Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA JOANA (ES) COMO SUBSÍDIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOSPÚBLICA

MORPHOMETRIC CHARACTERIZATION OF THE SANTA JOANA RIVER BASIN (ES) AS A SUPPORT FOR PUBLIC WATER RESOURCES MANAGEMENT

Roger Frederic
FAVENI Faculdade Venda Noca do Imigrante
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-0883-7350
E-mail: rogerfr.02@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Santa Joana, localizada no Estado do Espírito Santo, abrangendo os municípios de Itarana, Itaguaçu, Afonso Cláudio e Colatina. Trata-se de uma sub-bacia da bacia hidrográfica do rio Doce, à qual está integrada por meio da drenagem de suas águas ao curso principal desse sistema. Para a análise, foram utilizados dados hidrológicos e geográficos processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), além de planilhas hidrológicas, visando ao cálculo de parâmetros geométricos, hidrográficos, topográficos e de uso e ocupação do solo. A sub-bacia apresentou uma área total de 896,28 km², perímetro de 285,2 km e comprimento do canal principal de 89,36 km. Os resultados da análise morfométrica indicaram uma baixa densidade de drenagem (0,218 km/km²) e um coeficiente de compacidade de 2,753, sugerindo uma tendência moderada à ocorrência de enchentes. O uso do solo na região é predominantemente agrícola e florestal, com um coeficiente médio ponderado de runoff igual a 0,58. A vazão máxima de escoamento superficial estimada foi de 4.054,26 m³/s.

Palavras-chave: bacia hidrográfica; sub-bacia; morfometria; geoprocessamento; rio santa joana, rio doce; escoamento superficial; uso do solo.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

ABSTRACT

This study aims to perform the morphometric characterization of the Santa Joana River watershed, located in the state of Espírito Santo, covering the municipalities of Itarana, Itaguaçu, Afonso Cláudio, and Colatina. It is a sub-basin of the Doce River basin, integrated into the main drainage system of this watershed. For the analysis, hydrological and geographical data were processed in a Geographic Information System (GIS) environment, along with hydrological spreadsheets, to calculate geometric, hydrographic, topographic, and land use parameters. The sub-basin has a total area of 896.28 km², a perimeter of 285.2 km, and a main channel length of 89.36 km. The results of the morphometric analysis showed a low drainage density (0.218 km/km²) and a compactness coefficient of 2.753, suggesting a moderate tendency for flood occurrences. Land use in the region is predominantly agricultural and forested, with a mean weighted runoff coefficient of 0.58. The estimated maximum surface runoff flow rate was 4,054.26 m³/s.

Keywords: watershed; sub-basin; morphometry; geoprocessing; Santa Joana River; Doce River; surface runoff; land use.

1. INTROUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Santa Joana, com 87 km de extensão e drenando uma área de 891 km², localiza-se no Estado do Espírito Santo e desempenha um papel estratégico para a região. Sua nascente está situada no município de Afonso Cláudio, a uma altitude de 1.140 metros, e ao longo de seu percurso, atravessa as zonas urbanas de Itarana e Itaguaçu, desaguando no rio Doce no município de Colatina. Essa bacia é fundamental para o abastecimento hídrico, o suporte à produção agrícola e a regeneração dos ecossistemas locais, contribuindo de maneira significativa para o equilíbrio ambiental e a sustentabilidade da região. O estudo morfométrico e hidrológico de bacias hidrográficas é essencial para a compreensão da dinâmica hidrológica local, auxiliando no planejamento e na gestão sustentável dos recursos hídricos. O uso de ferramentas de geoprocessamento, como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permite a delimitação precisa da bacia, a análise espacial das suas características físicas e o diagnóstico das condições ambientais, proporcionando
informações cruciais para a implementação de políticas públicas de gestão hídrica.

