

DOI: 10.33947/1981-741X-v22n2-5243

**CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GAVIÃO NO SUDOESTE DA BAHIA****SPATIAL AND MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE GAVIÃO RIVER WATERSHED IN THE SOUTHWEST OF BAHIA**Antônio Gomes da Silva Neto<sup>1</sup>, Flávia Mazzer Rodrigues<sup>1</sup>**RESUMO**

A disponibilidade de água de qualidade para diversas atividades vem decrescendo em todo o planeta, em consequência de ações antrópicas e eventos naturais degradadores. Neste contexto, verifica-se que as bacias hidrográficas são consideradas as unidades mais adequadas para gerir os recursos naturais no ecossistema, por apresentarem características de paisagem diferenciadas que influenciam a seleção das práticas de manejo do solo e da água. Para tanto, o conhecimento sobre o comportamento hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, utilizou-se de dados orbitais e técnicas de geoprocessamento conjuntamente com as análises estatísticas com o objetivo da caracterização do ambiente e das características morfométricas. A análise dos dados e dos resultados obtidos para a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião permitiram concluir que a organização da rede de drenagem possui uma área de aproximadamente 10.112 km<sup>2</sup> e perímetro de 781 km. A declividade no intervalo 3-8% corresponde a 29,61% da área da bacia, considerada moderadamente inclinada. O Rio Gavião exprimiou um valor de aproximadamente 340 km de comprimento. De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a área de estudo mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, pelo fato de o coeficiente de compactidade apresentar o valor afastado da unidade e, quanto ao seu fator de forma, exibir um valor baixo. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada. Os dados apresentaram aproximadamente 188% da área de estudo está coberta por formação florestal, 56,53% ocupada com formação savânica e 36,49% com o uso da pastagem. As informações obtidas possibilitam tomadas de decisões para a conservação e o manejo adequado dos recursos hídricos na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Recursos Hídricos. Geotecnologias. Bacia Hidrográfica. Morfometria.**ABSTRACT**

*The availability of quality water for various activities has been decreasing across the planet, as a result of human actions and degrading natural events. In this context, it appears that river basins are considered the most appropriate units for managing natural resources in the ecosystem, as they present different landscape characteristics that influence the selection of soil and water management practices. To this end, knowledge about the hydrological behavior of the Gavião River Basin was used using orbital data and geoprocessing techniques together with statistical analyzes with the aim of characterizing the environment and morphometric characteristics. Analysis of the data and results obtained for the Gavião River Watershed allowed us to conclude that the organization of the drainage network has an area of approximately 10,112 km<sup>2</sup> and a perimeter of 781 km. The slope in the range 3-8% corresponds to 29.61% of the basin area, considered moderately inclined. The Gavião River was approximately 340 km long. According to the results, it can be stated that the study area appears to be less susceptible to flooding under normal precipitation conditions, that is, excluding events of abnormal intensities, due to the fact that the compactness coefficient presents a value far from of the unit and, regarding its form factor, display a low value. Thus, there is an indication that the basin does not have a circular shape, and therefore has a tendency towards an elongated shape. The data showed approximately 188% of the study area is covered by forest formation, 56.53% occupied by savanna formation, and 36.49% with the use of pasture. The information obtained enables decision-making for the conservation and adequate management of water resources in the region.*

**KEYWORDS:** Water resources. Geotechnologies. Watershed. Morphometry.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), familiabc@yahoo.com.br, flamazzer@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica pode ser compreendida como uma região geográfica delimitada por um divisor topográfico, o qual é definido por uma linha imaginária que correlaciona os pontos de maiores altitudes da área, estabelecendo uma rede de drenagem que converge para uma única saída, o exutório (Souza *et al.*, 2021).

Essas unidades territoriais abrangem elementos físicos, biológicos e humanos que interagem constantemente entre si, permitindo transformações em suas estruturas climáticas, geomorfológicas, hidrológicas, pedológicas e socioambientais, o que torna indispensável o conhecimento de todos os seus aspectos (Parente *et al.*, 2020).

Contudo, é observado que, ao decorrer do tempo, o comportamento de uma bacia hidrográfica pode estar agregado a fatores naturais e antrópicos, portanto sua caracterização, reconhecimento e avaliação é essencial na contribuição da abordagem dos recursos hídricos de determinada área (Vilaça *et al.*, 2009).

Segundo Mito (2014) e Tonello *et al.* (2006), as características físicas da bacia constituem uma função fundamental no ciclo da água, uma vez que influenciam na quantidade de água produzida, na infiltração, escoamento superficial, sub-superficial e evapotranspiração.

Ao analisar os padrões da hidrografia, pode-se entender como a água se comporta em determinada área e como a forma do relevo ao redor afeta esse comportamento (Moura, 2021). Por conseguinte, estudos hidrológicos concentram-se nas redes de drenagem fluvial, pois o movimento e distribuição da água e suas propriedades são utilizadas para compreender os processos morfológicos nas paisagens (Machado *et al.*, 2011). Portanto, os estudos morfométricos de uma bacia hidrográfica são definidos como a análise quantitativa da relação entre a topografia de uma bacia hidrográfica e sua dinâmica hidrológica (Santos *et al.*, 2012). Essa análise possibilita a identificação de características geomorfológicas associadas ao relevo, à rede de drenagem, e à identificação de suas características gerais. Tais medidas podem servir como um referencial para o planejamento ambiental e para a compreensão da dinâmica ambiental local (Soares *et al.*, 2016).

No que se refere ao uso e ocupação do solo, há uma influência direta no comportamento da bacia, uma vez que cada tipo de cobertura resulta em características de infiltração, escoamento, quantidade e qualidade da água. Diante do exposto, é de suma importância estudos nas bacias hidrográficas para que, através dos aspectos físicos, possa ser realizado o melhor planejamento para manutenção, preservação e restauração dos corpos hídricos (Freire *et al.*, 2013).

Deste modo, a compreensão das condições do solo no Brasil leva a pesquisas em geotecnologias e modelos utilizados para analisar áreas hidrográficas (Pinto; Garcia, 2011). Como bem substância Alves (2019), com o uso dessas pesquisas é possível gerar produtos cartográficos sobre relevo, solos, erosividade, uso e ocupação do solo de maneira rápida e econômica.

Para Flauzino *et al.* (2010) a utilização das geotecnologias se torna um instrumento de grande potencial para o estabelecimento estratégias de conservação do solo e da água. Destaca-se a utilização das geotecnologias como ferramenta para mapear e obter respostas às várias questões sobre planejamento urbano e levantamento do meio físico, ao descrever as alterações que operam no ambiente, além de auxiliar

o planejamento e manejo dos recursos naturais.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) conseguem processar imagens SRTM e obter um Modelo Digital de Elevação – MDE para fazer o mapeamento fisiográfico das bacias hidrográficas. A extração de dados morfométricos da área a partir do MDE examina o relevo, faz o levantamento de drenagens e delimita bacias, essenciais para facilitar a pesquisa e a interpretação de inúmeros dados ambientais (Moura, 2017).

A combinação entre a informação espacial e as geotecnologias trouxeram benefícios notáveis a compreensão e gestão das bacias hidrográficas, ampliando o conhecimento sobre esses ambientes essenciais para a preservação e sustentabilidade dos recursos hídricos (Almeida *et al.*, 2022).

Portanto, o uso das geotecnologias, principalmente as imagens orbitais, têm sido fundamentais para otimizar o acesso a um conjunto de informações de uma determinada área geográfica e facilitar processos de delimitação e caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica (Marinho *et al.*, 2022).

