. **Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications**. *Hydrological Processes*, v. 5, p. 3-30, 1991.
- O'CALLAGHAN, J.F.; MARK, D.M. **The extraction of drainage networks from digital elevation data**. *Computer Vision, Graphics, and Image Processing*, San Diego, v.28, n.3, p.323-344, 1984.
- SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. Base cartográfica e mapas temáticos do Estado da Bahia. Disponível em: <<http://www.sei.ba.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2017.