A caracterização morfométrica da bacia do rio Santa Joana envolve a análise

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

quantitativa das suas características do relevo e das suas principais medidas físicas, como área, perímetro e forma, fornecendo subsídios para a estimativa de parâmetros como o tempo de concentração e a previsão de eventos hidrológicos. A aplicação de modelagem hidrológica é igualmente importante para simular cenários de drenagem e prever o comportamento da bacia sob diferentes condições climáticas e de uso do solo (Guerra e Guerra, 2003).

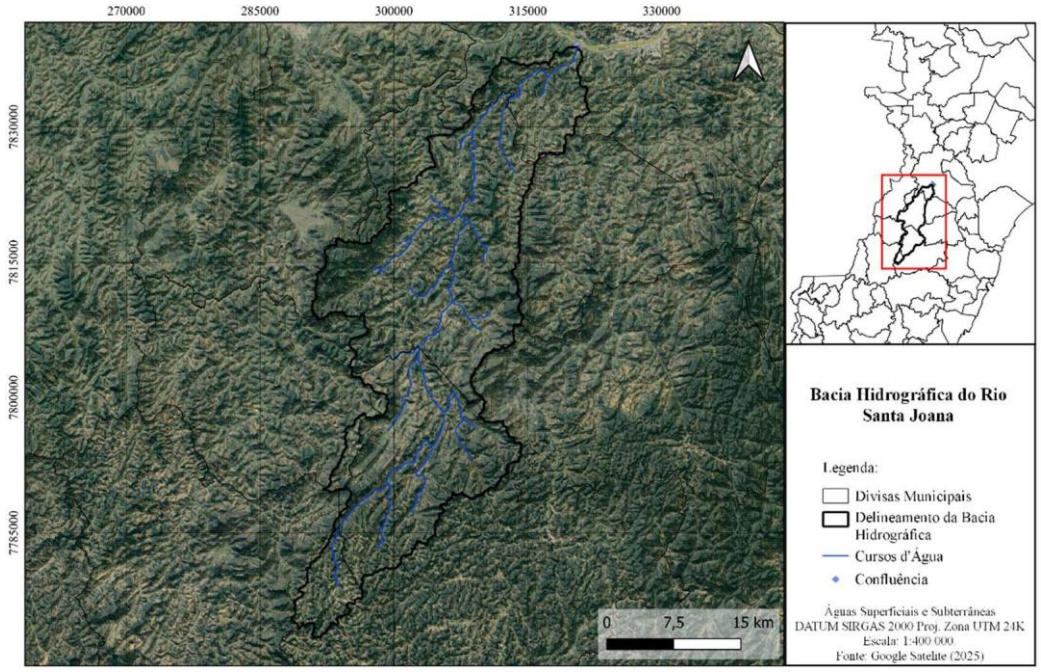
O uso inadequado do solo e dos recursos hídricos tem gerado impactos ambientais negativos significativos, como inundações, desmatamento, erosão e poluição. Esses problemas são agravados pela urbanização crescente e pelas práticas agrícolas desordenadas, o que torna ainda mais urgente a necessidade de um estudo detalhado da bacia do rio Santa Joana. A análise morfométrica e hidrológica apresentada neste estudo visa contribuir para a mitigação dessesimpactos, promovendo o desenvolvimento sustentável e a conservação dos recursos naturais na região (Silva et al., 2007).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido com o objetivo de caracterizar e analisar a bacia hidrográfica do rio Santa Joana, localizada no estado do Espírito Santo (Figura 1). A bacia compreende áreas dos municípios de Afonso Cláudio, Itarana, Itaguaçu e Colatina. O rio Santa Joana possui extensão aproximada de 100 km, com nascente no município de Afonso Cláudio e foz no rio Doce, nas proximidades do entroncamento das rodovias BR-259 e ES-080. Ao longo de seu percurso, atravessa as sedes municipais de Itaguaçu e Itarana, recebendo como principais afluentes os rios Sobreiro, Sossego e Limoeiro.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Joana no Estado do Espírito Santo.