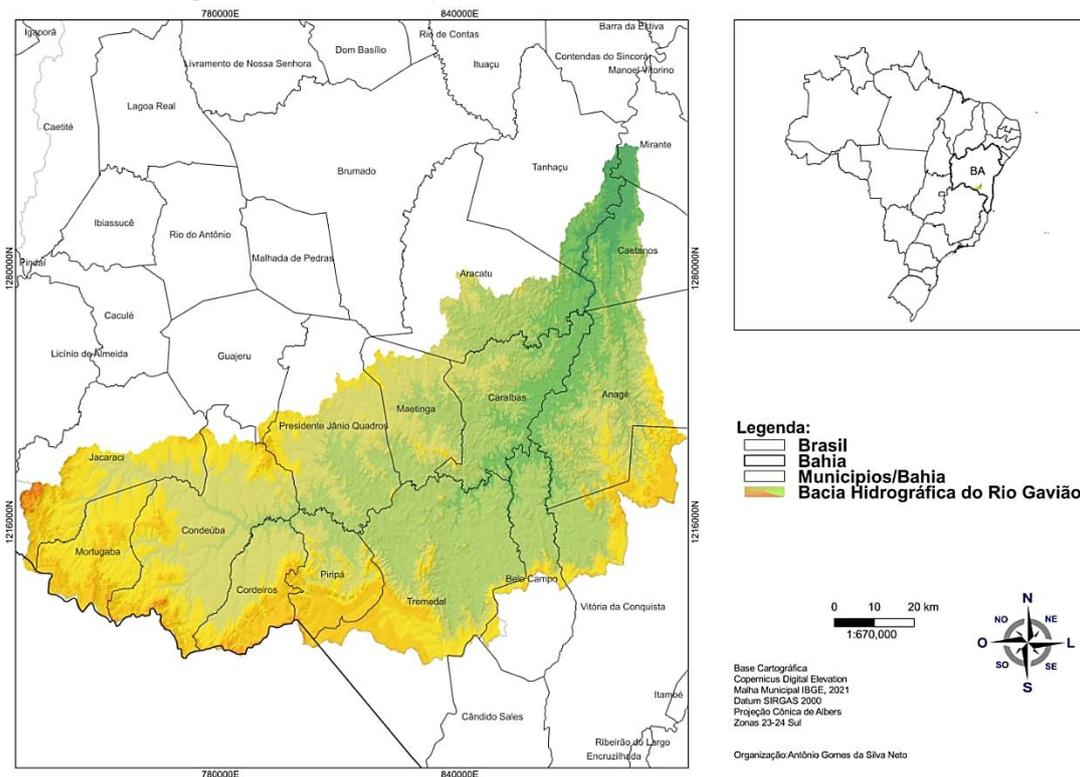
Neste contexto, o presente trabalho busca a caracterização espacial e análise morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, localizada na região sudoeste do Estado da Bahia, otimizando o processo decisório e o gerenciamento dos recursos naturais dessa região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, vinculada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Contas e uma das mais importantes do Território de Identidade do Sudoeste Baiano, está localizada entre a latitude 14°5'43.84" e 15°11'25.47" sul e longitude entre 40°48'59.25" e 42°30'55.75" oeste, com 75% de sua área inserido no Bioma Caatinga, 25% no Bioma Mata Atlântica e o contexto regional do semiárido baiano (ANA, 2010; INSA, 2014).

O Rio Gavião tem sua origem no Município Jacaraci, fuso 23 S e desagua no Município Mirante, Fuso 24 S, considerado o principal afluente do Rio das Contas e caracterizado por grandes enchentes (de novembro até março) e por permanecer seco durante o restante do ano (Lacerda, 2022). A Bacia Hidrográfica do Rio Gavião possui uma área de 10.163 km<sup>2</sup>, englobando 21 municípios inseridos totalmente e parcialmente. Desse modo, duas municipalidades estão totalmente na área do estudo e treze municípios apresentam entre 10% a 99,62% de áreas municipais localizadas na área da bacia hidrográfica. Os municípios de Cândido Sales, Guajeru, Montezuma, Ninheira, São João do Paraíso localizam-se no interflúvio da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião e o município de Mirante apresenta-se no deságue do canal principal, essas municipalidades supracitadas detêm menos de 10% de sua área municipal inserido na área de estudo (Clemente; Santos, 2017) (Figura 1).

**Figura 1:** Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.  
**Figure 1:** Location Map of the Gavião Watershed, State of Bahia.



**Fonte:** Os autores.

A vegetação da área de estudo é constituída de caatinga densa, que recobre as partes mais secas do médio ao baixo curso d'água, pela floresta subcaducifólia não espinhosa, pelo cerrado na parte superior da porção média do rio e um predomínio gramínea e arbustos no alto curso, nas proximidades da nascente onde ocorrem solos mais desenvolvidos e com maior fertilidade (De Oliveira, 2011).

A metodologia utilizada neste trabalho consiste na aplicação de geotecnologias para a constituição de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), na organização de bases georreferenciadas da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, no processamento digital de imagens para caracterização ambiental e na confecção de mapas temáticos que retratam os resultados obtidos. Portanto, o mapeamento de bacias hidrográficas se constitui, especialmente, em um trabalho de interpretação visual de dados realizado por meio da manipulação e estudo de imagens orbitais.

Considerando o objetivo proposto, o presente trabalho utilizou-se o QGIS 3.22 *Biatowiesa*, lançado em 2021, para processamento dos dados, geração de arquivos vetoriais e matriciais, cálculos e composições das variáveis morfométricas, análise dos dados e produção dos mapas. O QGIS é um programa computacional que, desenvolvido pela *Open Source Geospatial Foundation (OSGeo)*, permite manipular os dados espaciais e suporta vários formatos de imagens e vetores. Dentre os vários programas que permitem a manipulação de dados geoespecializados, o QGIS se destaca pela sua versatilidade e acessibilidade, já que é um programa computacional gratuito e livre, ou seja, é disponibilizado sem custo

algum e possui código aberto para que programadores contribuam, desenvolvendo atualizações e correções, aprimorando cada vez mais seu desempenho (Bruno, 2017).

Para a delimitação da bacia hidrográfica e identificação da rede de drenagem foi utilizado o modelo digital de elevação o *Copernicus Global* - (DEM), lançado em 2019, foi produzido por organizações governamentais europeias. É um modelo digital de elevação que representa a superfície da Terra, incluindo edifícios, infraestrutura e vegetação. Este modelo é resultado da Composição do conjunto de dados *WorldDEM™* preenchido localmente com os seguintes MDE: ASTER, SRTM90, SRTM30, SRTM30plus, GMTED2010, TerraSAR-X Radargramétrico MDE, ALOS *World 3D-30m* e MDE Nacional da Noruega (ESA, 2022). A fonte dos dados primária é o *WorldDEM*, da missão espacial de radar de abertura sintética (InSAR) em banda X da missão TanDEM-X e TerraSAR-X entre os anos de 2011 e 2015, sendo financiado por uma parceria público-privada entre o governo alemão, representado pelo Agência Aeroespacial Alemã (DLR) e a *Airbus Defence and Space* (Cremon *et al.*, 2022).

O Copernicus é um projeto mais recente que o SRTM, ASTER e ALOS. A versão utilizada neste trabalho tem resolução espacial média de 30 metros. O MDE COP-30 pode ser adquirido pelo repositório de dados PANDA da ESA ou ainda pelo repositório *OpenTopography* (ESA, 2021).

Nesta etapa foi utilizado a interface do QSWAT, isto é, o modelo SWAT acoplado ao software livre de geoprocessamento *Quantum Geographic Information System* (QGIS), desenvolvido pelo *Agricultural Research Service do United States Department of Agriculture* (USDA), *Blackland Research and Extension Center da Texas A&M University*. Segundo Srinivasan; George (2019), o modelo utiliza o *Terrain Analysis Using Digital Elevation Models* (TauDEM) como componente principal para realizar o delineamento de bacias hidrográficas. Em seguida foi gerado as seguintes variáveis: declividade, conforme EMBRAPA (2018) e relevo sombreado.

Em relação às variáveis geomorfológicas derivadas diretamente do MDE (*Copernicus Global*) tem-se: (1) a definição de classes do MDE constituindo-se no mapa Hipsométrico, este apresenta a distribuição das classes de altitudes, em intervalos verticais equidistantes de 200 metros. A representação altimétrica em conjunto com o relevo sombreado, facilita a visualização e interpretação das formas que a superfície toma, pois considera os ângulos verticais e horizontais de exposição (declividade e orientação de vertente) do terreno, em relação à posição de uma fonte de luz (Valeriano, 2007). A determinação desse parâmetro é importante, visto que ele pode interferir na intensidade de escoamento, devido à influência que exerce na distribuição da vegetação, nos tipos de solos, no clima e conseqüentemente na rede de drenagem (Duarte *et al.*, 2007).

