OPEN JOURNAL SYSTEMS
ISSN: 2595-4431

Revista **B**rasileira **M**eio **A**mbiente, v.11, n.3. 076-094 (2023)

Revista Brasileira de Meio Ambiente

Domingues et al

Revista Brasileira de Meio Ambiente

Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio das Rãs/BA, Semiárido Brasileiro

Erikson de Matos Domingues [1]*, Kaio Vinnicius Lima Soares [2], Carlos Magno Santos Clemente [3], Naiara de Lima Silva [4]

[1]*Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário FG (UNIFG), Brasil. (*Autor correspondente*:* erikson.emd@gmail.com)
[2]*Bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Universitário FG (UNIFG), Brasil*
[3]*Doutor em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - IFNMG, Brasil.*
[4]*Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Professora da Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB, Brasil.*

Histórico do Artigo: Submetido em: 05/06/2023 – Revisado em: 19/09/2023 – Aceito em: 26/10/2023

R E S U M O

A bacia hidrográfica é uma área de captação de águas pluviais, escoando por uma rede de drenagem, para um único caminho d´água principal. O estudo dessas unidades pode trazer inúmeros benefícios, principalmente para a identificação de problemas e tomadas de decisões aplicadas à gestão dos recursos hídricos. Nessa perspectiva que a presente pesquisa teve como objetivo caracterizar a morfometria da bacia hidrográfica do rio das Rãs. A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do Rio São Francisco, que se localiza no contexto regional do sudoeste do Semiárido Brasileiro. Foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a compartimentação e caracterização morfométrica da bacia do Rio das Rãs. Diante disso, para o coeficiente de compacidade, índice de circularidade, fator de forma, densidade de drenagem e índice de sinuosidade, foram obtidos os seguintes resultados 1,52, 0,4245, 0,41, 0,59 km/km² e 0,95, respectivamente. Além disso, observa-se que o padrão de drenagem da área de estudo classifica-se em dendrítica. Logo, com o presente trabalho é possível fornecer informações para um melhor direcionamento na elaboração de políticas públicas como a construção de um banco de dados consolidado para a gestão da bacia do Rio das Rãs.

Palavras-Chaves: Análise Espacial, Geotecnologias, Recursos Hídricos, Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica.

Morphometric characterization of the Rãs River Basin, Brazilian Semiarid

A B S T R A C T ou R E S U M E N

The river basin is an area of rainwater catchment, draining through drainage paths, to a single main waterway. The study of these units can bring numerous benefits, mainly for the identification of problems and for better decision-making regarding the management of water resources. It is from this perspective that the present research aimed to characterize morphometry of the basin of Rãs river. The study area is the sub-basin of Rãs River / BA, which is located in the regional context of southwest Brazil's semi-arid region. Geotechnologies such as Remote Sensing and Geographic Information System (GIS) were used for sectorization and morphometric characterization of the sub-basin of Rãs River/BA. Therefore, for the compactness coefficient, circularity index, shape factor, drainage density and sinuosity index, the following results were obtained: 1.52, 0.4245, 0.41, 0.59 km / km² and 0, 95, respectively. In addition, it is observed that the drainage pattern of the sub-basin under study is classified as dendritic. Therefore, with the present work is possible to provide data and information for a better targeting in the elaboration of public policies as the construction of a consolidated database for the management of the Rio das Rãs basin.

Keywords: Spatial Analysis, Geotechnology, Water resources, Remote sensing, Geographic Information System.

Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença *Creative Commons* – CC-BY 4.0.

1. Introdução

Conforme Tucci (2000), a bacia hidrográfica é uma área de captação de águas pluviais, escoando por caminhos de drenagem para um único caminho d´água principal, que convergi para o exutório. Após sair do exutório o caminho d'água principal deságua em um curso d'agua maior (lago ou oceano) (Villela & Matos, 1975). Os estudos em bacias hidrográficas podem trazer inúmeros benefícios, principalmente para a identificação de problemas e tomadas de decisões mais adequadas quanto à gestão dos recursos hídricos (Pegado, 2010).

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, que por conceito caracteriza o deflúvio como resultado deste, é influenciado por quatro fatores: pelas características físicas da bacia, pela presença ou a ausência da cobertura vegetal, pelo tipo de clima e pela forma de uso e ocupação do solo. Nesse contexto, as características fisiográficas, os aspectos bióticos e antrópicos de uma bacia hidrográfica colaboram com os processos do seu ciclo hidrológico (Tonello et al., 2006).

No Brasil, muitas regiões estão enfrentando um grande período de estiagem de chuvas, o que afeta os processos do ciclo hidrológico das bacias hidrográficas. Assim, os critérios hidrológicos (como a seca, vazante, enchente e cheia) são influenciados pelas fases do ciclo hidrológico (como a precipitação, evapotranspiração, infiltração e os escoamentos superficial e subterrâneo) (Moreira, 2016). Além disso, diversos desastres naturais estão relacionados com os recursos hídricos, por exemplo, as enchentes, inundações, tempestades, alagamentos e voçorocas são ocasionados por intensas precipitações pluviométricas ou por chuvas de longo prazo (Reis, 2011).

O Nordeste, em específico na região semiárida, apresenta em seu histórico climático estiagens, com baixos índices de precipitação ao longo do ano, concentração de precipitação pluviométrica em curtos intervalos de tempo e irregularidades espaços-temporais (Rebouças, 1997). Em 2012, os baixos índices pluviométricos do Nordeste foram comparados com as secas registradas nos anos de 1777, 1778, 1779 e 1888, sendo está última conhecida como "a seca dos três oitos". Nesse contexto, instrumentos tecnológicos de análises do espaço geográfico, como as geotecnologias, tornam-se artifícios estratégicos para o planejamento territorial.

De acordo com Martins e Oliveira (2015), as geotecnologias que integram instrumentos de análise espacial podem auxiliam em estudos do meio ambiente e a sociedade. Uma vez que compreendem artifícios que permitem representar o espaço geográfico em suas diversas formas e funções. Contribuindo com a elaboração e implantação de políticas públicas para o desenvolvimento dos territórios. Em geral, as geotecnologias são compreendidas como um conjunto de instrumentos que tem como finalidade coletar, processar, analisar e ofertar dados georreferenciados para a tomada de soluções. Integram as geotecnologias: Sensoriamento Remoto; Sistema de Posicionamento Global - GPS; Topografia; Sistema de Informação Geográfica - SIG; e a Cartografia Digital (Rosa, 2005).

Como aplicações, exemplificam-se a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas, uma das análises mais utilizadas em estudos hidrológicos ou ambientais destas unidades (Teodoro et al., 2007). Principalmente pelo fato dessas análises auxiliarem no planejamento territorial, como o uso e ocupação do solo e a preservação dos recursos naturais (Fraga et al., 2014). Apesar da relevância, há poucos estudos no sudoeste do semiárido brasileiro sobre as características morfométricas em bacias hidrográficas.

Nessa perspectiva, o presente estudo teve como objetivo caracterizar a morfometria (como a geometria, o relevo e a rede de drenagem) da bacia hidrográfica do rio das Rãs, semiárido brasileiro.

