

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO CÓRREGO QUINTA DOS EMBOABAS NO MUNICÍPIO DE TIRADENTES, MINAS GERAIS.

Isadora Queiroz Ribeiro Leite ¹

André Batista de Negreiros ²

INTRODUÇÃO

Este estudo faz parte de uma dissertação de mestrado em desenvolvimento que enfoca a interdisciplinaridade entre a geomorfologia e a hidrologia, que busca explicar o sistema ambiental de uma sub-bacia de cabeceira florestada e sob pressão antrópica, na serra de São José no município de Tiradentes, Minas Gerais. Tal como destaca Ross (1990), para o entendimento do conceito de relevo e suas aplicações torna-se necessária a compreensão da paisagem em sua totalidade.

Tratando-se da fase terrestre do ciclo hidrológico, analisa-se fundamentalmente o funcionamento das bacias hidrográficas, definidas por Garcez (1988), como área de captação natural da precipitação, onde a morfologia das vertentes faz com que essas águas sejam drenadas por canais para um único ponto de saída. Maffia (2010), ressalta que, alterações antrópicas na paisagem e na cobertura vegetal podem interferir nos processos que envolvem o ciclo hidrológico. A realização de estudos hidrológicos em bacias hidrográficas, isto é, a transdisciplinaridade entre a geomorfologia e a hidrologia se faz essencial para o entendimento sobre o balanço hídrico, os processos de movimentação da água, e as mudanças de uso e ocupação do solo (Whitehead; Robinson, 1993).

Estudos que permeiam a análise da dinâmica hidrológica feitos por Menezes et al. (2022), no córrego Águia, no município de Francisco Dumont, e por Monteiro; Bacellar (2014), na Área de Proteção Ambiental (APA) Cachoeira das Andorinhas em Ouro Preto, ambas em Minas Gerais, demonstram que o monitoramento hidrológico pode ser utilizado para motivar a criação de estratégias de uso e ocupação do solo, bem como, uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos.

Desta forma, este trabalho visa caracterizar a morfometria da sub-bacia do Córrego Quinta dos Emboabas para um maior entendimento dos processos hidrológicos e

¹ Mestranda em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, isadoraleite2001@hotmail.com

² Professor adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, andrebnegreiros@ufsj.edu.br

geomorfológicos. Cabe ressaltar que a presente pesquisa se encontra em andamento, onde serão trabalhados outros indicadores ambientais na sequência do trabalho, e que podem ser apresentados no presente Simpósio.

METODOLOGIA

A sub-bacia do córrego do Quinta dos Emboabas (figura 1), trata-se de uma pequena sub-bacia hidrográfica localizada dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental de São José e do Recanto das Libélulas de São José na cidade de Tiradentes, mesorregião do Campo das Vertentes, no estado de Minas Gerais.

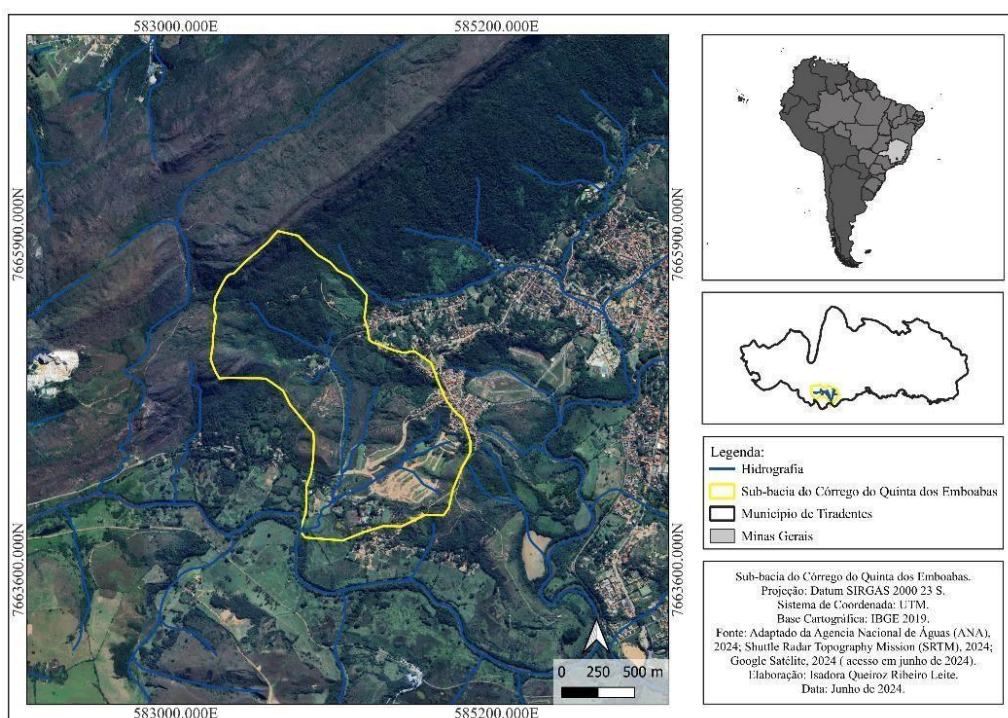
O município de Tiradentes apresenta relevo acidentado, sendo constituído por mares de morros e com presença marcante da serra de São José. A vegetação predominante é de Mata Atlântica, e com presença de pequenas áreas de Cerrado (IBGE, 2024). Quanto à classificação climática, a área se inclui no clima temperado úmido com inverno seco e verão quente, segundo Köppen (1936), conforme indica estudo de Júnior (2009). A série histórica de precipitação (1977-2007), apresenta valores médios de precipitação acumulada de 1540 milímetros (Agência Nacional de Águas, 2024).