As principais ocorrências de solos foram delimitadas de acordo com os dados obtidos no Portal Brasileiro de Dados Geoespaciais - SIG Brasil, plataforma da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE (INDE, 2023). Todo o procedimento de identificação do limite e recorte dos tipos de solo foram realizados no programa de Sistema de Informação Geográfica QGIS.

No presente estudo, foram utilizadas as classificações do uso e cobertura da terra no formato matricial (resolução espacial de 30x30 metros) para toda a área da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião. Os dados empregados foram do projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (Coleção 7), cujo projeto permite a criação de mapeamentos temáticos a partir dos mosaicos de imagens e um

classificador automático chamado de “*random forest*”, que para cada tema, o sistema classifica de acordo com amostras dos alvos. Estas amostras são obtidas por meio de mapas de referência e por coleta direta da interpretação visual nas imagens Landsat (MAPBIOMAS, 2023).

Através da plataforma *Dodashbard* do MapBiomas, foram adquiridos os arquivos em formato *shapefile* dos limites do Bioma Cerrado com escala de 1:250.000 de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, no qual toda a Bacia Hidrológica de interesse está inserida (MAPBIOMAS, 2023).

No Projeto MapBiomas foi possível exportar dados de cobertura do solo, a fim de mapear o uso e ocupação do solo no ano de 2021. Após o *download* da área de estudo no sistema de informação geográfica QGIS as informações de uso e ocupação do solo foram obtidas em um arquivo raster, houve a necessidade da conversão para o formato vetor (polígono), visando a realização dos cálculos de cada área de uso pertencentes a área de estudo. As classes utilizadas e de acordo com as nomenclaturas do projeto MapBiomas foram: – Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Natural não Florestal, Silvicultura, Pastagem, Agricultura, Mosaico de Usos, Áreas Não Vegetadas, Mineração e Corpos d’Água.

Todos os mapas temáticos gerados foram atualizados para o Datum Horizontal SIRGAS 2000, com equivalente de *Albers* adaptada para o Brasil (IBGE, 2023), pela existência de áreas em mais de um fuso.

Para a análise morfométrica foi elaborado o banco de dados no sistema de informação geográfica para a bacia hidrográfica estudada, sendo determinadas as características dimensionais, do padrão de drenagem e do relevo. A Tabela 1 apresenta as variáveis calculadas no presente trabalho, com as respectivas metodologias.

A caracterização morfométrica da bacia hidrográfica foi realizada conforme modelos matemáticos que relacionam suas características geométricas, a rede de drenagem e o relevo. O uso das ferramentas: estatística zonal e a calculadora de campo do QGIS foram empregadas na camada raster e vetorial por meio QGIS.

**Tabela 1:** Características Morfométricas Estudadas na Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, BA.  
**Table 1:** Morphometric Characteristics Studied in the Gavião River Basin, BA.

Variáveis	Descrição	Fórmula	Fonte
<b>Características Morfométricas Dimensionais</b>			
Área (A)	Superfície total da bacia (km <sup>2</sup> )	km <sup>2</sup>	Horton (1945)
Perímetro (P)	Comprimento do divisor topográfico	Km	Smith (1950)
Comprimento do Eixo Axial (L')	Linha reta sobre o vale principal que une a foz ao ponto extremo do divisor	Km	Schumm (1956)
Fator de Forma (Kf)	Relaciona a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais distante do divisor de água)	$Kf = A/L'^2$ km <sup>2</sup> /km	Villela; Matos (1975)
Coefficiente de Compacidade (Kc)	Relação entre o perímetro da bacia e o perímetro da circunferência de um círculo de área igual à da bacia hidrográfica.	$Kc=0,28*(P/A^{1/2})$ km/km <sup>2</sup>	Villela; Matos (1975)
Índice de Circularidade (Ic)	Relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia, que, na expansão areal, melhor se relaciona com o escoamento	$Ic=12,57*A/P^2$	Müller, 1953
Razão de Elongação (Re)	Indica o grau de circularidade da bacia sendo obtida pela razão entre a área e o comprimento axial da bacia	$Re=1,128. \sqrt{A/L'}$	Schumm (1963)

<b>Características Morfométricas Padrão de Drenagem</b>			
Número de Segmentos de Rios	Número total de segmentos de rios	unidade	Christofoletti (1980)
Comprimento do Canal Principal (L)	Distância que se estende ao longo do curso d'água desde a desembocadura até determina-da nascente	Km	Christofoletti (1980)
Comprimento Total da Rede de Drenagem (Ctot)	Comprimento total dos segmentos de rios que formam as bacias	km	Christofoletti (1980)
Densidade Hidrográfica (Dh)	Relação existente entre o número de cursos de água e a área da bacia	$Dh = Nt/A$ unidade/km	Horton (1945)
Densidade de Drenagem (Dd)	Indica o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, ou seja, fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia, sendo expressa pela relação entre o somatório dos comprimentos de todos os canais da rede e a área total da bacia.	$Dd = Ctot/A$ km/km <sup>2</sup>	Strahler (1952)
Extensão Média do Escoamento Superficial (Em)	Distância em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento ocorresse em linha reta desde onde caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso d'água da bacia	$Em = A/4 * Ctot$ km	Villela; Matos (1975)
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	Apresenta a média da distância percorrida pela enxurrada entre o interflúvio e o rio permanente. Representa a ligação direta entre o desenvolvimento hidrológico e fisiográfico das redes de drenagens.	$Eps = 1/2 * Dd$ Km	Christofoletti (1974)
Índice de Sinuosidade (Ic)	Relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal	$Is = L/L'$	Schumm (1963)
Coefficiente de Manutenção (Cm)	Fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento	$Cm = 1/Dd \times 1.000$ m <sup>2</sup> /m	Christofoletti (1980)
Gradiente de Canais (Gc)	Relação entre a altitude máxima e o comprimento do canal principal. Esse índice expressa a relação entre a cota máxima e o comprimento do canal principal expresso em porcentagem. A finalidade é indicar a declividade dos cursos d'água	$Gc = Amax/L$ m/km	Horton (1945)
Razão de Textura (Rt)	Razão entre número de segmentos de rios e perímetro da bacia (Nt/km). E à medida que o relevo passa de suave ondulado para ondulado, os valores médios da razão de textura aumentam refletindo num mesmo ambiente climático, condição em que a infiltração da água encontra maior dificuldade	$Rt = Nt/P$ unidade/km	França (1968) Smith (1950)
<b>Características Morfométricas Relevo</b>			
Amplitude Altimétrica (H)	Corresponde à diferença altimétrica entre a foz e a maior altitude situada num determinado ponto da área da bacia	Metros	Strahler (1952)
Razão de Relevo (Rr)	Relação entre amplitude altimétrica e comprimento do eixo axial que corresponde à direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas	$Rr = H/L'$ (m/km)	Christofoletti (1980)
Índice de Rugosidade (Ir)	Relação entre amplitude altimétrica e densidade de drenagem, empregado para a determinação da declividade média das encostas	$Ir = H * Dd$	Strahler (1958)

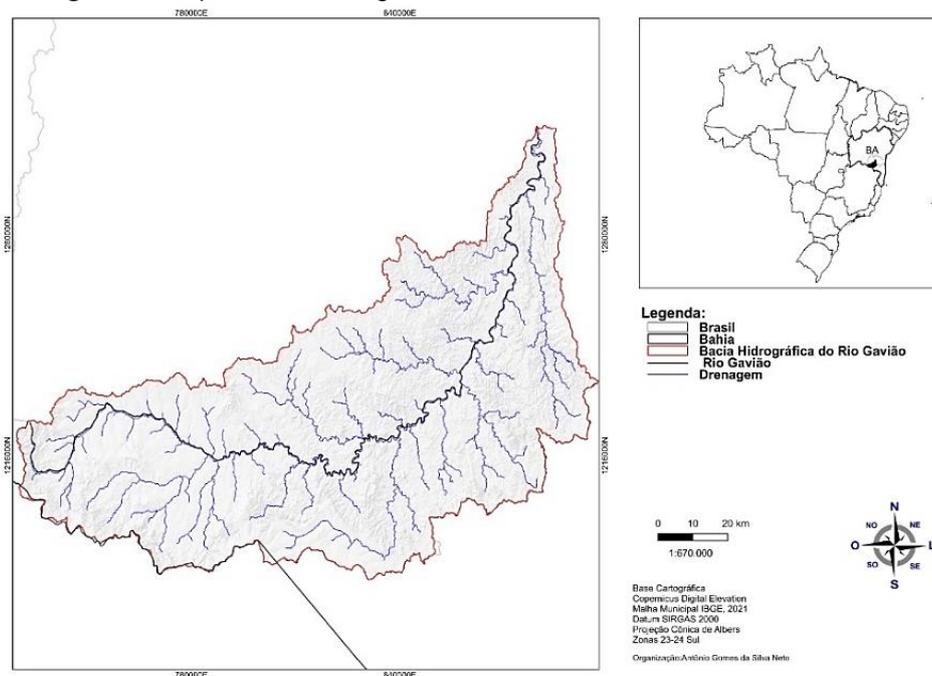
**Fonte:** Os autores.