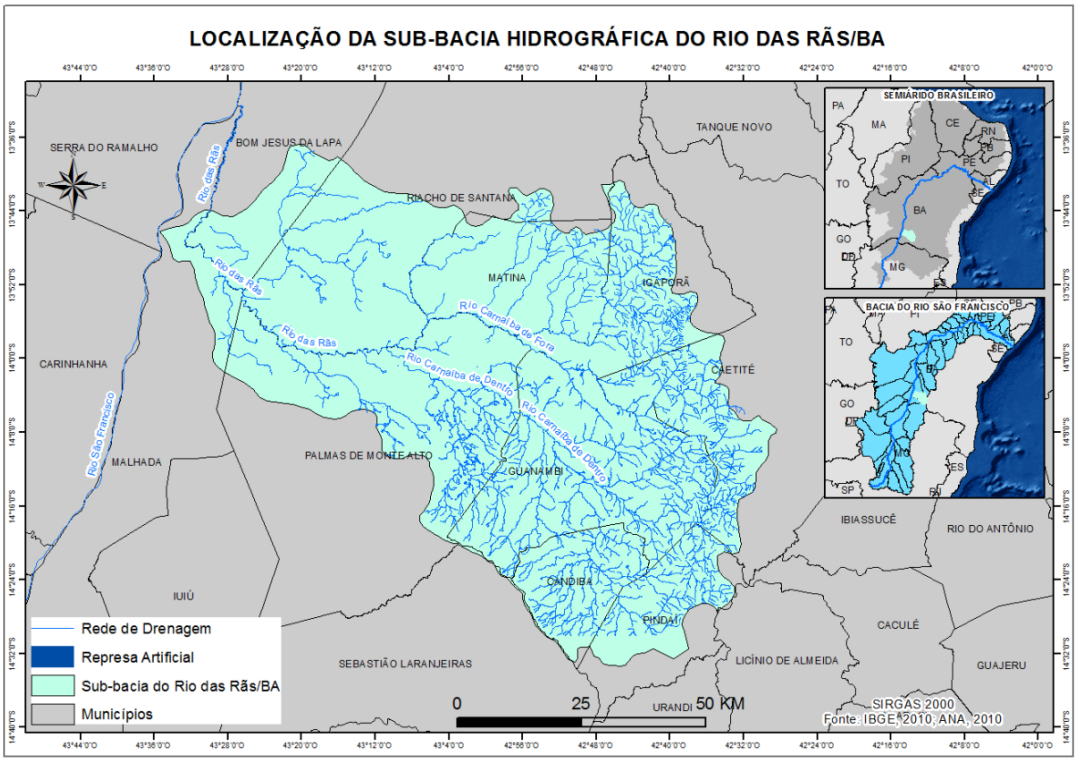
Vale ressaltar que as regiões semiáridas são normalmente marcadas por um histórico de políticas públicas equivocadas, quando não ausentes, em virtude, da falta de conhecimento sobre o meio. A construção de infraestruturas para providenciar água as mais variadas atividades em uma bacia, em determinadas situações são insuficientes para resolver problemas decorrentes da sua escassez. Nesse contexto, muitas regiões permanecem vulneráveis à ocorrência de secas. Contudo, a ampliação e adequação de obras hídricas, com

adequada gestão das águas, constituem requisitos essenciais para a solução do problema (Campos, 2014). Assim, a disponibilização de informações regionais para um enquadramento mais apropriado de políticas e ações para o planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos no semiárido brasileiro.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo compreende a bacia hidrográfica do rio das Rãs, que se situa no contexto regional do Sudoeste Do Semiárido Brasileiro, localizado entre as coordenadas geográficas 43º 30’ 0” O, 13º 20’ 0” S; e 42º 30’ 0” O, 14º 40’ 0” S (SIRGAS 2000), com uma extensão territorial de 6.673,62 Km² (Ana, 2010). Nesta pesquisa, foi adotado o limite da divisão Hidrográfica Nacional – DHN (Ottobacias do Brasil) com base na codificação de Otto Pfafstetter (Ana, 2010). A bacia hidrográfica do Rio das Rãs abarca, parcialmente ou integralmente, as municipalidades de Guanambi, Candiba, Matina, Pindaí, Igaporã, Caetité, Bom Jesus da Lapa, Malhada, Riacho de Santana e Palmas de Monte Alto (Figura 1).

Figura 1 – Localização da Sub-bacia Hidrográfica do Rio das Rãs (BA)



Fonte: IBGE, 2010; Ana, 2010.

Para a execução da presente pesquisa foram adotadas três etapas metodológicas: compartimentação da bacia do Rio das Rãs; descrição das características geológicas e geomorfológicas; e caracterização morfométrica.

Foram utilizadas técnicas de Sensoriamento Remoto e o SIG para a caracterização morfométrica. Desse modo, foi realizado o processo de compartimentação ou divisão da bacia hidrográfica do Rio das Rãs/BA. Foram consideradas as características geológicas e geomorfológicas da base cartográfica do IBGE (2019) (reconstituição da cartografia do Radam Brasil), para em seguida realizar a sobreposição e análise das feições

em ambiente SIG. Também, a cartografia do IBGE (2019), foi utilizado para o mapeamento geológico e geomorfológico. Soma-se a esse contexto as unidades estratigráficas da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2010).

Para a caracterização morfométrica da bacia do Rio das Rãs, foram seguidas as formulações matemáticas de Tonello (2005). Nesse contexto, as características morfométricas de bacias hidrográficas se dividem em três grupos:

a) Características geométricas:

- Área total: área plana da bacia hidrográfica projetada sobre um plano horizontal que é limitado por seus divisores topográficos, incluso a área drenada pelo sistema fluvial (Trajano et al.,2012).

- Perímetro total: linha imaginária traçado nos divisores de águas (Teodoro et al., 2007; Tonello, 2005).

- Coeficiente de compacidade: relacionada diretamente com a irregularidade da bacia hidrográfica, sendo expresso pela Equação 1, onde Kc é o coeficiente de compacidade, P é o perímetro da bacia em Km e A é a área da bacia em Km² (Villela; Mattos, 1975):

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

- Fator de forma (Kf): parâmetro que descreve a forma da bacia, sendo outro índice utilizado para medir a tendência de ocorrer eventos de enchentes, expresso pela Equação 2, onde Kf é o fator de forma, A é a área de drenagem em Km² e L é comprimento da bacia em Km (Villela; Mattos, 1975):

$$Kf = A/L^2 \quad (2)$$

- Índice de circularidade (Ic): parâmetro que define a bacia hidrográfica como forma circular ou alongada, sendo expresso pela Equação 3, onde Ic é o índice de circularidade, A é a área de drenagem em Km² e P é o perímetro da bacia em Km (Trajano et al., 2012):

$$Ic = 12{,}57 \times A \div P^2 \quad (3)$$

- Padrão de drenagem: corresponde à arrumação espacial dos rios e seus afluentes, classificando a bacia entre 6 tipos: dendrítica, treliça, retangular, paralela, radial e anelar (Christofoletti, 1980).

b) Características do relevo:

- Declividade: controlador da velocidade do escoamento superficial. Portanto, é o tempo em que a água da chuva cessa e se encontra nos leitos fluviais. Sendo expressa pela diferença de distância entre a altitude de dois pontos do terreno (Villela; Mattos, 1975).

- Altitude: Relaciona-se com as fases do ciclo hidrológico como a evaporação, transpiração e precipitação (Teodoro et al., 2007).

c) Características da rede de drenagem:

- Ordem dos cursos d'água: ordena os cursos d'água de uma bacia através da análise das suas ramificações (Teodoro et al., 2007).

- Densidade de drenagem: inversamente proporcional ao comprimento dos rios, ou seja, quanto maior for o valor numérico, menor será o tamanho do comprimento total dos canais. Este parâmetro é expresso pela Equação 4, onde Dd é a densidade de drenagem, Lt é o comprimento total dos canais de escoamento e A é a área de drenagem da bacia hidrográfica (Christofoletti, 1980):

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

- Índice de sinuosidade: razão entre o comprimento do rio principal e a distância entre a nascente e a foz medida em linha reta. Este parâmetro é expresso pela Equação 5, onde Sin é a sinuosidade do curso d'água, L é o comprimento do rio principal e Ls é o comprimento de um talvegue (Villela; Mattos, 1975):

$$\mathrm{Sin} = \mathrm{L} \div \mathrm{Ls} \quad (5)$$

Para as características do relevo e delimitação da ordem dos cursos d'água, foi utilizada a imagem de radar Shuttle Radar Topography Mission - SRTM com resolução espacial de 30 m (1 arc segundo) disponibilizada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2014). O radar permitiu a elaboração dos mapas de declividade, altitude e ordem hierárquica dos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio das Rãs. Foram adotadas as classes de declividade da Embrapa (1999), com as seguintes qualificações: plano (0-3%); leve ondulada (3-8%); ondulado (8-20%); forte ondulado (20-45%); montanhoso (45-75%) e forte montanhoso (acima de 75%). Em relação à altimetria, foram definidas classes de 100 em 100 metros de altitude.

Para a extração automática dos dados sobre a ordem hierárquica dos cursos d'água, foram executados procedimentos na imagem de radar SRTM (30 m de resolução espacial) em ambiente SIG. Sendo estes os seguintes: preenchimento de depressões; direção do fluxo; acumulação de fluxo; utilização da função de condição "con" para filtrar os pixels mais significativos; ordem dos cursos d'água; e conversão dos cursos d'água em formato imagem para arquivo vetorial (Alves Sobrinho et al., 2010).