Fonte: Elaboração própria.

As formas de relevo predominantes na bacia são resultantes de processos de denudação, com ocorrência de topos aguçados, convexos e tabulares, além de áreas associadas à acumulação fluvial. As formas de denudação com topos convexos são predominantes, conforme caracterização geomorfológica realizada por Mendonça, Lima e Deina (2012).

O clima da região é classificado como tropical, com duas estações bem definidas: uma quente e chuvosa, entre os meses de outubro e março, caracterizada por temperaturas elevadas e maior volume de precipitações; e outra fria e seca, de abril a setembro, com redução significativa das chuvas e temperaturas mais amenas. Durante a estação seca, é comum a redução da vazão dos cursos d'água e da umidade do solo, impactando o abastecimento e as atividades agropecuárias. Em situações de estiagem prolongada, como registrado pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2019), a bacia foi enquadrada em "Cenário Crítico", sendo impostas restrições ao uso da água para irrigação, permitindo a captação apenas durante o período noturno e em dias alternados.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

Para a análise espacial da bacia hidrográfica, foi utilizado o software QGIS Desktop 3.16.16, um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de código aberto. Os dados altimétricos foram obtidos a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com resolução espacial de 30 metros. Todos os dados foram reprojetados para o sistema de referência geodésico SIRGAS 2000, fuso UTM 24K Sul, compatível com a localização da área de estudo.

Inicialmente, o MDE foi submetido ao preenchimento de depressões por meio da ferramenta “Preencher depressões (Fill sinks)”, com o objetivo de eliminar descontinuidades que comprometessem a simulação do escoamento superficial. Em seguida, foram geradas as camadas de direção de fluxo e acúmulo de fluxo, utilizando ferramentas da seção “Terrain analysis – hydrology”. A direção de fluxo representa o caminho preferencial de escoamento em cada célula do terreno, enquanto o acúmulo de fluxo expressa a quantidade de células contribuintes a montante, possibilitando a identificação das áreas com maior concentração de escoamento.

A rede de drenagem foi derivada da camada de acúmulo de fluxo, adotando-se um limiar de 1.000 células para definição dos principais cursos d’água. A partir desse critério, foi gerado um raster binário que, por meio da ferramenta “Raster para Vetor (linha)”, foi convertido em vetor, resultando na rede hidrográfica vetorial da área de estudo.

A delimitação da bacia hidrográfica foi realizada a partir da definição do ponto de exutório, posicionado na confluência do rio Santa Joana com o rio Doce. Utilizou-se a ferramenta “Watershed” para gerar automaticamente a área de contribuição a montante, com base na matriz de direção de fluxo anteriormente calculada.

A validação dos produtos gerados foi feita por meio de inspeção visual e comparação com cartas topográficas e imagens de satélite, assegurando a coerência entre os elementos geográficos representados e a realidade da paisagem.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

A caracterização morfométrica da bacia foi realizada com base nos parâmetros estabelecidos por Rodrigues e Adami (2005).

- Características geométricas: englobam as principais medidas da bacia hidrográfica, como área de drenagem, perímetro, coeficiente de compacidade (1), fator de forma (2), razão de alongamento (4) e índice de circularidade (3).

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

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

$$IC = 12{,}57\left(\frac{A}{P^2}\right) \quad (3)$$

$$Re = 1{,}128\frac{A^{0,5}}{L_{axial}} \quad (4)$$

em que:
Kc = coeficiente de compacidade,
adimensional; P = perímetro da bacia, km;
A = área da bacia, km²;
Kf = fator de forma, adimensional;
L axial = comprimento axial da bacia hidrográfica,
km; IC = índice de circularidade, adimensional; e
Re = razão de elongação, adimensional.