## RESULTADO E DISCUSSÕES

Após análise dos dados obtidos, observa-se que a estrutura e a organização da rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, que possui uma área de aproximadamente 10.112 km<sup>2</sup> e perímetro de 781 km. Esses valores apresentam uma divergência em relação ao estudo de Clemente; Santos (2017), que relataram uma área da bacia de 10.262,37 km<sup>2</sup>.

O rio Gavião nasce na Serra do Banho, que faz parte do Supergrupo Espinhaço, em Jacaraci, no Sudoeste da Bahia e apresentam 21 municípios inseridos totalmente e parcialmente nessa área de estudo até desaguar no rio de Contas, após percorrer aproximadamente 340 km (Figura 2).

**Figura 2:** Mapa da Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.  
**Figure 2:** Map of the Drainage of the Gavião Watershed, State of Bahia.



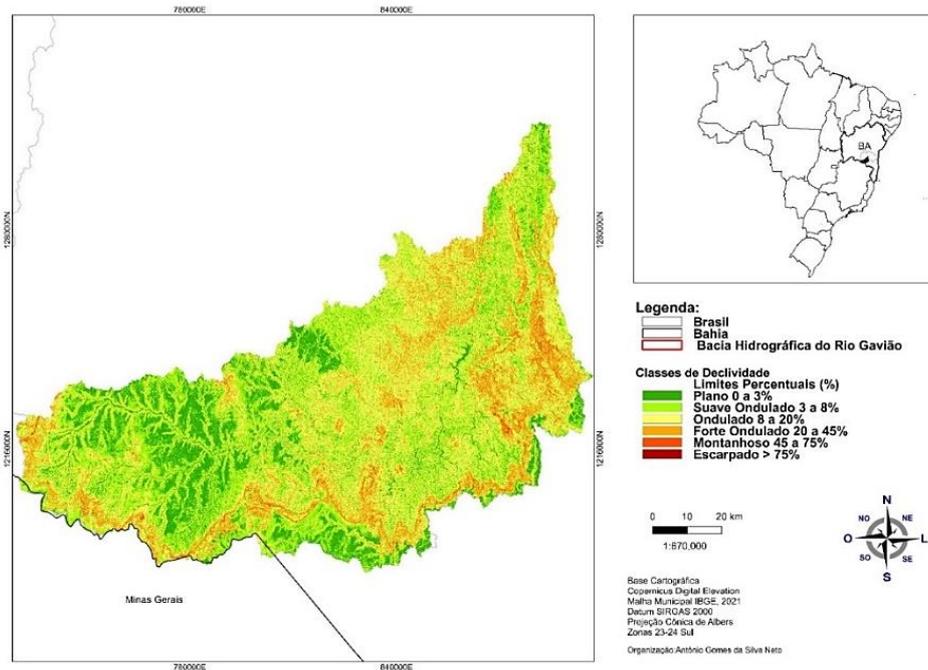
Fonte: Os autores.

A partir da análise da hidrografia constatou-se que uso de geotecnologias tornou-se uma ferramenta marcante, permitindo uma visão abrangente de grandes áreas em uma única análise e é especialmente útil na análise da morfometria da drenagem (Suresh; Krishnan, 2022). Com base nos resultados gerados observa-se que a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, tem uma predominância da classe composta relevo ondulado, superfície de topografia pouco movimentada, declives suaves, variando de 3 a 20% (Figura 3), de acordo com a classificação EMBRAPA (2018).

Quanto aos parâmetros de declividade, são importantes para auxiliar na gestão e planejamento de bacias hidrográficas, pois estão diretamente associados ao tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos dos cursos de água (Sabino *et al.*, 2020).

A declividade no intervalo 3-8% corresponde a 29,61% da área da bacia, considerada moderadamente inclinada, e pode representar áreas de encostas suaves ou colinas.

**Figura 3:** Mapa da Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.  
**Figure 3:** Map of the slope of the Gavião Watershed, State of Bahia.

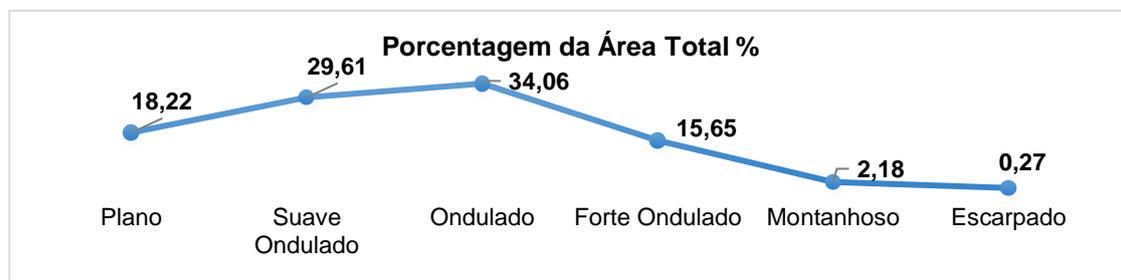


Fonte: Os autores.

Aproximadamente 34% da área de estudo possui declividades entre 8 e 20%, considerada mais inclinada, indicando a presença de terrenos íngremes ou encostas mais pronunciadas (Gráfico 1). Áreas com esta classificação podem apresentar maior susceptibilidade a processos erosivos e escoamento superficial concentrado, e conseqüentemente acometer a qualidade do recurso hídrico.

**Gráfico 1:** Proporção correspondente a Classificação da Declividade à Área Total da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.

**Graph 1:** Proportion corresponding to the Slope Classification to the Total Area of the Gavião Watershed, State of Bahia.

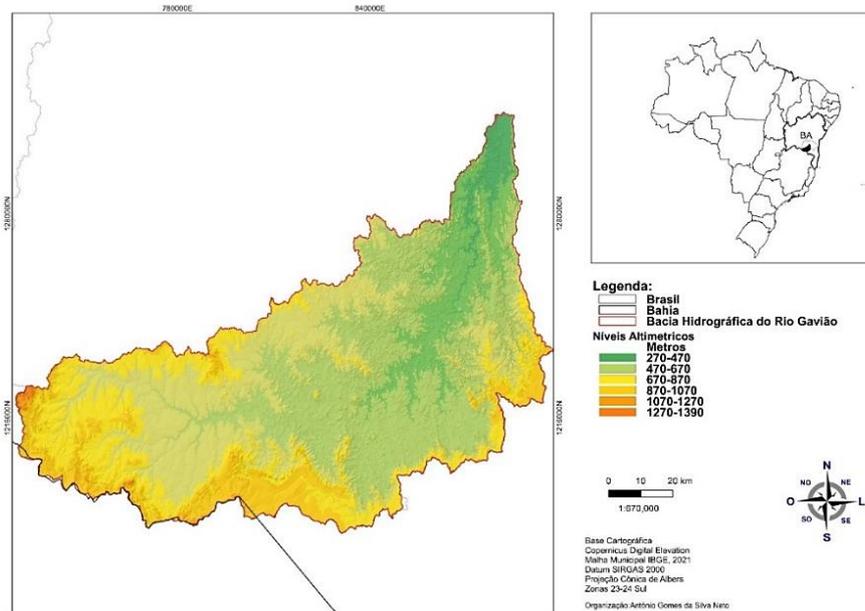


Fonte: Os autores.

