

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA EM ÁREA URBANA, SÃO JOÃO DEL-REI (MG), BRASIL.

Isadora Queiroz Ribeiro Leite ¹

Pedro Leoni Weitzel ²

André Batista de Negreiros ³

INTRODUÇÃO

Para Dunne e Leopold (1978), as bacias hidrográficas podem ser definidas como uma área da superfície terrestre delimitada pela topografia, onde a água é drenada juntamente com sedimentos e solutos para uma saída em comum. As bacias contêm variedades de elementos que influenciam o sistema, sendo compostas por encostas, topos ou cristas, fundo de vale, canais, corpos de água subterrânea, sistemas de drenagem urbana, áreas irrigadas, entre outras unidades espaciais que estão interligadas com os seus componentes (Coelho Netto, 1994).

No caso de bacias hidrográficas que atravessam áreas urbanas, predominam os processos de escoamento superficial devido à impermeabilização do solo urbano, que promovem à diminuição do tempo de concentração das águas no sistema ambiental, ocasionando o aumento dos picos das cheias e o processo de assoreamento dos cursos de água, (Gorski, 2010; Leite e Negreiros, 2022). Por conta desse e outros processos, essas bacias tornam-se um sistema ambiental desequilibrado, diferente das bacias hidrográficas recobertas por cobertura vegetal, que possuem um sistema complexo de redistribuição dos fluxos hidrológicos (Botelho, 2011). Posto isso, se faz primordial estudar os sistemas de drenagem urbana para um melhor planejamento e gerenciamento (Canholi, 2005).

Para Pelech e Peixoto (2020), as bacias hidrográficas e os sistemas fluviais vem sendo impactados pelo uso exacerbado de seus recursos para atender agentes e grupos específicos. Dessa forma, cidades e núcleos urbanos apresentam impasses relacionados a degradação de ecossistemas, aumento da erosão e retirada da cobertura vegetal, fazendo com que sedimentos das encostas desçam para os canais de água, propiciando inundações e alagamentos. Tais transformações incidem diretamente sobre a paisagem impactando negativamente. Bertrand (1968), aponta que a paisagem é a interação entre os componentes físico naturais e a ação

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

²Graduando em Geografia da Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ, pedroleonisd@gmail.com

³Professor adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, andrebnegreiros@ufsj.edu.br

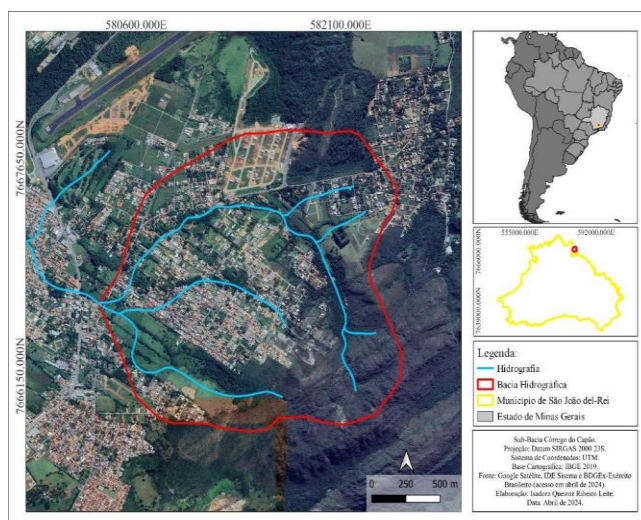
antrópica em um determinado lugar. Assim, entender a dinâmica das bacias hidrográficas e todos os elementos que compõe a paisagem se torna primordial.

Este estudo abarca resultados de uma pesquisa de iniciação científica em desenvolvimento, que busca realizar uma avaliação ambiental de uma bacia hidrográfica em uma área de expansão urbana, nos bairros Solar da Serra e Colônia do Marçal, na cidade de São João Del Rei, Minas Gerais. Tal estudo tem como foco entender a ocupação urbana nos últimos 30 anos e sua relação com as inundações e alagamentos que têm ocorrido nos bairros.