- Aspectos hidrográficos: englobam parâmetros representativos da rede de drenagem da bacia, incluindo a classificação dos cursos d'água conforme a hierarquia proposta por Strahler (1957), além da densidade de drenagem (5), densidade de canais (6), grau de sinuosidade do curso principal (7) e o índice de sinuosidade (8), perfil longitudinal e declividade de álveo.

$$Dd = \frac{Lt}{A} \quad (5)$$

$$Dh = \frac{N}{A} \quad (6)$$

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

$$Sin = \frac{L}{L\ talvegue} \quad (7)$$

$$IS = \frac{100 * (L - L\ talvegue)}{L} \quad (8)$$

em
que:

Dd = densidade de drenagem, km km-2;

Lt = somatório do comprimento de todos os cursos d'água,

km; Dh = densidade hidrográfica, cursos km-2;

N = número de cursos d'água;

Sin = sinuosidade do curso d'água, km km-1;

L = comprimento do curso d'água principal, km;

Ltalvegue = comprimento do talvegue do curso d'água principal,

km; e IS = índice de sinuosidade, %.

- Parâmetros morfométricos do relevo: referem-se às principais métricas associadas à variação altimétrica e à declividade dentro da bacia hidrográfica, como a análise da curva hipsométrica e da distribuição das declividades conforme Villela e Mattos (1975), além da orientação topográfica, índice de rugosidade (9) e razão de relevo (10).

$$HD = \Delta a * Dd \quad (9)$$

$$Rr = \frac{\Delta a}{L_{axial}} \quad (10)$$

em que:

HD = índice de rugosidade, adimensional;

∆a = amplitude altimétrica, km;

e Rr = razão de relevo, km km^{1}

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

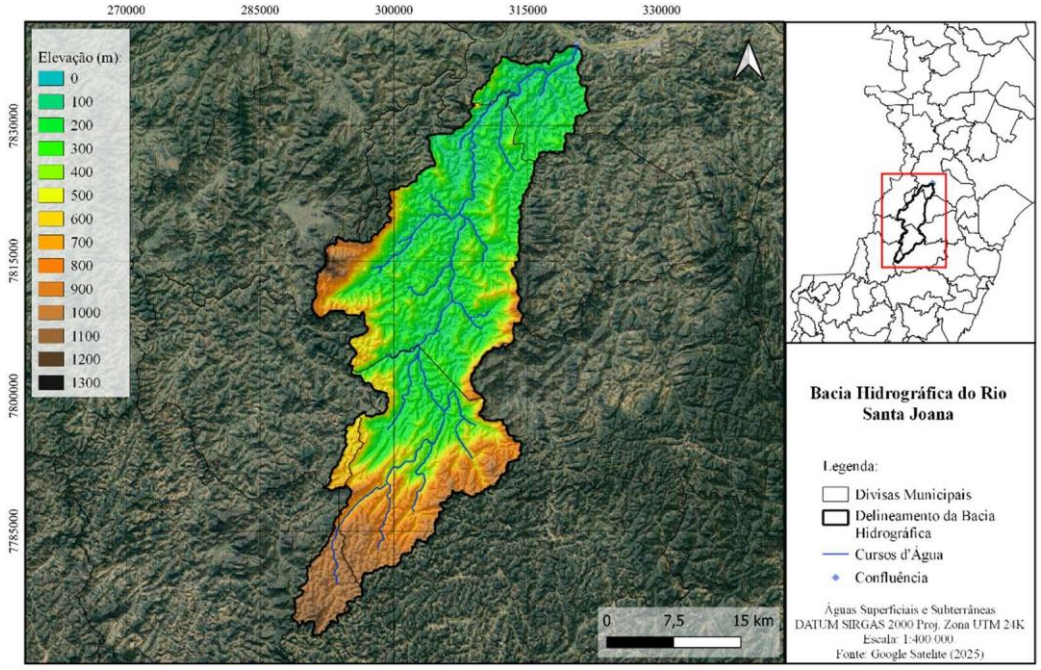
3.1. ELEVAÇÃO E DECLIVIDADE

A bacia possui amplitude altimétrica de aproximadamente 1.256 metros, com elevação mínima de 44 m e máxima de 1.300 m, conforme apresentado na Figura 2. As regiões de maior altitude concentram-se nos trechos superiores da bacia, principalmente nos municípios de Itarana e Afonso Cláudio, enquanto as áreas mais baixas situam-se próximas à foz, em Colatina.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