O Mapa Hipsométrico é a representação das diferentes altitudes nas bacias hidrográficas, utilizando curvas de nível para ilustrar essas variações (Ladeira Neto, 2005). Essa variável revela as características do desgaste do relevo, destacando as áreas mais afetadas pelos agentes externos e as regiões menos impactadas devido à resistência dos elementos geológicos (Christofolletti, 1980).

De acordo com os dados obtidos, a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião possui amplitude altimétrica de 1.091 metros, sendo sua área de menores altitudes (270-470 metros) localizada próxima à foz e sua área de maiores altitudes (1.070-1.390 metros) situada no sul e próxima a nascente do Rio Gavião (Figura 4). Observou-se que 77% da área da bacia hidrográfica encontra-se com altitudes abaixo de 800 metros, proporcionando um entendimento do perfil topográfico na área de estudo e sua elevação média em relação ao nível médio dos mares.

**Figura 4:** Mapa de Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.  
**Figure 4:** Hypsometry Map of the Gavião Watershed, State of Bahia.



Fonte: Os autores.

A análise hipsométrica fornece uma importante indicação da velocidade do escoamento superficial na bacia hidrográfica, relacionando-a à energia cinética do relevo, conseqüentemente auxiliará na indicação das áreas suscetíveis a erosão, capacidade de armazenamento de água e avaliação da vulnerabilidade a inundações em diferentes regiões da bacia (Vendruscolo *et al.*, 2021).

O conhecimento dos parâmetros relacionados à altitude é de extrema relevância, pois influencia no regime hídrico da bacia hidrográfica devido os processos de evapotranspiração que são interdependentes da radiação solar recebida (Simonetti *et al.*, 2019).

Segundo Castro Junior (2001), em altitudes elevadas a temperatura é baixa e apenas uma pequena quantidade de energia é utilizada para evaporar água; ao passo que, em altitudes baixas, quase toda a energia absorvida é usada na evaporação da água, e isso faz com que haja maior evaporação. A altitude da bacia varia de 284 m a 1.375 m, ocorrendo um desnível considerado das nascentes ao exutório da bacia em estudo.

A abordagem morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião buscou a caracterização da área e da rede de drenagem, visando compreender a dinâmica hídrica da região para subsidiar estratégias e tomada de decisão na gestão da fragilidade ambiental e ocorrência de erosão.

O Rio Gavião exprimi um valor de aproximadamente 340 km de comprimento, extensão do rio principal de sua nascente até a foz (ou exutório da bacia), com o somatório do comprimento dos canais em torno de 2526, 19 km. De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a área de estudo apresentou 550 segmentos de rios e mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor afastado da unidade (2,1761 km/km<sup>2</sup>) e, quanto ao seu fator de forma, exibir um valor baixo (0,16 km/km<sup>2</sup>). Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada. Tal fato pode ainda ser comprovado pelo índice de circularidade, possuindo um valor de 0,2081. Em bacias com forma circular, há maiores possibilidades de chuvas intensas ocorrerem simultaneamente em toda a sua extensão, concentrando grande volume de água no tributário principal.

Todos esses valores indicam que a bacia não possui formato semelhante ao de uma circunferência, correspondendo, portanto, a uma bacia alongada, o qual é confirmado pela razão de alongação igual a 0,45. É importante ressaltar que as variáveis  $K_c$ ,  $K_f$  e  $I_c$  sejam analisadas em conjunto para a indicação precisa da probabilidade de ocorrência de enchentes em bacias hidrográficas, além da tipologia de solos, dos padrões de uso da terra e cobertura vegetal, do regime das precipitações pluviométricas e do gradiente topográfico (Soares *et al.*, 2016).

A densidade de drenagem encontrada na Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Estado do Rio de Janeiro foi de 2,35 km/km<sup>2</sup> (Cardoso *et al.*, 2006). De acordo com Villela; Mattos (1975), esse índice pode variar de 0,5 km/km<sup>2</sup> em bacias com drenagem pobre a 3,5 km/km<sup>2</sup>, ou mais, em bacias bem drenadas, indicando, assim, que a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião em estudo possui baixa capacidade de drenagem (0,2596 km/km<sup>2</sup>). O índice de densidade de drenagem encontrado na Bacia Hidrográfica do Rio Turvo Sujo, em Minas Gerais, foi de 4,6 km/km<sup>2</sup>, mostrando que aquela bacia apresenta elevada capacidade de drenagem (Santos, 2001). Para Christofolletti (1980) a baixa densidade de drenagem permite comparar a suscetibilidade de correr erosão em uma bacia. Neste sentido, um baixo valor de  $D_d$  torna a bacia menos suscetível à erosão dos solos. É importante ressaltar que a densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia. Esses valores ajudam substancialmente o planejamento do manejo da bacia hidrográfica (Cardoso *et al.*, 2006). A densidade hidrográfica ( $D_h$ ) indica o número de rios por unidade de área. Para a bacia em questão, o valor encontrado foi de 0,054 rios/km<sup>2</sup>, o que corrobora com o resultado da densidade de drenagem (Tabela 2). Christofolletti (1980) afirma que o cálculo da densidade hidrográfica é importante por representar o comportamento hidrográfico da área em um de seus aspectos fundamentais: a capacidade de gerar novos cursos hídricos.

A extensão do percurso superficial ( $E_{ps}$ ) da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião encontrada foi 1,9260 km e tal valor significa que a distância percorrida pelo escoamento superficial desde o interflúvio até a concentração no canal é relativamente longa. A afirmação acima resulta da relação inversa existente entre a  $D_d$  e a  $E_{ps}$  apresentada por Horton (1945). Logo, a interpretação do baixo valor de  $D_d$  da bacia (poucos canais por unidade de área) revela que o caminho traçado pelo escoamento na superfície desde o interflúvio

é alto, uma vez que, quanto maior o percurso entre os canais de escoamento, maior o contato direto da água com o solo, ficando sujeita a infiltração (Sampaio *et al.*, 2016).

Considera-se que, quanto mais ramificada a rede, mais eficiente a drenagem. A água precipitada, depois de se ter iniciado o escoamento superficial, vai percorrer uma extensão menor até encontrar um curso d'água (Villela; Matos, 1975). Esse percurso é denominado extensão média do escoamento superficial. Para a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, foi de 0,96 km, valor considerado alto. Extensão de escoamento alta não há tendência de provocar alagamentos em dias de chuvas intensas em função da maior possibilidade de infiltração da água no solo (Tabela 2).

O índice de sinuosidade relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal (Schumm, 1956). Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais. O índice de sinuosidade obtido de 1,35 indica que o canal principal tende a ser transicional entre canais sinuosos e retilíneos.

O coeficiente de manutenção ( $C_m$ ) é o parâmetro que fornece a área mínima necessária para a manutenção de um metro de drenagem. Conforme Granell-Péres (2001) a interpretação dos valores altos e baixos é o inverso da densidade de drenagem, ou seja, um coeficiente alto é indicativo de que a bacia não possui uma boa área para manutenção dos canais. O valor de  $C_m$  encontrado foi de 3,852 m<sup>2</sup>/m. Portanto, infere-se que a bacia em estudo não apresenta uma boa área para manutenção dos canais.

O gradiente do canal principal da bacia corresponde aproximadamente 3,2 m/km demonstrando que área drenada por esse sistema fluvial naturalmente não sofre uma grande pressão pela erosão fluvial.

A textura da drenagem indica o grau de dissecação da paisagem pelos canais de drenagem e inclui o Índice de rugosidade ( $I_r$ ), a Densidade de drenagem ( $D_d$ ) e a Razão de textura. A razão de textura ( $R_t$ ) é a relação do número total de rios e o perímetro da bacia, onde à medida que o relevo passa de suave ondulado para ondulado, os valores médios da razão de textura aumentam refletindo num mesmo ambiente climático, condição em que a infiltração da água encontra maior dificuldade (Nardini *et al.*, 2015). A razão de textura foi classificada conforme os parâmetros de França (1968) como grosseira, pois o valor encontrado foi de 0,70.

A razão de relevo que permite comparar a altimetria da área de estudo obteve o resultado de 4,35, sugerindo que essa bacia possui um relevo relativamente suave.