Além disso, para obtenção das características da rede de drenagem da área de estudo, foram utilizados os dados disponibilizados pela carta topográfica do IBGE (1974), escala de 1:100.000.

Como suporte para a obtenção das características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio das Rãs foi adotado o Sistema de Informação Geográfica. O software ArcGIS 10.2.2 foi utilizado como ambiente SIG.

3. Resultados e Discussão

3.1. Geotecnologias aplicadas aos estudos morfométricos

As geotecnologias desempenham as funções de coleta, processamento, análise, representação e disponibilização de informações georreferenciadas para embasar a tomada de decisões, com aplicações abrangendo o planejamento ambiental, ordenamento territorial e gestão dos recursos hídricos. A integração de dados geoespaciais facilita a entrega de informações compreensíveis aos usuários finais, com o Sensoriamento Remoto sendo uma abordagem multidisciplinar beneficiada por essas tecnologias (Dias; Figueroa, 2020).

Os primeiros estudos com o uso de sensores remotos, introduzidos por Evelyn Lord Pruitt e colaboradores em 1960, conceituaram o Sensoriamento Remoto como ciência que envolve o reconhecimento e observações eficazes sobre os objetos do espaço geográfico, sem o contato físico direto (Melo; Mendonça; Santana; Raimundo, 2021), permitindo a coleta automática de dados por meio da produção de imagens orbitais

(Sobrinho Neto; Danelichen, 2022). Conforme Almeida et al. (2018) existem imagens orbitais produzidas pelos sensores remotos com qualidade de resolução espacial excepcional, sendo menor que 2 metros. Isso contribui para inúmeras aplicações, tais como monitoramento ambiental, detecção de desastres naturais, controle do desmatamento, precisão cartográfica e estudos urbanos (Pollo; Barros; Barros; Pollo; Pollo, 2023). Um exemplo de produto dos sensores remotos é o Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM (Novo, 2010).

O SRTM, lançado em 2000 a bordo do ônibus espacial Endeavour, teve como principal finalidade a aquisição de dados altimétricos da superfície terrestre por meio da técnica de Interferometria, uma abordagem de Sensoriamento Remoto por radar. Esse sistema tem proporcionado uma ampla visão sobre a cobertura geomorfológica do planeta Terra, tendo em vista que compreende uma faixa que se estende desde a latitude 60º norte até a latitude 56º sul (USGS, 2018).

Além disso, o Radar SRTM é crucial na delimitação de bacias hidrográficas. As informações sobre o relevo são obtidas e apresentadas a partir do processamento direto do Modelo Digital de Elevação (MDE) ou por meio da extração automática de curvas de nível. Nesse sentido, se percebe a importante implementação de Geotecnologias na caracterização morfométrica, uma vez que contribuem para a avaliação de impactos decorrentes das ações naturais e antrópicas em bacias hidrográficas (Cunha; Bacani, 2019).

A análise da geometria da bacia hidrográfica desempenha um papel significativo na identificação de suscetibilidade a enchentes e/ou inundações. Conforme Alves e Barros (2021), Barboza et al. (2022), Paiva e Nuñez (2023) o coeficiente de compacidade (Kc), fator de forma (Kf) e índice de circularidade (Ic) são indicadores que demonstram a tendência em ocorrer esses eventos em condições normais de precipitação. Quando os valores dessas variáveis se aproximam de 1, como observado na bacia do Riacho das Garças (Alves; Barros, 2021), a probabilidade de ocorrência de desastres hidrológicos aumenta significativamente devido à sua forma mais circular. Por outro lado, bacias hidrográficas com valores menores do que 1, como o Açude Cachoeira II, indicam uma menor propensão a enchentes e/ou inundações devido à sua forma mais alongada (Santos; Bezerra; Nascimento; Souza; Silva; Moura, 2021).

A sinuosidade de uma bacia hidrográfica também contribui potencialmente para ocorrência dos desastres hidrológicos supramencionados, assim como, influencia o comportamento do seu escoamento superficial, afetando o tempo de concentração das águas pluviais (Peruzzo; Silvino; Araújo; Leon; Arruda; Arruda Filho; Lisboa, 2022). A bacia do Riacho das Garças apresenta uma sinuosidade de 1,51. Isso indica um canal principal com formato não retilíneo (Alves; Barros, 2021). Enquanto o Açude Cachoeira II, com uma sinuosidade de 1,35 corresponde a uma situação intermediária, onde a forma do canal principal se encontra entre padrões mais regulares e irregulares (Santos; Bezerra; Nascimento; Souza; Silva; Moura, 2021).

Vale ressaltar a influência das características do relevo, tais como altitude e declividade evidente em pesquisas analisadas. A variação das altitudes nas bacias, como visto no estudo de Paiva e Nuñez (2020), colaboram diretamente com a velocidade do escoamento superficial e/ou subterrâneo. Da mesma forma, ocorre diante da declividade do terreno, como discutido no estudo de Santos et al. (2021). Para a bacia do Alto Rio Paraíba, as altitudes variam de 362 a 1172 metros (Dornelas; Xavier; Seabra; Silva, 2020). Enquanto na bacia do Açude Cachoeira II, as altitudes variam de 440 a 848 metros. Essas variações nas altitudes influenciam a distribuição espacial e/ou temporal do transporte e deposição de sedimentos e a capacidade de infiltração do solo (Santos; Bezerra; Nascimento; Souza; Silva; Moura, 2021).

Os estudos conduzidos por Dornelas et al. (2020) em regiões montanhosas salientam a influência marcante do relevo nas características da rede de drenagem. Os vales profundos e os rios íngremes são testemunhas da erosão vigorosa, assim como, resultante da topografia acidentada. Melo et al. (2020) destaca a importância de considerar o grau de inclinação do terreno ao avaliar as características da rede de drenagem, sendo um parâmetro mais bem analisado a partir de imagens de radar com alta resolução espacial. Além disso, os estudos de Marinho et al. (2020) demonstram a relação existente entre a densidade de drenagem e a rede de rios, tendo em vista que áreas com elevada densidade de drenagem frequentemente apresentam uma rede de

rios densa. Isso tem implicações significativas na resposta da bacia a eventos climatológicos extremos, configurando-se como elemento crítico para a gestão de riscos.

Diante do exposto, os estudos morfométricos de bacias hidrográficas são fundamentais para a gestão adequada dos recursos hídricos e a prevenção de desastres naturais. As características da forma, sinuosidade, relevo e uso do solo têm um impacto significativo nos processos hidrológicos, e a análise desses fatores, como evidenciado por Paiva e Nuñez (2020), Santos et al. (2021), entre outros pesquisadores supramencionados, são primordiais para o planejamento e manejo sustentável desses territórios. Nesse contexto, os estudos morfométricos empregaram tecnologias geoespaciais na análise da dinâmica ambiental, possibilitando uma valiosa contribuição para a formulação de ações articuladas por parte do poder público no enfrentamento dos desafios relacionados à recursos hídricos. Logo, as geotecnologias se revelaram como ferramentas eficazes e ágeis para a condução dessas pesquisas.

3.2. Características Geológicas e Geomorfológicas da bacia hidrográfica do Rio das Rãs/BA

A compartimentação da bacia hidrográfica do rio das Rãs se dividi da seguinte maneira: alto curso com uma área de 1.322 km²; médio curso com uma área de 4.638 km²; e baixo curso com uma área de 713,6. Sendo que o baixo curso com altimetrias de 421 a 550 metros, médio curso 550 a 750 metros e alto curso 750 a 1.322 metros de altitudes das Rãs (Figura 2).