A declividade média da bacia é de 11,76%, o que caracteriza um relevo acidentado e suscetível à erosão, principalmente nas áreas onde a cobertura do solo é insuficiente. O mapa de declividade (Figura 3) demonstra que grande parte da bacia apresenta declividades superiores a 8%, sendo essas áreas críticas do ponto de vista da conservação do solo e da gestão de recursos hídricos. Esses fatores também impactam na velocidade do escoamento e no tempo de concentração da bacia.

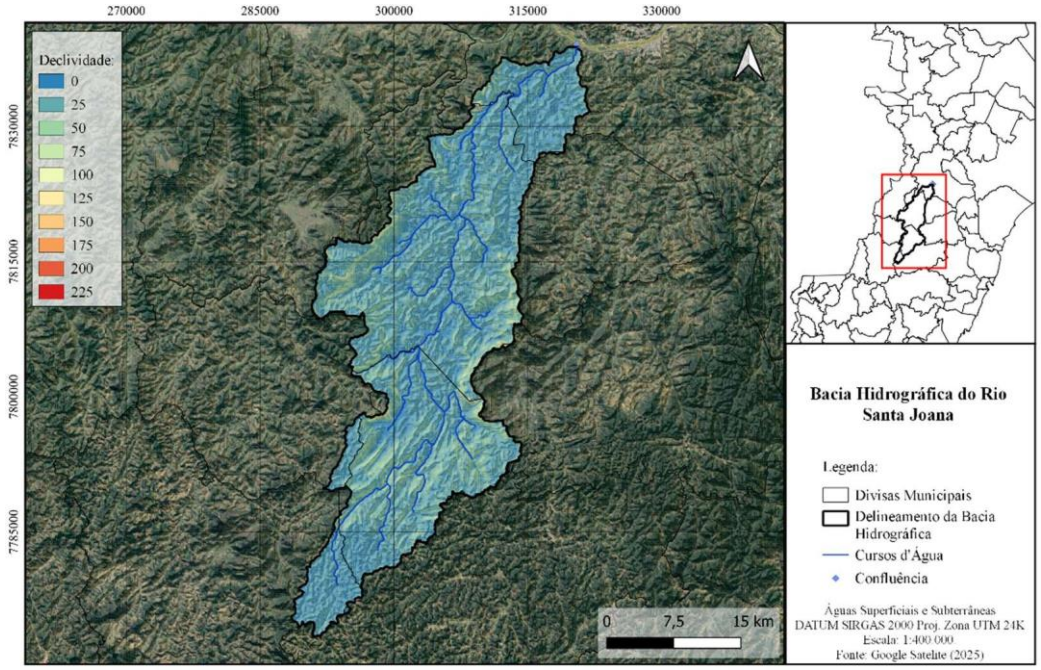
Figura 2: Mapa Hipsométrico da Bacia do Rio Santa Joana.



Fonte: Elaboração própria.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

Figura 3: Mapa de Declividade da Bacia do Rio Santa Joana.



Fonte: Elaboração própria.