A área estudada está próxima aos divisores de drenagem e sob ação de uso turístico, devido a trilhas e pousada presente na porção oeste da sub-bacia, bem como, passa por aumento da especulação imobiliária em sua porção leste. A sub-bacia possui vertentes com amplitude do relevo de 310 m. As cotas altimétricas variam entre 886 a 1.205 metros e se inserem em um contexto regional do domínio de Mares de Morros, conforme categorização proposta por Ab`Saber (2003). A área possui suas vertentes predominantemente voltadas para o sudeste e escarpas íngremes, com presença no sopé da serra de cobertura vegetal que se caracteriza por floresta estacional semidecidual (Gonzaga et al., 2008).

O plano amostral escolhido para esse estudo é o de uma sub-bacia de drenagem localizada próximo às cabeceiras de drenagem (sub-bacia do córrego Quinta dos Emboabas). Foram realizados comparativos históricos por meio de imagens de satélite extraídas do Google Earth Pro, com o intuito de entender o modo que a urbanização agiu sobre a área de estudo no intervalo de 20 anos (2004-2024), escolhido a partir da disponibilidade das imagens de satélite. Com o propósito de mapear a área, foram realizados trabalhos de campo em maio de 2024, onde foram identificados e marcados pontos de interesse para mapeamento. O levantamento foi feito no sentido de jusante para montante na sub-bacia. O georreferenciamento foi realizado com o uso do aplicativo UTM Geo Map, através do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Os

dados foram transformados para o formato Kml e posteriormente em shapefile. A partir disso, os dados levantados em campo foram trabalhados no software Qgis (versão 3.36.2) e plotados utilizando imagens de satélite e dados topográficos da Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), extraídos do website da Embrapa, em paralelo, foi gerado modelos 3d em para auxiliar na delimitação da sub-bacia. Além disso, foram feitas correções na base topográfica existente da Ortho bacia do Rio Grande da Agência nacional de Águas (ANA).

Figura 1: Mapa de localização e hidrografia da sub-bacia de drenagem do córrego Quinta dos Emboabas.



Fonte: Adaptado da Agência Nacional de Águas (ANA), 2024; Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), 2024; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2019. Elaborado pelos autores (2024).

Foram calculados pelo software de geoprocessamento, os dados de: área da bacia hidrográfica, perímetro, comprimento de canais, número de canais e desnivelamento da bacia. Tratando-se como base para a geração dos cálculos de parâmetros morfométricos. Tais parâmetros seguiram os métodos descritos por Christofolletti (1980), onde foram calculados: comprimento da bacia hidrográfica ($1,5 \times \text{área}$); densidade de drenagem (comprimento total dos canais \div área da sub-bacia), densidade de canais (número de canais \div área) e o índice de circularidade (área da bacia \div área do círculo de perímetro igual ao da bacia). Já o gradiente dos

canais, foi calculado a partir do que foi proposto por Horton (1945), sendo expresso pela (altitude máxima ÷ comprimento do canal principal).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia estudada possui sete canais fluviais, que segundo a classificação de Strahler (1952) são: quatro desses canais são de 2ª ordem com ocorrência de fluxo perene. No interior da sub-bacia ocorre retirada de água durante vinte e quatro horas por dia, tal retirada possui certidão de registro de uso insignificante de recurso hídrico. Os outros três canais de 2ª ordem, que se encontram sobre área de expansão imobiliária, onde está sendo construído um loteamento. O encontro destes canais fluviais, o fluxo drena em direção ao rio das Mortes.