Figura 2 – Setorização da Sub-bacia do Rio do Rio das Rãs/BA

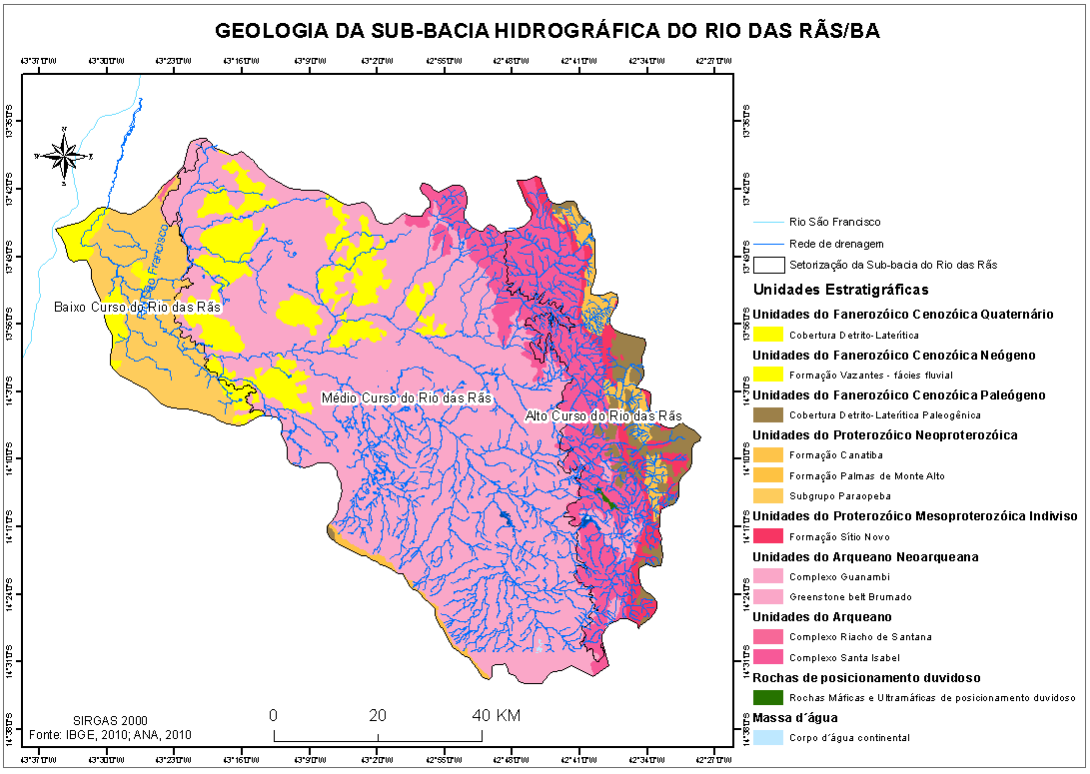


Fonte: IBGE, 2010; ANA, 2010.

Em relação a Geologia, o alto curso do rio das Rãs localiza-se na parte leste da área da bacia, com as seguintes unidades estratigráficas: complexo santa isabel; a formação canatiba; a cobertura detrito-laterítica

paleogênica; e a formação sítio novo. O médio curso do rio das rãs, região central, é formado pela cobertura detrito-laterítica (norte), compreendendo quase a totalidade do complexo Guanambi. E o baixo curso se encontra na parte ocidental da área da bacia, sendo composta pelas seguintes unidades estratigráficas: formação vazante; a cobertura detrito-laterítica; e em grande porção da sua extensão o subgrupo Paraopeba (Figura 3).

Figura 3 - Geologia da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio das Rãs/BA



Fonte: IBGE, 2010; Ana, 2010.

No que tange os aspectos geomorfológicos, o alto curso da bacia do Rio das Rãs tem como unidades morfoestruturais os patamares do espinhaço (oeste), as serras setentrionais do espinhaço (norte), a superfície dos gerais (leste) e as serras do espinhaço central (sul) da bacia. o médio curso compreende as serras do espinhaço central a sudoeste, os patamares do espinhaço a noroeste e em quase toda a sua extensão de área, a depressão de Guanambi, região central. E o baixo curso da bacia os terraços centrais do rio São Francisco e a depressão do Médio São Francisco, esse último com uma expressiva porção. Vale ressaltar que as unidades morfoestruturais são compostas pelas diversas formas de relevo, sendo determinadas por aspectos litológicos, estruturais e geotectônicos, que estão associados a sua origem (Ross, 1996) (Figura 4).

De acordo com a CPRM (2010), as unidades estratigráficas presentes na bacia são compostas pelas seguintes unidades litológicas: formação sítio novo por rochas sedimentares ou por rochas metamórficas formadas a partir de rochas sedimentares; complexo Guanambi e complexo santa Isabel formadas por rochas ígneas ou magmáticas; subgrupo Paraopeba, formação canatiba e cobertura detrito-laterítica paleogênica por rochas sedimentares; e cobertura detrito-laterítica e formação vazante por material superficial (Quadro 1). Além disso, as unidades morfoestruturais da bacia do Rio das Rãs são compostas por formas de relevo, tais como: depressão de guanambi e depressão do médio são francisco por superfícies aplainadas conservadas; patamares do espinhaço e serras sententrionais do espinhaço por escarpas serranas; superfície dos gerais e

serras do espinhaço central por chapadas, escarpas serranas e planaltos; e planícies e terraços centrais do são francisco por terraços fluviais (CPRM, 2010).

Figura 4 - Geomorfologia da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio das Rãs/BA



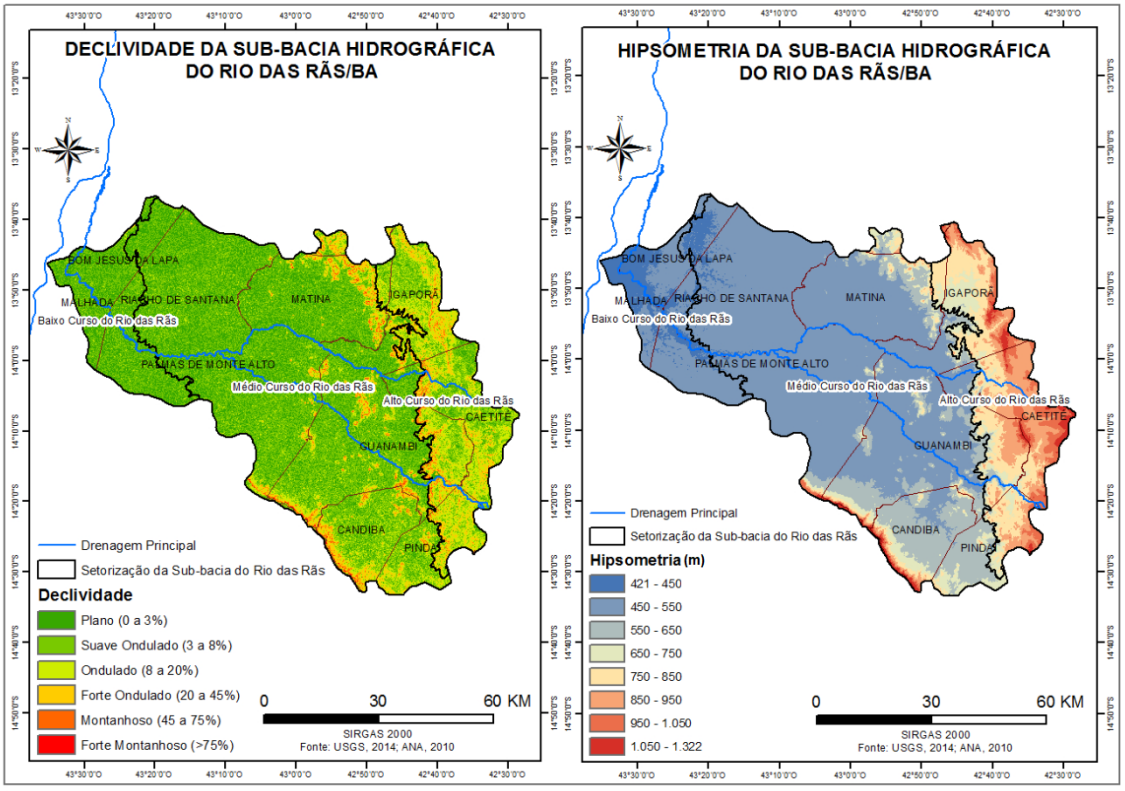
Fonte: IBGE, 2010; ANA, 2010.

Quadro 1 - Unidades Litológicas da Bacia Hidrográfica do Rio das Rãs

Unidades Estratigráficas	Unidades Litológicas Correspondentes
Complexo Santa Isabel	Kinzigito, formação ferrífera bandada, metaperidotito, metanorito, metadiorito (rochas metamórficas).
Complexo Guanambi	Monzogabro, monzodiorito, granito; monzonito, quartzo monzonito (rochas ígneas ou magmáticas).
Formação Canatiba e Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica	Brecha sedimentar, metaconglomerado (rochas sedimentares).
Subgrupo Paraopeba	Calcarenito, arcóseo, dolomito, siltito, folhelho, argilito, ritmito, marga (rochas sedimentares).
Formação Sítio Novo	Quartzito feldspático, metaconglomerado, filito (rochas sedimentares ou rochas metamórficas).
Cobertura Detrito-Laterítica	Material superficial como areia, argila e silte.
Formação Vazante	Material superficial como areia, argila e cascalho.