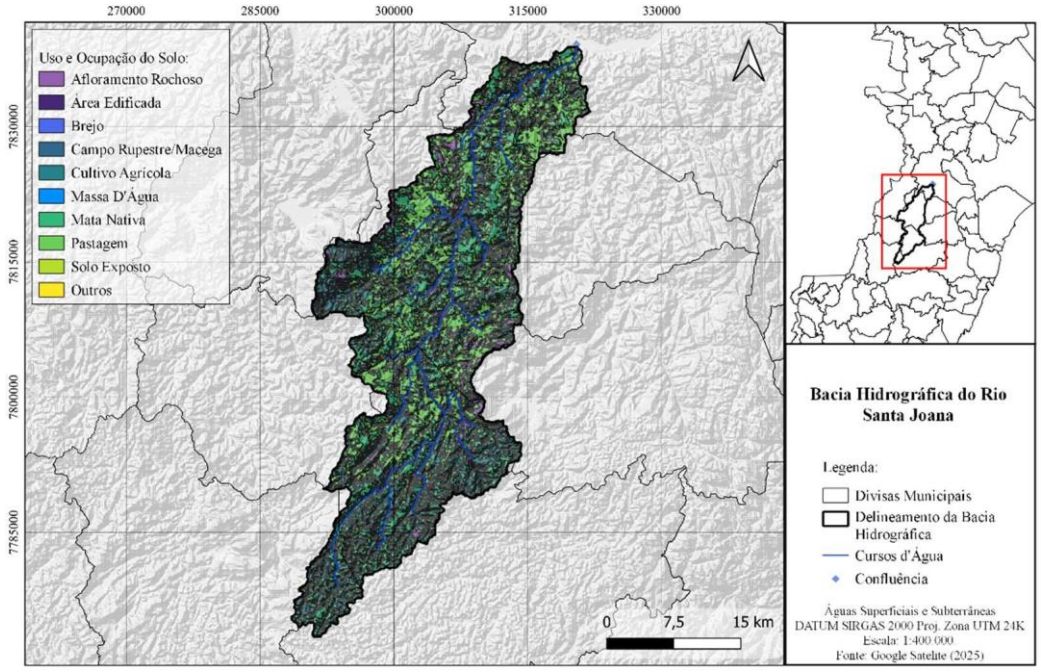
3.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A análise do uso e ocupação do solo (Figura 4) revela que a bacia é predominantemente ocupada por áreas agrícolas (208,96 km² – 23,3%) e pastagens (288,66 km² – 32,2%), totalizando mais da metade da área da bacia. Essas atividades, quando mal manejadas, contribuem significativamente para o assoreamento dos cursos d'água e para o aumento do escoamento superficial.

A cobertura vegetal nativa, representada por reflorestamentos e vegetação secundária (restinga e mata), cobre aproximadamente 11% da bacia. Essa proporção é considerada baixa, evidenciando a necessidade de ações voltadas à restauração ecológica e ao uso sustentável do solo. As áreas urbanas ocupam uma pequena fração (2,35 km²), mas ainda assim podem exercer grande influência sobre a qualidade da água e os regimes de vazão nos trechos a jusante.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

Figura 4: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Santa Joana.



Fonte: Elaboração própria.

3.3. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DA BACIA

A Bacia Hidrográfica do Rio Santa Joana possui uma área de 896,28 km², com um perímetro de 285,2 km e um comprimento total do rio principal de aproximadamente 89,36 km. A forma alongada da bacia é evidenciada pelo baixo fator de forma (KF = 0,209) e pela razão de elongação (Re = 0,516), o que sugere uma tendência a escoamentos mais lentos e menor concentração rápida de água em eventos intensos de chuva .

A densidade de drenagem (Dd = 0,218 km/km²) e a densidade hidrográfica (Dh = 0,041 km/km²) indicam uma rede de drenagem relativamente pouco densa, o que pode estar associado à presença de solos mais permeáveis ou à cobertura vegetal ainda parcialmente preservada em algumas áreas da bacia. A compacticidade da bacia, representada pelo coeficiente de compacidade (KC = 2,753), revela uma forma mais irregular, o que também influencia no tempo de concentração da água.