Conforme Silva *et al.* (2018), o  $I_r$  relaciona a disponibilidade do escoamento hídrico superficial com o potencial erosivo, expresso pela declividade média, ou seja, quanto maior for esse índice, maior será o risco de degradação da bacia quando as vertentes são íngremes e longas. O índice de rugosidade ( $I_r$ ) encontrado para a área de estudo foi de 283,22 (valor adimensional), classificação média.

**Tabela 2:** Características Morfométricas na Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, BA.  
*Table 2: Morphometric Characteristics in the Gavião River Basin, BA.*

<b>Características Morfométricas Dimensionais</b>		
<b>Variáveis</b>	<b>Valores</b>	<b>Unidades</b>
Área (A)	10.112,0215	km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	781,518	Km
Comprimento do Eixo Axial (L')	250,56	Km
Fator de Forma (Kf)	0,1612	km <sup>2</sup> /km
Coefficiente de Compacidade (Kc)	2,1761	km/km <sup>2</sup>
Índice de Circularidade (Ic)	0,2081	-
Razão de Elongação (Re)	0,4527	-
<b>Características Morfométricas Padrão de Drenagem</b>		
Número de Segmentos de Rios	550	Unidade
Comprimento do Canal Principal (L)	340,326	km
Comprimento Total da Rede de Drenagem (Ctot)	2.625,1900	km
Densidade Hidrográfica (Dh)	0,0543	unidade/km <sup>2</sup>
Densidade de Drenagem (Dd)	0,2596	km/km <sup>2</sup>
Extensão Média do Escoamento Superficial (Em)	0,9629	km
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	1,9260	km
Índice de Sinuosidade (Ic)	1,3582	-
Coefficiente de Manutenção (Cm)	3.852,080	m <sup>2</sup> /m
Gradiente de Canal (Gc)	3,2057	m/km
Razão de Textura (Rt)	0,7037	unidade/km
<b>Características Morfométricas Relevo</b>		
Amplitude Altimétrica (H)	1.091	Metros
Razão de Relevo (Rr)	4,3542	m/km
Índice de Rugosidade (Ir)	283,2236	-

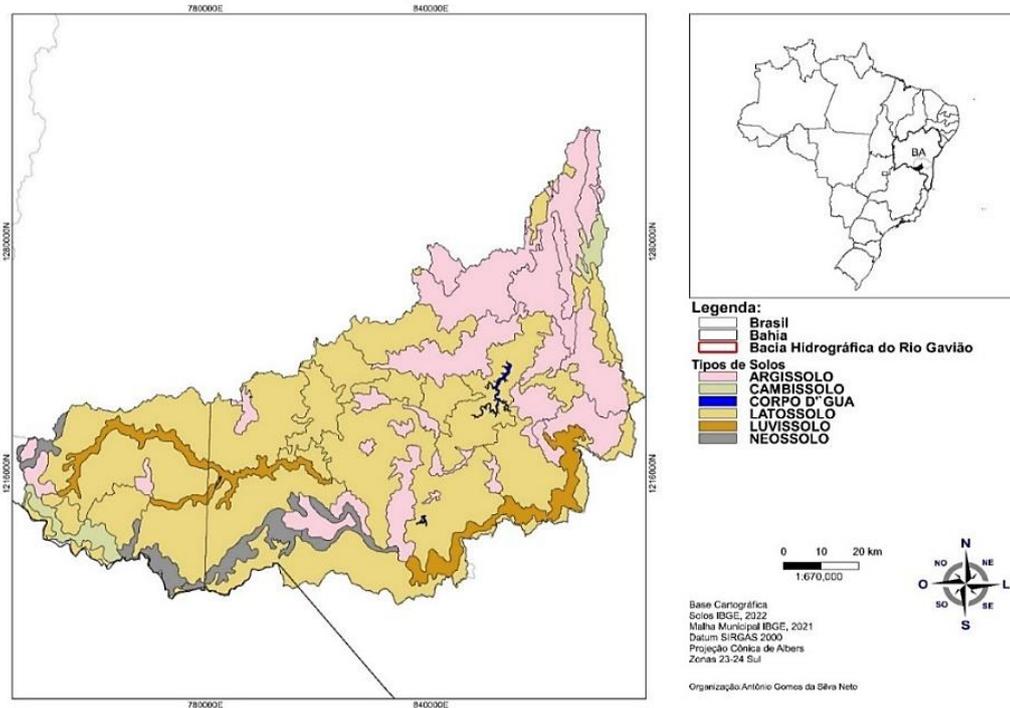
**Fonte:** Os autores.

Com base na análise das classes de solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião (Figura 5) observa-se que o Latossolo é predominante em quase toda a área da bacia, aproximadamente de 62% de cobertura. Em seguida, verifica-se o Argissolo, que ocupa 27% da área da bacia. Essa distribuição das classes de solos indica uma predominância de solos mais intemperizados e com alto teor de óxidos de ferro e alumínio, características comuns em solos mais antigos e de regiões tropicais (Gráfico 2).

Os Latossolos normalmente estão situados em relevo plano a suave-ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%; são profundos, porosos, bem drenados, bem permeáveis, mesmo quando muito argilosos são friáveis e de fácil preparo (Sousa; Lobato, 2000). O manejo inadequado nos Latossolos, como uso intensivo de mecanização agrícola, monocultura, sobre pastoreio entre outros torna estes solos mais suscetíveis à erosão e outros impactos ambientais negativos (Alves *et al.*, 2016).

DOI: 10.33947/1981-741X-v22n2-5243  
CARACTERIZAÇÃO ESPACIAL E MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO GAVIÃO NO SUDOESTE DA BAHIA  
Antônio Gomes da Silva Neto, Flávia Mazzer Rodrigues

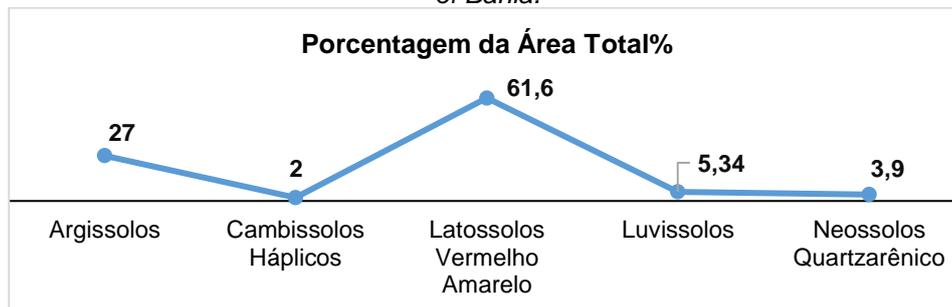
**Figura 5:** Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.  
**Figure 5:** Soil Map of the Gavião River Basin, State of Bahia.



Fonte: Os autores.

**Gráfico 2:** Proporção correspondente a Classificação de Solos à Área Total da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.

**Graph 2:** Proportion corresponding to Soil Classification to the Total Area of the Gavião Watershed, State of Bahia.

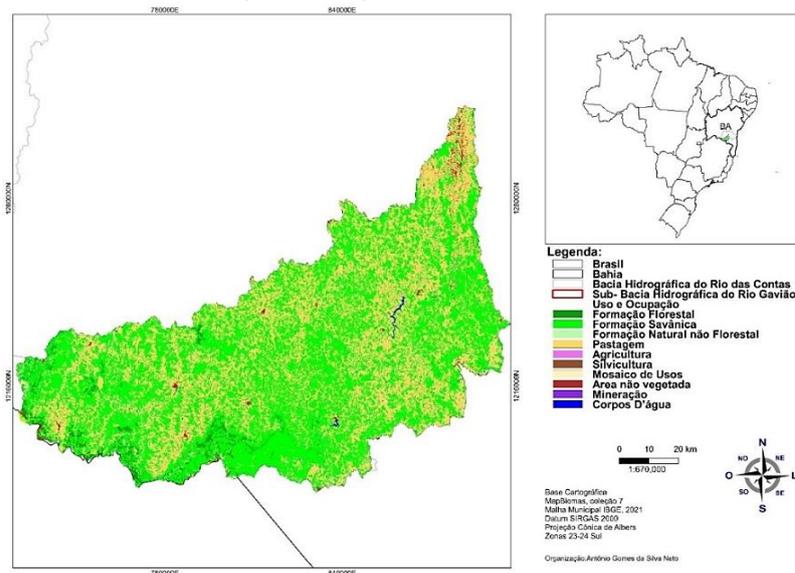


Fonte: Os autores.