Observa-se que a bacia do Rio das Rãs apresenta baixos índices de inclinação do terreno, sendo que na maior parte da sua área o relevo é plano (0 a 3%) e suave ondulado (3 a 8%) com baixas e médias altitudes. Vale ressaltar que as nascentes do Rio Carnaíba de Dentro e de Fora se encontram no relevo montanhoso a forte montanhoso com intervalo altimétrico variando de 950 a 1.322 m e a confluência entre esses dois rios dar origem ao Rio das Rãs no relevo plano com intervalo altimétrico variando de 450 a 550 m (Figura 5).

Figura 5 - Declividade e Hipsometria da Sub-bacia Hidrográfica do Rio das Rãs/BA.



Fonte: IBGE, 2010; USGS, 2014; EMBRAPA, 2010.

Os terrenos de bacias hidrográficas em declividade com intervalo de 0 a 12% apresentam boas ou excelentes condições para a ocupação e expansão urbana. Além disso, essas faixas de declividades não prejudicam a utilização de máquinas para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Os terrenos em declividade com intervalo de 12 a 30% são considerados como áreas limites para o processo de urbanização (De Biasi, 1992).

De acordo com Cardoso et al. (2006), a cobertura vegetal somada a declividade do terreno exerce forte influência na tomada de decisão sobre o manejo da bacia hidrográfica. Estes fatores influenciam principalmente nos processos de precipitação, fluxo de água no solo e escoamento superficial. A ausência de cobertura vegetal, intensidade de chuvas e o alto grau de declividade, contribuem para o aumento da velocidade de escoamento e menor infiltração de água pelo solo, tendo como resultado a degradação do solo por processos de erosão (Tonello et al., 2006).

Os processos de erosão correspondem à perda do solo, nutrientes, água e matéria orgânica por causa do aumento do escoamento superficial, sendo que pode a vir ocasionar a eutrofização dos corpos d´água e o assoreamento (Tonello et al., 2006). Diante disso, observa-se que no alto curso da bacia do Rio das Rãs o

escoamento superficial ocorre com maior velocidade do que no médio e baixo curso, uma vez que é uma área com índices elevados de declividade e altitude.

Conforme com De Bíase (1992), para terrenos que apresentam intervalo de declividade entre 30 e 47%, recomenda-se à exploração mediante a utilização de técnicas racionais para o manejo sustentável da cobertura de florestas. Em áreas com declividade acima de 47% não é recomendado o corte e a destruição de florestas, tendo em vista que é permitido apenas a extração de toras mediante ao uso de técnicas racionais, para a exploração sustentável (De Biasi, 1992). Assim, percebe-se que em terrenos do norte, sul e leste da bacia do rio das Rãs, foram identificados intervalos declividades que varia de forte ondulada a forte montanhosa, sendo salutar a adoção de políticas de desenvolvimento sustentável de incentivo a preservação dessas áreas. São áreas que apresentam pressões pela instalação de empreendimentos eólicos próximos as áreas de fragilidade ambiental, principalmente em sua fase de implantação.

As formas de relevo podem indicar elementos naturais relevantes para a exploração da energia renovável na bacia, exemplificam-se o complexo eólico na serra do espinhaço e a exploração da energia solar na depressão de Guanambi. Na bacia localizam-se 895 aerogeradores e um grande empreendimento de energia solar (Aneel, 2019).

Destarte, toda essa conjuntura geomorfológica e geológica foi relevante para o entendimento da morfometria da bacia de estudo.

3.3. Características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio das Rãs/BA

A bacia do Rio das Rãs apresenta a área total de 6.673,62 km², o perímetro de 444,53 km e comprimento do rio principal de 126,91 Km. Ademais, sobre as características geométricas da bacia, observa-se que os dados obtidos do coeficiente de compacidade, índice de circularidade, fator forma foram de 1,52; 0,4245; e 0,41, respectivamente.

Referem-se ao coeficiente de compacidade acima de 1, uma baixa probabilidade para o acontecimento de inundações. E quanto mais próximo de 0, maior será a possibilidade de ocorrer inundações, sendo características de bacias mais arredondadas (Villela; Matos, 1975). Diante disso, percebe-se que a bacia do Rio das Rãs apresenta forma alongada e de baixa possibilidade a ocorrência de desastres naturais, como exemplos, as enchentes, uma vez que o seu o coeficiente de compacidade é maior do que 1.

De acordo com Villela e Matos (1975), quando o fator de forma de uma bacia hidrográfica é menor que 0,5, ela está sujeita a baixa possibilidade à ocorrência de enchentes. Porém, quando for maior que 0,5, a bacia tem média ou alta probabilidade à ocorrência de enchentes. Assim, observa-se que o resultado encontrado para a bacia do Rio das Rãs foi menor que 0,5, reforçando que a bacia não está predisposta a desastres naturais como as enchentes.

Em relação ao índice de circularidade, sugere que um valor encontrado acima de 0,51 a bacia apresenta uma tendência de forma mais circular, contribuindo com a ocorrência de picos de cheias ou inundações. No entanto, quando o resultado obtido for menor que 0,51, a bacia tende apresentar uma forma mais alongada, contribuindo com o processo de escoamento superficial (Trajano et al., 2012). Diante disso, percebe-se que o índice de circularidade encontrado para a bacia do rio das Rãs foi menor que 0,51, demonstrando que ela se aproximar de uma forma mais alongada, favorecendo o escoamento superficial em sua área. Principalmente pela contribuição das extensas áreas na depressão de Guanambi e do São Francisco. O valor do índice de circularidade apresenta relação sistêmica com o coeficiente de compacidade e do fator de forma, sendo a forma alongada.

Conforme Barbosa (2006), as enchentes e inundações são provenientes de intensas precipitações, tendo em vista que as enchentes ocorrem por causa da elevada vazão de água das chuvas até o limite da calha principal do rio. No entanto, quando a água extravasa ultrapassando o limite da calha principal do rio, este

fenômeno dá origem às inundações. A bacia do rio das Rãs enquadra-se no semiárido brasileiro, com a concentração temporal de precipitação pluviométrica e irregularidade espaço temporal (Campos, 2014).

No que tange ao padrão da drenagem das bacias hidrográficas, a classificação da forma espacial tem relação direta com as ramificações dos cursos d'água da sua rede de drenagem (Christoletti, 1980). No caso da bacia hidrográfica do rio das Rãs, o seu padrão de drenagem é classificado como dendrítica.

De acordo com Christoletti (1980), a configuração do padrão de drenagem dendrítica se assemelha ao formato de uma árvore, sendo desenvolvido sobre regiões que apresentam rochas homogêneas ou de crescimento uniforme com caráter sedimentar. Diante disso, percebe-se que as rochas sedimentares presentes na área de estudo, estão predominantes localizadas a leste da bacia do rio das Rãs, isso influencia na formação da diversificada das ramificações dos seus cursos d'água. E a soma de todos os cursos d'água da bacia do Rio das Rãs é igual a 3.921,39 Km e o comprimento do seu talvegue é de 133,22 km. Além disso, para a densidade de drenagem e o índice de sinuosidade os resultados encontrados foram de 0,59 e 0,95, respectivamente.

De acordo com Vilela e Matos (1975) a densidade de drenagem pode varia de 0,5 para bacias com drenagem podre a 3,5 ou mais para bacias com drenagem excepcionalmente bem drenadas. Assim, conforme o valor da sua densidade de drenagem (Dd), as bacias hidrográficas podem ser classificadas em cinco tipos de drenagem, sendo os seguintes: pobre ($Dd<0,5km/km^2$); regular ($0,5\leq Dd<1,5km/km^2$); boa ($1,5\leq Dd<2,5km/km^2$); muito boa ($2,5\leq Dd<3,5km/km^2$); excepcionalmente bem drenadas ($Dd>0,5km/km^2$). Diante disso, a drenagem da bacia hidrográfica do Rio das Rãs é classificada como regular.