O índice de circularidade (IC = 0,139) reforça o formato alongado da bacia, enquanto o índice de sinuosidade (IS = 94,294) e a sinuosidade do curso d'água (SIN = 17,525) indicam que o rio principal possui um traçado significativamente sinuoso, especialmente em trechos de menor declividade, como evidenciado na porção inferior da bacia.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.13, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

3.4. ESCOAMENTO SUPERFICIAL E TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

A Bacia Hidrográfica do Rio Santa Joana possui uma área de 896,28 km², com um perímetro de 285,2 km e um comprimento total do rio principal de aproximadamente 89,36 km. A forma alongada da bacia é evidenciada pelo baixo fator de forma (KF = 0,209) e pela razão de elongação (Re = 0,516), o que sugere uma tendência a escoamentos mais lentos e menor concentração rápida de água em eventos intensos de chuva.

A densidade de drenagem (Dd = 0,218 km/km²) e a densidade hidrográfica (Dh = 0,041 km/km²) indicam uma rede de drenagem relativamente pouco densa, o que pode estar associado à presença de solos mais permeáveis ou à cobertura vegetal ainda parcialmente preservada em algumas áreas da bacia. A compacticidade da bacia, representada pelo coeficiente de compacidade (KC = 2,753), revela uma forma mais irregular, o que também influencia no tempo de concentração da água.

O índice de circularidade (IC = 0,139) reforça o formato alongado da bacia, enquanto o índice de sinuosidade (IS = 94,294) e a sinuosidade do curso d'água (SIN = 17,525) indicam que o rio principal possui um traçado significativamente sinuoso, especialmente em trechos de menor declividade, como evidenciado na porção inferior da bacia.

4. CONCLUSÕES

A caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Joana evidenciou importantes atributos físicos que influenciam diretamente a dinâmica hidrológica da região. Com uma forma alongada, densidade de drenagem moderada e relevo variado, a bacia apresenta características típicas de áreas suscetíveis a escoamento superficial acentuado, especialmente em períodos chuvosos. A análise do uso e cobertura do solo revelou predominância de áreas agrícolas e pastagens, com significativa supressão da vegetação nativa, o que pode contribuir para processos erosivos e aumento da carga sedimentar nos cursos d'água.

Os mapas de elevação e declividade indicaram que grande parte da bacia é composta por áreas de relevo acidentado, o que reforça a necessidade de práticas de conservação do solo e manejo sustentável do uso da terra, especialmente nas regiões mais declivosas.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v13i1.4258

A integração dos dados morfométricos com informações de uso do solo e topografia contribui para uma melhor compreensão do funcionamento hidrológico da bacia, sendo fundamental para o planejamento ambiental, a gestão dos recursos hídricos e a mitigação de impactos ambientais.

5. BIBLIOGRAFIA

SANTAGEO. **A sub-bacia Santa Joana e sua contribuição para a acumulação fluvial.** 2012. Disponível em: https://www.sinageo.org.br/2012/trabalhos/8/8-274-5.html#:~:text=A%20sub%2Dbacia%20Santa%20Joana,de%20acumula%C3%A7%C3%A3o%20fluvial%20(Af)

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO (AGERH).

Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce (PIRH Doce). Disponível em: https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Documenta%C3%A7%C3%A3o%20CBHs/De%20Olho%20no%20Rio%20-%20PERH.pdf.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE (CBH DOCE). **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Análise Santa Maria do Doce**. Disponível em: https://www.cbhdoce.org.br/wp-content/uploads/2014/10/PARH_SM_Doce.pdf.

COUTINHO, Luciano Melo; CECÍLIO, Roberto Avelino; XAVIER, Alexandre Cândido; ZANETTI, Sidney Sara; GARCIA, Giovanni de Oliveira**. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio da Prata, Castelo, ES.** Irriga, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 369, 2011. DOI: 10.15809/irriga.2011v16n4p369. Disponível em: https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/308.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A.J.T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3.ed., 2003. 652p.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. de. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**. 2ª edição. São Carlos, RiMa, 2007.