Outros aspectos ao analisar a distribuição da classificação de solos na bacia hidrográfica, tais como a influência desses solos na qualidade da água, na agricultura local, no escoamento e na infiltração da água no solo e também a avaliação dos graus de fragilidade de acordo com a classificação do solo, esta fundamental para compreender a vulnerabilidade da bacia hidrográfica (Oliveira *et al.*, 2019).

Na Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, foram construídas 3.700 reservatórios de água, incluindo 55 pequenas barragens, 60 médias e 2 grandes, nomeadas como Anagé e Tremedal (Lacerda *et al.*, 2022). No entanto, é importante observar que nos dados analisados do uso e ocupação do solo referente ao ano 2021, 0,13% da área total são destinadas aos corpos d'água na região (Figura 6).

**Figura 6:** Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, Estado da Bahia.  
**Figure 6:** Soil Use and Occupation Map of the Gavião River Basin, State of Bahia.



**Fonte:** Os autores.

Os dados apresentaram aproximadamente 1,88% da área de estudo está coberta por formação florestal, 56,53% ocupada com formação savânica, 36,49% com o uso da pastagem, 0,04% com agricultura e 0,17% sendo utilizada com a silvicultura.

O mapeamento do uso e ocupação do solo, ano de 2021, expressou que na área da bacia hidrográfica há uma predominância de vegetação savânica e pastagens, o que pode ser representativo de áreas com atividades agropecuárias intensivas.

De acordo com Clemente; Santos (2017), a ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Gavião passou por transformações socioeconômicas expressivas nos últimos 30 anos, com alterações das áreas com formação natural para outros usos do solo. Observa-se que a predominância do uso com pastagem transcorre das atividades agropecuárias, como a criação de gado para carne e leite, diminuindo a disponibilidade de áreas para outras finalidades, tais como: agricultura, conservação florestal entre outros. Leite *et al.* (2019), atenta-se que para uma quantificação mais precisa das áreas com pastagem e mosaico de agricultura e pastagem, é necessária uma análise mais detalhada e acurada.

Clemente; Santos (2017) observou a redução da cobertura vegetal em aproximadamente 751,69 km<sup>2</sup> entre os anos de 1988 e 2015, assim como o desmatamento nas áreas de nascentes e deságue do canal principal.

Portanto, deve-se aplicar uma visão estratégica em relação ao uso e ocupação do solo na região visando o gerenciamento dos recursos hídricos, pois o planejamento em relação à água e o ambiente trará benefícios a população, com qualidade da água para consumo e estabilidade no regime de vazões (Ding *et al.*, 2015; Dias, 2018).

## CONCLUSÃO

A análise dos dados e dos resultados obtidos para a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião permitiram concluir que a organização da rede de drenagem possui uma área de aproximadamente 10.112 km<sup>2</sup> e perímetro de 781 km. A declividade no intervalo 3-8% corresponde a 29,61% da área da bacia, considerada moderadamente inclinada, e pode representar áreas de encostas suaves ou colinas. Observou-se que 77% da área da bacia hidrográfica encontra-se com altitudes abaixo de 800 metros. O Rio Gavião expressou um valor de aproximadamente 340 km de comprimento, com o somatório do comprimento dos canais em torno de 2526,19 km. De acordo com os resultados, pode-se afirmar que a área de estudo apresentou 550 segmentos de rios e mostra-se pouco suscetível a enchentes em condições normais de precipitação, ou seja, excluindo-se eventos de intensidades anormais, pelo fato de o coeficiente de compacidade apresentar o valor afastado da unidade e, quanto ao seu fator de forma, exibir um valor baixo. Assim, há uma indicação de que a bacia não possui forma circular, possuindo, portanto, uma tendência de forma alongada. Com base na análise das classes de solo observa-se que o Latossolo é predominante em aproximadamente de 62% da área. Os dados apresentaram aproximadamente 1,88% da área de estudo está coberta por formação florestal, 56,53% ocupada com formação savânica, 36,49% com o uso da pastagem, 0,04% com agricultura e 0,17% sendo utilizada com a silvicultura.

Diante dos resultados obtidos e da relevância das informações fornecidas por esse estudo, espera-se que este levantamento estimule novas pesquisas relacionadas a Bacia Hidrográfica do Rio Gavião, pois o conhecimento da dinâmica da área é fundamental para o desenvolvimento de estratégias adequadas de conservação e manejo dos recursos hídricos, garantindo a sustentabilidade da região e a preservação do ambiente.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Limites das bacias hidrográficas brasileira**, 2010. Disponível em:

<[https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/RelatorioDeAtividades2010\\_pt.pdf](https://www.ana.gov.br/arquivos/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/RelatorioDeAtividades2010_pt.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ALMEIDA, J. B. G.; FONSECA, J. M. A.; COSTA, L. V. S.; JUVENAL, L. H. S.; CORDEIRO, J.; SANTIAGO, G. L. A. Uso de técnicas de sensoriamento remoto para a análise morfométrica da sub-bacia do Ribeirão do Peixe, Itabira-MG. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, 2022. e5211527770. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i5.27770>.

ALVES, W.S.; SCOPEL, I.; MARTINS, A. P.; MORAIS, W. A. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras–Rio Verde (GO). **Geociências**, v. 35, n. 4, p. 652-667, 2016.

ALVES, W. S. **Geotecnologias aplicadas em estudos hidrogeográficos na bacia do Rio Verdinho – Sudoeste de Goiás – Brasil**. 2019. 212 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2019.

BRUNO, L. O. Aplicabilidade de sistemas de Informações Geográficas (SIGs) livres nas ciências ambientais: O uso do QGIS. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 8, p. 321-326, 2017.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, p. 241-248, 2006.

CASTRO JUNIOR, E. **O papel da fauna endopedônica na estruturação física dos solos e o seu significado para a hidrologia de superfície**. 2001. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2001.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Blücher, 2ª edição, 1974.

CHRISTOFOLETTI, A. Some recent Brazilian studies in fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 4, n. 3, p. 414-420, 1980.

CLEMENTE, C. M. S.; SANTOS, P. S. Geotecnologias como suporte para análise da vegetação natural na sub-bacia hidrográfica do Rio Gavião (1988 A 2015). **Revista Cerrados**, v. 15, n. 01, p. 98–113, 2017.

COPERNICUS. **Catálogo PANDA**. 2023. Disponível: <<https://panda.copernicus.eu/>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CREMON, É. H.; BETTIOL, G. M.; JÚNIOR, J. P. M.; MACEDO, F. C.; DE OLIVEIRA RABELO, M. W. Avaliação da altimetria do MDE COP-30 no Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira Cartografia**, v. 74, n. 3, 2022.

DIAS, G. F. M. **As mudanças no uso e cobertura da terra e o comportamento hidrológico da bacia do rio Capim**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2018.

DING, J.; JIANG, Y.; FU, L.; LIU, Q.; PENG, Q.; KANG, M. Impacts of Land Use on Surface Water Quality in a Subtropical River Basin: A Case Study of the Dongjiang River Basin, Southeastern China. **Water**, v. 7, p. 4427-4445, 2015.

DUARTE, C. C.; GALVÍNCIO, J. D. Corrêa, A. D. B., ARAÚJO, M. D. S. D. Análise fisiográfica da bacia hidrográfica do Rio Tapacurá-PE. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 2, p. 50-64, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF. 356 p. 2018.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Copernicus global digital elevation model. Distributed by opentopography. Sinergise**. 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.5069/G9028PQB>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FLAUZINO, F.S.; SILVA, M.K.A.; NISHIYAMA, L.; ROSA, R. Geotecnologias aplicadas à gestão dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba no cerrado mineiro. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n.1, p.75-91, 2010.

FRANÇA, G. V. **Interpretação fotográfica de bacias e redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba**. 1968. 158 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba/SP. 1968.