E para o índice de sinuosidade, valores próximos de 1 indicam canais retilíneos, no entanto, valores superiores a 2 exibem canais sinuosos. Quanto maior for o índice de sinuosidade, menor será a velocidade do escoamento superficial e maior será a dificuldade dos cursos d'agua de atingir o exutório (Freitas, 1952). Nesse contexto, observa-se que bacia em estudo apresenta canais retilíneos, tendo em vista que seus cursos d'água escoam em grande velocidade e com poucos desvios para atingir o exutório. Porém, intervenções antrópicas podem interferir no escoamento da bacia do rio das Rãs, bem como, barragens, loteamentos em áreas de Área de Preservação Permanente – APP, entre outras degradações ambientais.

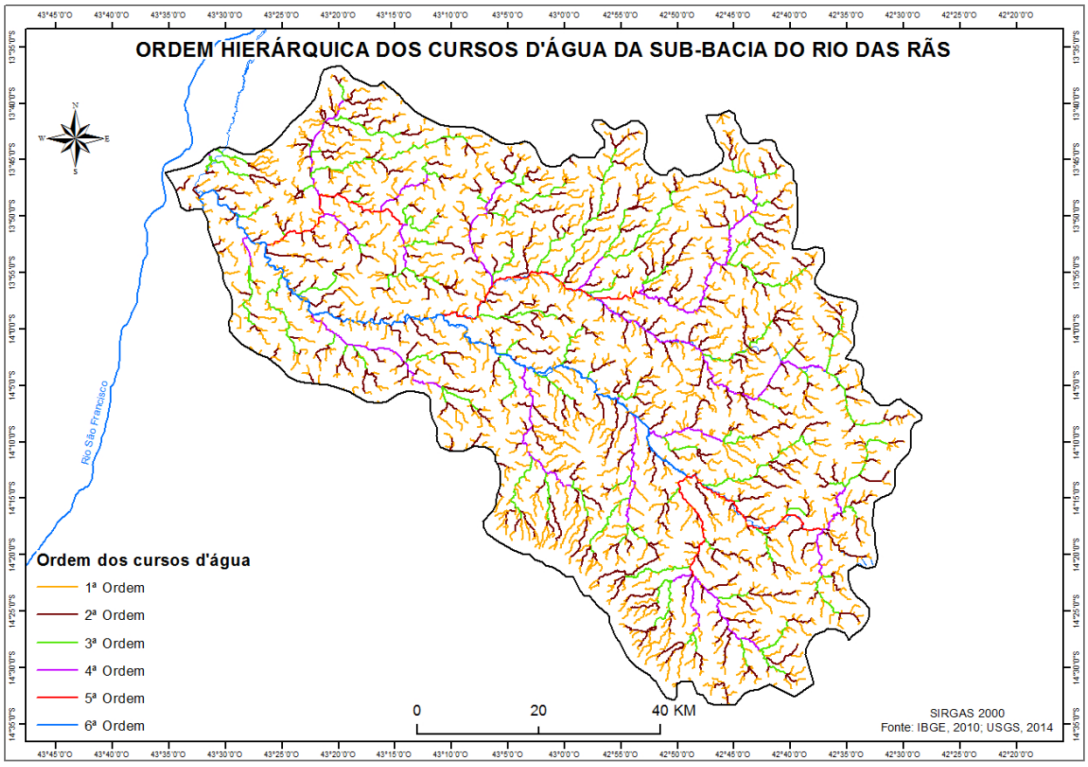
Os valores reduzidos de densidade de drenagem (Dd) normalmente estão associados às áreas caracterizadas por rochas permeáveis e precipitações de pouca concentração ou de baixa intensidade (Tonello et al., 2006). Observa-se que a bacia em estudo apresenta baixa densidade de drenagem por causa da predominância de rochas permeáveis como as sedimentares e pelo fato de estar inserido em uma região de clima semiárido com menor índice de precipitações. A bacia apresenta diversas ramificações por causa dos seus altos índices de declividade e altitude, configurando em uma bacia hidrográfica com valor alto de ordem hierárquica. Vale ressaltar que quanto maior for à declividade e a altitude do terreno, maior será o número de ramificações da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica e mais efetivo será o seu sistema de drenagem (Tonello et al., 2006).

Observa-se um maior número de ramificações dos cursos d'água no alto curso da bacia, principalmente pelos elevados índices de declividade e altitude. No entanto, o médio e baixo curso d'água apresentam poucas ramificações em sua rede de drenagem, sendo que uma possível explicação são os baixos índices de inclinação do relevo (Figura 6).

Em específico, o alto curso da bacia do Rio das Rãs apresenta declividade forte montanhosa (>75%) predominante, abrangendo integralmente os municípios de Igaporã e Caetité, e parcialmente Guanambi e Pindaí. O seu intervalo altimétrico varia de 750 m a leste até 1.322 m a oeste de sua área. O médio curso da bacia do Rio das Rãs apresenta, em quase toda a sua extensão de área um relevo plano (0 a 3%) abarcando integralmente os municípios de Riacho de Santana, Matina, Palmas de Monte Alto e Candiba e parcialmente Guanambi e Pindaí. Além disso, apresenta uma declividade que varia de forte ondulada (20 a 45%) a forte montanhosa (>75%), em algumas pequenas porções de área de Matina, Candiba e Guanambi. O seu intervalo altimétrico varia de 450 a 550 m a norte, leste e oeste, sendo que a sul varia de 650 a 750 m. No baixo curso da bacia do Rio das Rãs o relevo é predominantemente plano (0 a 3%), abrangendo pequenas porções de área

dos municípios de Bom Jesus da Lapa e Malhada. O seu intervalo altimétrico varia de 421 a 450 m a oeste, sendo que a leste varia de 450 a 550 m a leste. A partir dessa análise, a bacia do Rio das Rãs foi considerada uma rede de drenagem de 6ª ordem hierárquica (escala de 1:100.000) (Figura 6).

Figura 6 - Ordem Hierárquica dos cursos d'água da sub-bacia do Rio das Rãs



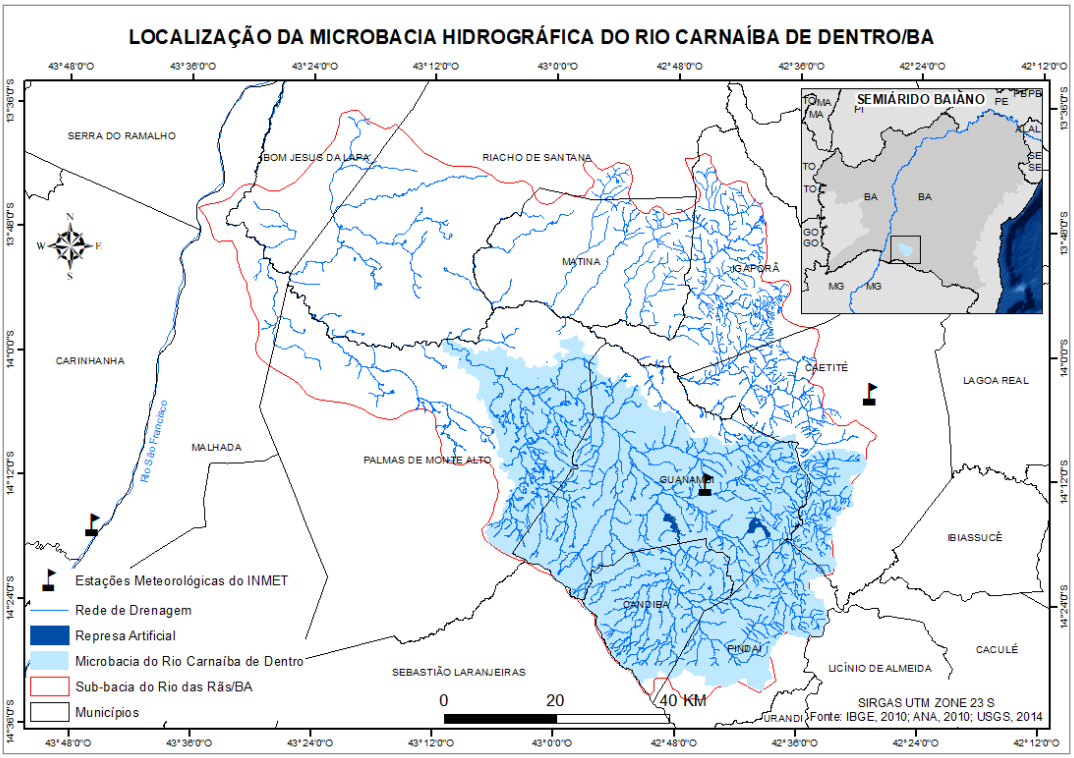
Fonte: IBGE, 2010; USGS, 2014; EMBRAPA, 2010.