Ao serem analisadas as imagens de satélite da sub-bacia (figura 2) em um comparativo histórico entre os anos de 2004 a 2024, é perceptível o decréscimo de áreas verdes, e um leve aumento em área ocupada. Além da notável obra de construção do loteamento supracitado. É possível notar que em 2004 haviam menos casas e obras em relação ao ano de 2024, o que, conseqüentemente, gera um aumento de moradores e visitantes. O fato da sub-bacia se localizar no sopé da Serra de São José e a 2,3 km do centro histórico da cidade de Tiradentes, a torna passível de especulação imobiliária.

Figura 2: Imagens de satélite comparativo de 2004 e 2024 da sub-bacia estudada.



Fonte: Adaptado do Google Earth (2023).

Os parâmetros morfométricos (quadro 1) indicaram uma área de 2,02 Km², comprimento da bacia de 3,03 km e perímetro de 6,47 km para a sub-bacia estudada. O que a configura como

uma pequena bacia de drenagem, sendo considerada de 3ª ordem, segundo hierarquização proposta por Strahler (1952), e os seus canais fluviais somam 4,92 km de comprimento.

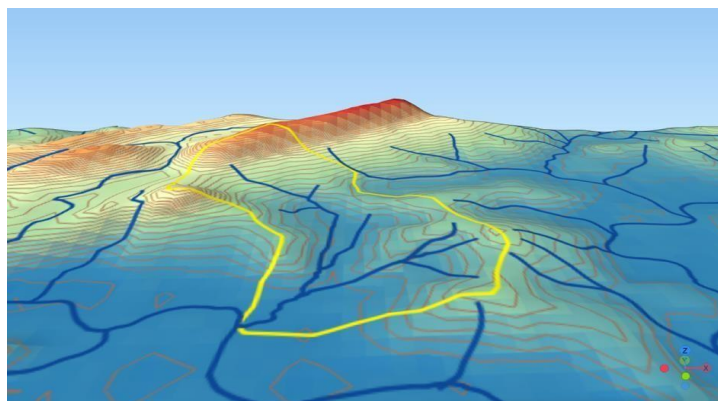
Quadro 1-Parâmetros e índices morfométricos da sub-bacia córrego Quinta dos Emboabas.

Parâmetros e Índices Morfométricos da Sub-Bacia do Córrego Quinta dos Emboabas.	
Área da sub-bacia (A)	2,02 Km ²
Perímetro da sub-bacia (P)	6,47 Km
Comprimento da bacia (L)	3,03 Km ²
Número de canais (n)	7
Comprimento dos canais (Lt)	4,92 Km
Densidade de canais (Dr)	3,45 canais/ Km ²
Densidade de drenagem (Dd)	2,43 km/km ²
Desnívelamento da bacia (Δb)	310 metros
Gradiente do canal principal (Gc)	0,54%
Índice de Circularidade (IC)	0,6 Km ²

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os índices morfométricos apontam para uma densidade de drenagem (Dd) de 2,43 km/km², o que pode ser considerado como uma drenagem regular, tal como indicam Villela e Mattos (1975). A densidade de canais é de 3,45 canais/km², que de acordo com Christofoletti (1980), é considerada uma drenagem espaçada. O índice de circularidade é de 0,6 km², tal índice descreve o formato da bacia que quanto mais próximo de 1, seria hipoteticamente seria um círculo perfeito para o perímetro da bacia, favorecendo a drenagem. A sub-bacia possui um gradiente do canal principal de 0,54% detendo encostas pouco íngremes (figura 3). Suas características de boa drenagem possibilitam e favorecem a urbanização. Tais parâmetros indicam que a área possui características de eficiência de drenagem. Contudo, com a retirada da cobertura vegetal para a instalação do loteamento, os processos erosivos e o assoreamento dos canais fluviais podem ocorrer de forma acelerada, resultando em um desequilíbrio do sistema ambiental da sub-bacia estudada.