METODOLOGIA

O plano amostral escolhido para esse estudo é o da sub-bacia do córrego do Capão (figura 1) localizada nos bairros Colônia do Marçal e Solar da Serra, no município de São João del-Rei em Minas Gerais. Segundo Gomes et al. (2023) os dados das dimensões espaciais da sub-bacia são: de 3,62 Km² de área, 1,99 km de comprimento e perímetro de 7,28 km. O que a configura como de uma pequena drenagem, sendo considerada de 3^a ordem, segundo hierarquização proposta por Strahler (1952). Os canais fluviais da sub-bacia somam 7,48 km de comprimento. Já os índices morfométricos apontam para uma densidade de drenagem (Dd) de 2,06 km/km², o que pode ser considerado como uma drenagem intermediária, tal como indicam Villela e Mattos (1975), e a densidade de canais (Dr) é de 2,76 canais/km², que de acordo com Christofolletti (1980), é considerada uma drenagem espaçada.

Figura 1: Mapa de localização da porção estudada da bacia hidrográfica Córrego do Capão.



Fonte: Adaptado do Google Satélite, IDE Sisema, BDGEx-Exército Brasileiro e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Elaboração: Isadora Leite.

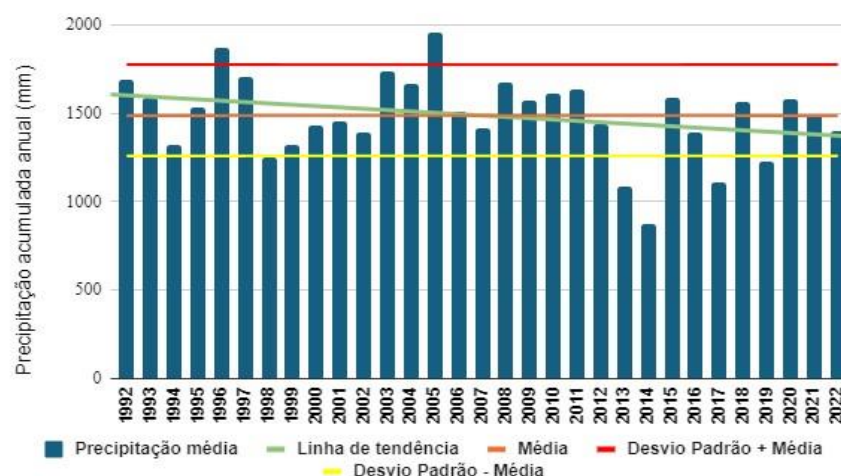
Os dados de precipitação foram obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA), o estudo abrangeu um período de 30 anos (1992 a 2022), além disso foram feitos trabalhos de campo na bacia hidrográfica com propósito de realizar registros fotográficos e verificar in loco os processos analisados no presente estudo.

Foram realizados comparativos históricos através de imagens de satélite, em primeiro momento foram buscadas imagens do satélite *Sentinel* na plataforma *Copernicus*, contudo devido a disponibilidade de imagens (2016-2024) e a baixa qualidade das imagens da área em questão as imagens foram extraídas as imagens do *Google Earth Pro*, com o intuito de entender o modo que a urbanização agiu sobre a área no intervalo de 18 anos (2005-2023). Este intervalo foi escolhido a partir da disponibilidade das imagens de satélite. A partir dessas imagens, foram gerados polígonos demarcando as manchas urbanas em 2005 e 2023 na área da sub-bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados médios de precipitação acumulada anual para o período entre os anos de 1993 a 2022 foram de 1488 mm (figura 2), observando-se valores variando entre 1260 a 1776 mm anuais para a série. Os anos mais chuvosos foram 1996, 2003 e 2005, tendo o ano de 2005 se destacando com 1958 mm. Já os anos de precipitação anual mais reduzida foram os anos de 1998, 2013, 2014, 2017 e 2019.