A partir da presente pesquisa foi possível fornecer dados e informações que podem ser utilizados para medidas mitigadores as questões ambientais que ocorrem ou podem ocorrer no entorno da bacia hidrográfica do Rio das Rãs, assim como, adentro da região por onde se encontra situado a microbacia do Rio Carnaíba de Dentro. Essas medidas envolvem: (a) a gestão integrada dos recursos hídricos, (b) a recuperação de áreas degradadas, (c) o controle da poluição, (d) o planejamento urbano sustentável, e (e) a educação ambiental.

3.4. Microbacia hidrográfica do Rio Carnaíba de Dentro/BA

A microbacia hidrográfica do Rio Carnaíba de Dentro é um cenário que se destaca tanto pela sua relevância geográfica e ambiental quanto pelos desafios enfrentados em relação aos recursos hídricos. Essa área abarca os municípios de Guanambi, Candiba, Pindaí, Caetité e Palmas de Monte Alto, apresentando uma diversidade geográfica notável. Desde terrenos planos até regiões serranas, a topografia heterogênea desse território influencia diretamente o escoamento das águas e a formação de rios, riachos e lagoas ao longo de sua área (Castro; Maia, 2021). Além disso, possui área de extensão territorial de 2.572,53 Km², estando inserida na região do semiárido baiano, adentro da sub-bacia hidrográfica do Rio das Rãs, e a sudoeste do estado da Bahia, uma vez que se encontra localizada entre as coordenadas geográficas 42° 28' 47" O, 14° 32' 14" S e 43° 11'29" O, 13° 58' 39" S (Ana 2010) (SIRGAS 2000) (Figura 7).

Figura 7 – Localização da microbacia hidrográfica do Rio Carnaíba de Dentro/BA



Fonte: IBGE, 2010; ANA, 2010; USGS, 2014.

O clima predominante nessa microbacia hidrográfica é classificado como semiárido, com características de sazonalidade na distribuição das chuvas. Essa irregularidade nas precipitações pluviométricas ao longo do ano representa um desafio significativo para a gestão dos recursos hídricos. A sazonalidade das chuvas impacta diretamente a agricultura, afetando a segurança alimentar e a subsistência das comunidades locais (Clemente; Pereira; Leal; Reis, 2017).

A cobertura vegetal é predominantemente composta por Caatinga, um bioma único do nordeste brasileiro. No entanto, a exploração agropecuária desordenada e o desmatamento, têm sido uma preocupação crescente. Isso tem sérias implicações na conservação do solo, na recarga dos aquíferos e na biodiversidade local. A degradação do solo compromete ainda mais a infiltração da água e a preservação dos recursos hídricos (Costa; Caetano; Clemente, 2020).

A presença de corpos d'água é uma das características mais marcantes no território dessa pesquisa, com rios, riachos e lagoas desempenhando um papel vital na região. O Rio Carnaíba de Dentro e seus afluentes, são fundamentais para o abastecimento de água e para o equilíbrio dos ecossistemas existentes. Entretanto, esses cursos d'água enfrentam desafios relacionados à qualidade da água devido à poluição ambiental e ao desmatamento (Rocha; Velasco; Rego; Luzardo; Barbosa, 2014).

Nesse contexto, a ocupação urbana desordenada é uma característica preocupante. O crescimento das áreas urbanas tem levado ao aterramento de lagoas e à impermeabilização do solo, resultando em problemas de drenagem e qualidade da água, bem como no comprometimento das áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos (Castro; Maia, 2021).

Diante do exposto, a microbacia do Rio Carnaíba de Dentro/BA é uma região geograficamente diversificada, com uma topografia variada e um clima semiárido. Sua cobertura vegetal única, composta

principalmente por Caatinga, enfrenta desafios significativos devido ao desmatamento e à exploração agropecuária. Os corpos d'água desempenham um papel vital na região, mas enfrentam problemas de qualidade devido à ação humana. A ocupação urbana desordenada é uma preocupação adicional que requer uma gestão cuidadosa para garantir a sustentabilidade e a qualidade de vida das comunidades ribeirinhas (Castro e Maia, 2021; Clemente et al., 2017; Costa et al., 2020; Rocha et al., 2014).

Portanto, a gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio das Rãs/BA emerge como uma necessidade indispensável. A colaboração entre instituições públicas, sociedade civil e pesquisadores torna-se crucial para implementar estratégias que promovam a conservação dos mananciais, a melhoria da qualidade da água e o desenvolvimento sustentável. A interconexão entre o uso do solo, a agricultura e a qualidade da água destacam a relevância da gestão integrada dos recursos hídricos para a preservação dos mananciais. Logo, a compreensão das características geográficas e dos desafios relacionados aos recursos hídricos na bacia de estudo é fundamental para orientar ações que visem à proteção desse importante ecossistema e ao bem-estar dos habitantes que dependem dele.

4. Conclusões

Foi possível constatar que a bacia hidrográfica do rio das Rãs não estar suscetível a eventos hidrológicos críticos, como enchentes e inundações. Além disso, observa-se que os maiores números de ramificações dos cursos d'água são encontradas na região leste, com declividade forte montanhosa predominante e elevadas cotas altimétricas. No entanto, em regiões planas e com baixa altimetria, os cursos d'água se unificam, nos cursos médio e baixo da bacia.

Vale que ressaltar que o padrão de drenagem da bacia em estudo é do tipo dendrítica, contribuindo para que o escoamento superficial ocorra de forma contínua da nascente até a foz. Além disso, a bacia do Rio das Rãs apresenta baixa densidade de drenagem. Tal característica pode ser explicado pelo fato de sua região apresentar inúmeras rochas permeáveis e baixo índice pluviométrico, se configurando em uma região seca.

Com isso, a presente pesquisa visa auxiliar no gerenciamento da bacia em estudo, uma vez que a partir da sua caracterização é possível entender a sua dinâmica fluvial, a fim de minimizar os impactos ambientais ocasionados por fatores naturais e antrópicos. Logo, a partir das informações obtidas é possível fornecer subsídios para um melhor direcionamento na elaboração de políticas públicas que promova adequadamente o manejo, ocupação e o desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do Rio das Rãs. Por exemplo, a construção de um banco de dados consolidado e a capitação de gestores para o monitoramento integrado e preditivo dos recursos hídricos disponíveis. Levando em consideração a oferta e demanda de água para os mais diversos serviços, tais como: abastecimento, irrigação e controle do clima.

Referências

Almeida, R. T. S; Moreira, A. N. H.; Griebeler, N. P.; Sousa, S. B. de. Influência dos dados e métodos no mapeamento do uso e da cobertura da terra. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 43, p. 7-22, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/48164>.

Alves Sobrinho, T., Oliveira, P. T. S., Rodrigues, D. B. B., Ayres, F. M. (2010). Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n.1, p. 46-57.

Alves, A. T. A.; Barros, V. H. de O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Riacho das Garças, Pernambuco, Brasil. **Revista Semiárido De Visu**, [S. l.], v. 9, n.2, p. 131–142, 2021. Disponível: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/236>.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. (2010). **Atlas Brasil**. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Download.aspx>.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. (2019). **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico**. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/ index.html>.

Barboza, E. N.; Silva, V. F. da; Marques, A. T.; Santos, S. A. dos; Silva, M. M. F.; Maia, A. G.; Vieira , F. I. D. Da M. . Hydrological characterization of an urban watershed in Ceará using Geographic Information System – GIS. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. e40811225440, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/25440>.

Barbosa, F. A. R. (2006). **Medidas de Proteção e Controle de Inundações Urbanas na Bacia do Rio Mamanguape/PB.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

BDIA – Banco de Dados de Informações Ambientais. 2019. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>.

Campos, J. N. B. (2014). Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 65-88.

Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B., Martins, S. V. (2006). Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 241-248.