Figura 3: Modelagem 3D da sub-bacia do córrego Quinta dos Emboabas, com destaque para a hipsometria.



Fonte: Adaptado da Agência Nacional de Águas (ANA), 2024; Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), 2024. Elaborado pelos autores (2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sub-bacia do córrego Quinta dos Emboabas se mostrou uma área amostral representativa para análises de sub-bacias hidrográficas em área mista. A mesma, demonstrou um processo de ocupação nos últimos vinte anos, o que tem acentuado o número de visitantes. Ainda, apresenta-se uma recente expansão da área urbana na bacia, a partir do estabelecimento de um loteamento. Esses fatos, tendem a acentuar os impactos ambientais na sub-bacia, causando pressão sobre a Serra de São José, que é composta por duas unidades de conservação estaduais.

As análises das características da sub-bacia, indicam que a bacia possui boa drenagem e índices morfométricos favoráveis ao escoamento. Porém, a ação antrópica e as características do uso da terra se tornam elementos fundamentais ao se analisar bacias hidrográficas mistas. A mesma, com aumento dos impactos ambientais, pode acabar sofrendo a degradação de sua cobertura vegetal em sua área mais preservada e em problemas de natureza hidro-erosiva, que se propagam ao longo das bacias hidrográficas que coletam os fluxos das sub-bacias de drenagem.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, parâmetros morfométricos, sistema ambiental, pressão antrópica, hidrologia florestal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado e pelo financiamento da Pós-graduação.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial. 2003, 158p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), **HIDROWEB**, www.ana.gov.br, acessado em junho de 2024.
- CHRISTOFOLETTI, A. A análise de bacias hidrográficas. In: CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1980. p. 102-127.
- GONZAGA, A. P. D.; FILHO, A. T. O.; MACHADO, E. L. M.; HARGREAVES, P.; MACHADO, J. N. M. Diagnóstico florístico-estrutural do componente arbóreo da floresta da Serra de São José, Tiradentes–MG, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 2, p. 505-520, 2008.
- GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. Características das bacias hidrográficas. In: GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. p. 43-56.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, p. 275-370, 1945
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades 2024**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/tiradentes/panorama/>. Acesso em: 03 de julho de 2023.
- JÚNIOR, A. S. Aplicação da classificação de Koppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais. **Dissertação de Mestrado-UFLA**, 113 p. 2009.
- KOPPEN, W. Das geographische System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Orgs.) **Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Gebrüder Bornträger, 1936. p. 1-44. Disponível em: <https://cir.nii.ac.jp/crid/1571980075115373056>. Acesso em: 14 de junho de 2024.
- MAFFIA, V. P. Monitoramento hidrológico da bacia hidrográfica do córrego Águia, Francisco Dumont–MG. **Dissertação de Mestrado**. Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Geografia UFV, 82 p. 2010.
- MENEZES, D.; KOBIYAMA, M.; MICHEL, G. P. Análise da composição da vazão na bacia

hidrográfica do rio Forqueta (Maquiné/RS), Sul do Brasil. **REGA - Revista de gestão de água da América Latina**, v. 19, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/709/96>. Acesso em: 18 janeiro de 2024.

MONTEIRO, J. C.; BACELLAR, L. A. P. Influência dos fatores geológicos, geomorfológicos e antrópicos da produção de fluxo de base em pequenas bacias hidrográficas na APA Cachoeira das Andorinhas, Ouro Preto–MG. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, n. 2, p. 173-189, 2014. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/398>. Acesso em: 6 setembro 2023.

ROSS, J. L. S. O relevo no quadro ambiental. In: ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo, Contexto, 1990. p. 9-13.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, n. 63, p.111-1141, 1952.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Bacias Hidrográficas. In: VILLELA, S. M.; MATTOS, A. (Orgs.) **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. p. 6-28. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/villela-s-m-matos-a-hidrologia-aplicadacaps-12-e-3.pdf>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

WHITEHEAD, P. G.; ROBINSON, M. Experimental basin studies: an international and historic perspective of forest impacts. **Journal of Hydrology**, v. 145, p. 217-230, 1993.