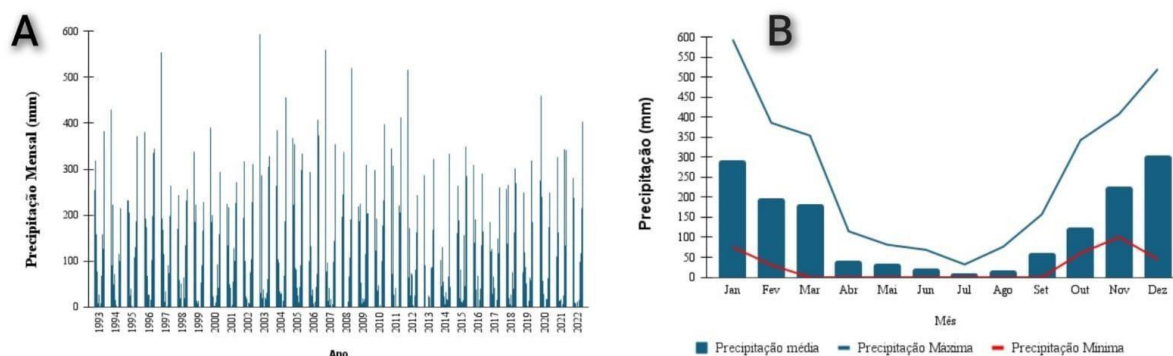
Figura 2: Precipitação acumulada anual, média para o período, desvios padrão e linha de tendência da sub-bacia Córrego do Capão entre os anos de 1993-2023.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração: Pedro Weitzel.

Os dados de precipitação mensal (figura 3), indicam que o período mais chuvoso é entre novembro a março com menores valores de precipitação entre abril e setembro. Os maiores valores mensais absolutos foram encontrados no mês de janeiro de 2003 com 593 mm e em janeiro de 2007 com 521,571 mm. No período seco, ao longo da série ocorrem ausência de precipitação em meses no período que perdura entre maio a agosto. Chamam atenção aos picos do período chuvoso nos anos de 2003, 2007 e 2012.

Figura 3: Precipitação acumulada mensal, média para o período, desvios padrão e linha de tendência da sub-bacia Córrego do Capão entre os anos de 1993-2023.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA). Elaboração: Pedro Weitzel.

Levando em consideração que a área total da sub-bacia é de 3,6 km² o que corresponde a cerca de 334 campos de futebol. Em 2005 a área loteada era de 1,08 km² e em 2023 a área loteada passou para 2,02km² (figura 4), ou seja, quase dobrando sua área. Esse processo de ocupação resulta em um aumento da área urbanizada da bacia, que era de 29,8% da área ocupada da bacia e passou em 2023 para 55,8%. Ao analisarmos a área da sub-bacia é possível notar no ano de 2005 já se localizavam loteamentos na porção centro oeste da bacia, contudo com poucas casas. Já no ano de 2023 esses loteamentos se espalharam pela porção norte e sul da sub-bacia, destacando-se uma grande densidade de edificações. Esse processo de urbanização torna-se o principal agente transformador da bacia hidrográfica, potencializando o escoamento superficial através da impermeabilização do solo, e consequentemente as inundações e alagamentos em chuvas torrenciais.