Castro, J. M. L.; Maia, M. R. Aspectos geoambientais, uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Carnaíba de Dentro – BA. **Geopauta**, v. 5, n. 1, p. 1-21, 2021. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/7749>.

Christofoletti. A. (1980). **Geomorfologia.** 2ª Ed. São Paulo (SP): Edgard Blücher.

Clemente, C. M. S.; Pereira, D. M.; Leal, T. L. M. De C.; Reis, M. F. T. (2017). Análise espacial da precipitação pluviométrica na microbacia do Rio Carnaíba de dentro e seu entorno no semiárido baiano entre 2009 a 2014. **Caderno de Geografia**, 27(49), 353. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n49p353>.

Costa, J. G. S.; Caetano, M. R.; Clemente, C. M. S. (2020). Vulnerabilidade natural à perda de solo da microbacia hidrográfica do Rio Carnaíba de Dentro, semiárido baiano. **Revista Verde Grande:** Geografia e Interdisciplinaridade, 2(02), 28–55. Disponível em: <https://doi.org/10.46551/rvg26752395202022855>.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. (2010). **Mapas de Geodiversidade Estaduais**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geodiversidade/Mapas-de-Geodiversidade-Estaduais-1339.html>.

Cunha, E. R. da; Bacani, V. M. Influência da resolução do MDE na caracterização morfométrica de bacia hidrográfica. **Caderno de Geografia**, v. 29, n. 59, p. 1029, 2019. Disponível: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/19655>.

De Biasi, M. (1992). Carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 45-60.

Dias, N. O.; Figueiroa, C. F. B. Potencialidades e uso de geotecnologias para gestão e planejamento de unidades de conservação. **Revista de Geografia**, v. 10, n. 2, p. 283-302, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/30000>.

Dornellas, P. da C.; Xavier, R. A.; Silva, R. M. da; Seabra, V. da S. Análise morfométrica da bacia do Alto Rio Paraíba, região semiárida do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 21, n. 3, 2020. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1757.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. (1999). **Manual de classificação dos solos.** Brasília (DF), CNPS.

Fraga, M. S., Ferreira, R. G., Silva, F. B., Vieira, N. P. A., Silva, D. P., Barros, F. M., Martins, I. S. B. (2014). Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa**, v. 2, n. 4, p. 214-218.

Freitas, R. O. (1952). Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. **Boletim Paulista de Geografia**, v. 11, p. 53-57.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2010). **Censo Demográfico.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

Marinho, D. S.; Vendruscolo, J.; Vasconcelos, T. B.; Cavalheiro, W. C. S.; Stachiw, R. Caracterização morfométrica da Sub-bacia do Rio Ribeirão, Amazônia Ocidental, Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente (RAMA)**, v. 14, p. 1-13, 2021. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/7225>.

Martins, R. N. S., Oliveira, I. J. de. (2015). Geotecnologias na gestão e planejamento do espaço urbano. **Anais do XI Encontro Nacional da ANPEGE:** A Diversidade da Geografia Brasileira, Escalas e Dimensões da Análise e da Ação, Presidente Prudente. SP, Brasil.

Melo, D. H. C. T. B. ; Mendonça, L. F. F. ; Santana, J. O. ; Raimundo, R. D. P. . Evolução da observação da terra por Sensoriamento Remoto. **Revista Brasileira de Sensoriamento Remoto**, v.2, n.2. 002-024 (2021). Disponível em: <https://rbsr.com.br/index.php/RBSR/article/view/45>.

Melo, D. O. S.; Santos, L. S.; Barbosa, A. G.; Mendes, L. A. Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do rio Real pelo uso de dados SRTM e tecnologias SIG. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v.13, n.7, p.3554-3570, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/245050>.

Moreira, A. A. (2016). **Análise da seca/estiagem no norte do estado de Minas Gerais a partir de dados Modis**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

Novo, E. M. L. de M. Sensoriamento remoto - princípios e aplicações. São Paulo, Edgard Blucher Ltda. 2010.

Disponível em: <https://www.google.com.br/books/edition/Sensoriamento_remoto/REriDwAAQBAJ?hl=pt-BR&gbpv=1>.

Paiva, T. B.; Nuñez, D. N. C. (2023). Morphometric analysis of Rio Verdinho watershed, Rio Verde, Goiás, Brazil. **Brazilian Journal of Science**, 2(5), 70–77. Disponível em: <https://www.brazilianjournalofscience.com.br/revista/article/view/303/179>.

Pegado, R. S. (2010). **Geotecnologia como instrumento de gestão de recursos hídricos: estudo da bacia Tucunduba - Belém (PA)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil.

Peruzzo, J. S.; Silvino, G. S.; Araújo, M. C. P.; Leon, M. J.; Arruda, N. T. F.; Lisboa, F. D. S. Caracterização morfométrica das microbacias hidrográficas inseridas no município e Itaporanga (PB). **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.3, p.92-104, 2022. Disponível em: <https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/7074>.

Pollo, R. A.; Barros, B. S. X. de; Barros, Z. X. de; Pollo, R. A.; Pollo, R. **L.** Capítulo 5: Imagens de alta resolução espacial no diagnóstico da enchente ocorrida em 2016 na cidade de Lençóis Paulista/SP, Brasil**.** In: **Ciências Agrárias: Diálogos em Pesquisa, Tecnologia e Transformação**. Editora e-Publicar, 2023, p. 70-77. DOI 10.47402/ed.ep.c2023356730.

Rebouças, A. C. (1997). Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 11, n. 29, p. 127-154.

Reis, P. E. (2018). **O escoamento superficial como condicionante de inundação em Belo Horizonte, MG: estudo de caso da bacia córrego do Leitão, bacia do Ribeirão Arrudas.** Dissertação (Mestrado em Geologia), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

Rocha, G. S.; Velasco, F. De L. C. G.; Rego, C. A.; Luzardo, F. H. M.; Barbosa, J. W. S. (2014). Variação espaço-temporal do índice de qualidade de água e índice de estado trófico do reservatório público de Ceraíma, Guanambi, Bahia. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, 5(1), 212–228. Disponível em: <https://doi.org/10.6008/spc2179-6858.2014.001.0015>.

Rosa, R. (2005). Geotecnologias na Geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, p. 81-90.

Santos, A. G. B. dos; Bezerra, A. C.; Nascimento, A. H. C. do; Souza, L. S. B. de; Silva, J. L. B. da; Moura, G. B. de A. Caracterização morfométrica e uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica do semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.14, n.2, p.1036, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/244869>.

Santos, E., Matos, H., Alvarenga, J., Sales, M. C. L. S. (2012). A seca no nordeste no ano de 2012: relato sobre a estiagem na região e o exemplo de prática de convivência com o Semiárido no distrito de Iguaçu/Canindé-CE. **Revista Geonorte**, Amazonas, v.1, n.5, p. 819-830.

Sobrinho Neto, F. S.; Danelichen, V. H. de M. Estudo do Uso de Índices de Vegetação nas Culturas do Brasil. **UNICIÊNCIAS**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 100–107, 2023. Disponível em: <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9973>.

Teodoro, V. L. I., Teixeira, D., Costa, D. J. L., Fuller, B. B. (2007). O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n. 20, p. 137-156.

Tonello, K. C. (2005). **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. Tese (Doutorado em Ciências Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

Tonello, K. C., Dias, H. C. T., Souza, A. L. De, Ribeiro, C. A. A. S., Leite, F. P. (2006) Morfometria da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas, Guanhães - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p. 849-857.

Tucci, C. E. M. (2000). **Hidrologia – Ciência e Aplicação:** capítulo 2 – ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. Porto Alegre: UFRGS.

Trajano, S. R. R. S., Spadotto, C. A., Holler, W. A., Daltio, J., Martinho, P. R. R., Fois, N. S., Santos, B. B. De O., Toschi, H.H., Lisboa, F. S. (2012). **Análise morfométrica de bacia hidrográfica – subsídio à gestão territorial estudo de caso no alto e médio Mamanguape.** Embrapa Gestão Territorial, Campinas, SP, Brasil.

USGS – United States Geological Survey. **USGS EROS Archive - Digital Elevation:** Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). 2018. Disponível em: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm>.

Villela, S. M., Mattos, A. (1975). **Hidrologia Aplicada:** capítulo 2 – bacia hidrográfica**.** São Paulo/SP: Ed. McGraw-Hill.