FREIRE, A. J.; LAGE, G. B.; CHRISTÓFARO, L. C. Comparação entre parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas gerados por dados SRTM e ASTER GDEM: estudo de caso para bacias do Vale do Jequitinhonha-MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16. Foz de Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR, Brasil, INPE. pp. 5443-5450. 2013.

GRANELL-PÉREZ, M. C. **Trabalhando Geografia com as cartas topográficas**. Ijuí: Ed. Unijuí, 128p. 2001.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrographical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v.56, n.2, p.275-370, 1945.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Delimitação do Semiárido Brasileiro**. 2014. Disponível em: <<http://www.insa.gov.br/>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Base Cartográfica Contínua do Brasil, ao Milionésimo - BCIM**. 2014. Disponível: <[http://geoftp.ibge.gov.br/cartas\\_e\\_mapas/bases\\_cartograficas\\_continuas/bcim/versao2014/informacoes\\_tecnicas/bcim\\_v4\\_doc\\_tecnica\\_vol\\_ii\\_anexos.pdf](http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2014/informacoes_tecnicas/bcim_v4_doc_tecnica_vol_ii_anexos.pdf)>. Acesso: 10 jun. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. **Delimitação do Semiárido Brasileiro**. 2014. Disponível: <<http://www.insa.gov.br/>>. Acesso: 20 ago. 2023.

INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS – INDE. Disponível: <<https://inde.gov.br/>>. Acesso: 10 jun. 2023.

LACERDA, H. F.; FREITAS, T. M.; FARIAS, E. DA S.; SILVA, J. B. L. DA. Delimitação e análise da área de contribuição das barragens do rio Gavião na região Sudoeste da Bahia. **Conjecturas**, v. 22, n. 12, p. 235–253, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.53660/CONJ-1500-2B16>>.

LADEIRA NETO, J. F. **Mapa Hipsométrico do relevo brasileiro**. ANP: CPRM, 2005.

LEITE, A. C. S.; OLIVEIRA, L. M. M.; SILVA, B. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; BEZERRA, U. A. Spatial Temporal Change of Land Use and Cover and Estimation of Soil Surface Temperature in the Municipality of Teresina – Piauí, Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências** - UFRJ, v. 42, n. 3, p. 42–51, 2019. Disponível em: <[https://doi.org/10.11137/2019\\_3\\_42\\_51](https://doi.org/10.11137/2019_3_42_51)>.

MACHADO, R. A. S.; LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. de M. C. DO; SOUZA, A. P.M. J. de. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte à definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de geotecnologias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. Curitiba. **Anais...**, Curitiba, PR, Brasil, 2011, INPE p.1441.

MAPBIOMAS. **Coleção 7 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil**. Disponível em: <<https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/>>. Acesso em: 20 ago 2023.

MARINHO, J. L. M.; CID, Y. P. M.; BARROS, W. V. R. D.; COSTA, M. D. S. S.; RIBEIRO, E. D. S.; CARNEIRO, F. D. S.; REPOLHO, S. M.; CORDEIRO, D. D. F. D. J.; JESUS, R. C. S. D.; AMARAL, A. P. M. D. Aplicação da geotecnologia para identificar fragmentos de vegetação do município de Belém-Pará-Brasil no ano de 2020. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, 2022. e46211426745. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.26745>>.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Projeto monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite**. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA, BRASÍLIA/DF. Acesso: 20 jun. 2023.

MIOTO, C. L.; PEREIRA, T. P.; RIBEIRO, V. O.; SOUZA, D. M. Q.; ANACKEL, J. A. A; PARANHOS FILHO, A. C. Morfometria de Bacias Hidrográficas Através de SIGs Livres e Gratuitos. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 16-22, 2014.

MOURA, D. M. B. **Avaliação ambiental e fisiográfica da bacia hidrográfica do Ribeirão Santo Antônio, com vistas ao abastecimento hídrico da cidade de Iporá (GO)**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2017.

MOURA, D. M. B. **Proposta metodológica para avaliação e definição de fontes superficiais de abastecimento público**: uma análise comparativa entre duas bacias hidrográficas, visando a segurança hídrica de Iporá (GO). 2021. 247 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2021.

NARDINI, R. C.; GOMES, L. N.; CAMPOS, S.; SILVEIRA, G. R. Análise da caracterização morfométrica da microbacia do Ribeirão dos Patos, Bofete (SP). **Geografia (Londrina)**, v. 24, n. 2, p. 25-39, 2015.

OLIVEIRA, B. A. S. DE; FANTINEL, R. A.; MARCHESAN, J.; PEREIRA, R. S. Geotecnologias aplicadas à análise da fragilidade ambiental na sub-bacia hidrográfica do Arroio Pessegueiro–RS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 15, n. 1, 2019.

OLIVEIRA, M. A. de. Formação de bacia hidrográfica antrópica no sistema fluvial do rio Gavião no sudoeste da Bahia a partir da perenização do seu fluxo de água. **Revista Geográfica de América Central**, v. 2, p. 1-15, 2011.

PARENTE, Y. Y.; MENDES, A. C.; MIRANDA, A. G. O.; DOURADO JÚNIOR, O. C. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Curuçá (Pará) e demarcação de nascentes fluviais como subsídio à gestão. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, Recife, v. 10, n. 3, p. 138 - 152, 2020.

PINTO, S. A. F.; GARCIA, G. J. Experiências de aplicação de geotecnologias e modelos na análise de bacias hidrográficas. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 30-37, 2011.

QGIS Development Team **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. 2018.

SABINO, H.; VASQUES, G. M.; HERMANI, L. C.; DART, R. O. Morfometria de bacias hidrográficas de primeira ordem em áreas agrícolas sob sistema plantio direto: delimitação e propensão à erosão e inundação. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 21, n. 3, 2020.

SAMPAIO, A. C. P.; CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. D. H. Susceptibilidade à erosão relacionada ao escoamento superficial na sub-bacia do Alto Mundaú, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 01, p. 125-143, 2016.

SANTOS, A.R. **Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, Viçosa, MG**. 2001. 141 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SANTOS, A. M.; TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DIAS, N. W. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, p. 195-211, 2012.

SCHUMM, S. A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, New Jersey, v. 67, p. 597-646. 1956.

SIMONETTI, V. C.; DA CUNHA, D. C.; ROSA, A. H. Proposta metodológica para identificação de riscos associados ao relevo e antropização em áreas marginais aos recursos hídricos. **Scientia Plena**, v. 15, n. 2, 2019.

SILVA, G. C.; ALMEIDA, F.; ALMEIDA, R.; MESQUITA, M.; JUNIOR, J. A. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho Rangel-Piauí, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 28, 2018.

SURESH, S.; KRISHNAN, P. Morphometric Analysis on Vanniyar Basin in Dharmapuri, Southern India, Using Geo-Spatial Techniques. **Frontiers in Remote Sensing**, v. 3, p. 845705, 2022.

SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L.; DE ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, p. 82-100, 2016.

SOUZA, E. G. F.; NASCIMENTO, A. H. C.; CRUZ, E. A.; PEREIRA, D. F.; SILVA, R. S.; SILVA, T. P.; FREIRE, W. A. Delimitação e caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho do Navio, Pernambuco, a partir de dados SRTM processados no QGIS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 3, p. 1530-1540, 2021.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Latossolos**. 2000. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>. Acesso em: 23 maio 2023.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. D.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE, F. P. Morfometria da Bacia Hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p.849-857, 2006.

VALERIANO, M. M. Visualização de imagens topográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis. São José dos Campos: INPE. p.1377-1384, 2007.

VENDRUSCOLO, J.; DOS SANTOS JUNIOR, N. R. F.; CAVALHEIRO, W. C. S.; DA SILVA SOUZA, R. F.; DE SOUZA, E. F. M.; DA ROCHA, K. J.; FULAN, J. Â. Características da paisagem na microbacia do Rio das Garças, Amazônia Ocidental, Brasil. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar**, v. 2, n. 11, 2021. p. e211984-e211984.

VILAÇA, M.F.; GOMES, I.; MACHADO, M. L.; VIEIRA, E. M.; SIMÃO, M. L. R. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: O estudo de caso do ribeirão conquista no município de Itaguara/MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, Viçosa. **Anais...Viçosa/MG**: Universidade Federal de Viçosa, 2009.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Mcgraw Hill do Brasil. 1975.