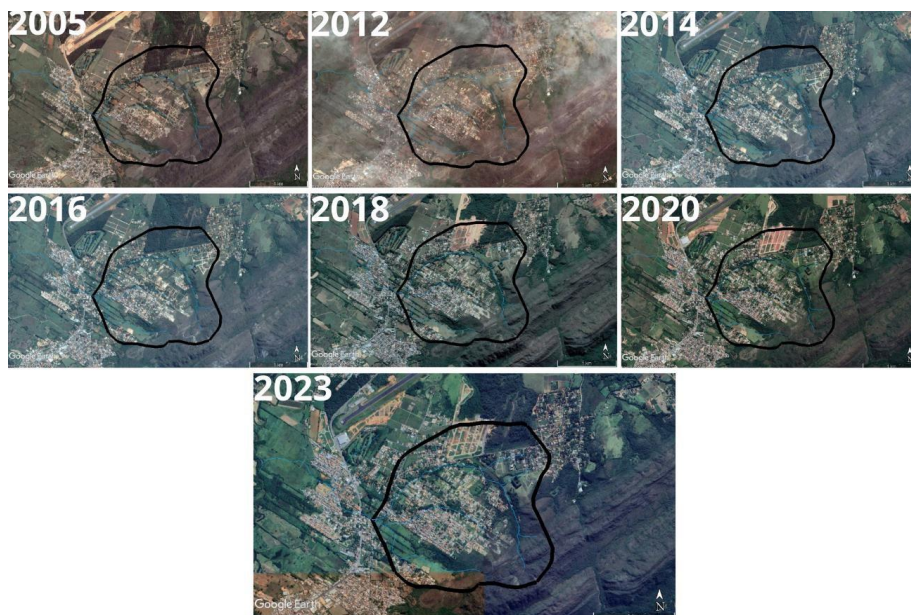
Esse processo de urbanização torna-se o principal agente transformador da bacia hidrográfica, potencializando o escoamento superficial através da impermeabilização do solo, e consequentemente as inundações e alagamentos em chuvas torrenciais. Esses problemas

impactam diretamente na paisagem para Santos Filho (2011), a deterioração da paisagem é fruto da improvisação e falta de parâmetros técnicos para a sua ocupação, que precisa ser compreendida, para que os ambientes urbanos sejam usados e monitorados de forma eficiente.

Vale ressaltar que a porção leste da sub-bacia Córrego do Capão se mantém com a menor mancha urbana, por ser uma vertente da serra de São José, e faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Estadual Serra de São José e do Refúgio das Libélulas Silvestres de São José, protegidas pela lei 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, (Brasil, 1998). As unidades de conservação sofrem com a expansão imobiliária recente, sendo o principal processo que impacta a área da bacia.

A área da bacia tem sofrido com inundações e alagamentos (figura 5A) no período chuvoso, o que tem gerado transtornos aos moradores. Onde, em diversos momentos a população fica ilhada, o que afeta os serviços e os deslocamentos. Estudos semelhantes como o de Leite et al., (2023) em uma sub-bacia do Córrego Maracanã em Oliveira, Minas Gerais, demonstrou que o crescente aumento na mancha urbana impactou negativamente os canais de drenagem, resultando em diversos problemas hidro-erosivos que se propagam a jusante da bacia.

Figura 4: comparativo histórico do aumento da área edificada dos anos de 2005, 2012, 2014, 2016, 2020 e 2023 na porção estudada da bacia hidrográfica do Córrego do Capão, que corresponde ao bairro Solar da Serra e um trecho do bairro Colônia do Marçal.



Fonte: Adaptado do Google Earth. Elaboração: Isadora Leite.

A sub-bacia estudada vem passando recentemente por obras de retificação do canal fluvial próxima a uma via de circulação (figuras 5B e 5C). Entretanto este tipo de obra pode acarretar problemas futuros. Maffia (2010), ressalta que alterações antrópicas na paisagem e na cobertura vegetal podem interferir em todos os processos que envolvem o ciclo hidrológico. Portanto quando parte dos canais é retificado, a vazão de água tende a aumentar, dificultando a absorção de água pela vegetação e pelo solo presentes nas margens dos canais, bem como, esse fluxo de água arrasta consigo sedimentos que serão depositados no fundo dos canais gerando problemas de natureza hidro-erosivo-deposicional.

Visto que, as áreas urbanas tendem a maiores transformações do relevo que muitas vezes tendem a limitações geomorfológicas, associado a construções inadequadas, conseqüentemente gera a possibilidade de catástrofes ambientais. A Geomorfologia tem muito a contribuir com a análise da paisagem, a partir de diagnósticos e prognósticos, tendo como objetivo mitigar danos ambientais. Sendo assim, os órgãos públicos deveriam se voltar mais para esses estudos, com objetivo de mitigar catástrofes e danos paisagísticos as cidades (Guerra, 2023).

Figura 5: Enchente na avenida Luiz Giarola no dia 15 de novembro de 2023. (A) Extraído do vídeo publicado pelo jornal O Tempo a partir de publicação em rede social. (B) Fotografia da área de intervenção por obras de engenharia. (C) Fotografia da retificação do canal fluvial, às margens da avenida Luiz Giarola, bairro Colônia do Marçal.



Fonte: Adaptado do jornal O Tempo por Isadora Leite e acervo pessoal de Pedro Weitzel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados de precipitação coletados ao longo de 30 anos revelam uma tendência decrescente na média da pluviosidade. No entanto, existe o aumento da intensidade das chuvas torna-se necessário um monitoramento de chuvas através de instrumentos que registrem os dados na escala temporal dos eventos, para um melhor entendimento das mudanças atribuídas as chuvas na sub-bacia. Em contrapartida, observa-se na série de dados um outro extremo que é de uma prolongada estação seca.

A sub-bacia do córrego do Capão demonstrou um processo de ocupação acentuado nos últimos 18 anos. Esse fato tende a aumentar os impactos ambientais na sub-bacia, tal como o aumento do escoamento superficial promovido pela impermeabilização do solo, o que potencializa as inundações e alagamentos em chuvas torrenciais. Ainda, essa expansão urbana causa uma pressão sobre as Unidades de Conservação da serra de São José.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado e apoio ao Programa de Pós-graduação, e ao geógrafo Yago Dinali pelo trabalho de pesquisa histórica sobre a toponímia da bacia hidrográfica estudada.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), **HIDROWEB**, www.ana.gov.br, acesso em: junho de 2024.
- BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest**, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 1968.
- BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (org) **Geomorfologia Urbana**. Ed: Bertrand Brasil, Rio de Janeiro 2011. p. 71- 116.
- BRASIL. Lei Nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 1998.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. Oficina de textos, 2005.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Editora Edgar Blucher, São Paulo. 1980. p. 102-127.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.), **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 93-148.

DUNNE, T.; LEOPOLD, L. B. **Water Environmental Planning**. Nova York. W. H. Freeman and Company. 1978.

GOMES, B. L.; LEITE, I. Q. R. ; TEIXEIRA, R. S.; EXPEDITO JUNIOR, E. E.;

NEGREIROS, A. B. Ocupação urbana de uma bacia hidrográfica em São João del-Rei (MG).

In: **Anais do I Encontro Sul-Mineiro de Geografia & 7ª Jornada Científica da Geografia UNIFALMG**, 2023, Alfenas. 7ª Jornada Científica da Geografia UNIFAL-MG Sociedade e Ambiente pós-pandemia: respostas e questionamentos ao mundo desde a Geografia & I Encontro Sul Mineiro de Geografia Sociedade, Território e Ambiente, 2023. p. 268-279.

GORSKI, M. C. B. **Rios e Cidades: ruptura e reconciliação**. Editora Senac. São Paulo. 2010. p.300.

GUERRA, A. J. T. Impactos ambientais urbanos no Brasil. In: SANTOS, E. O.; ALMEIDA, R. S.; OLIVEIRA, M. F. (Orgs.). **Geografia: Território, Poder e Questões Socioambientais no Campo e na Cidade**. Arapiraca - AL: Eduneal, 2023. p.12-22.

LEITE, I. Q. R.; NEGREIROS, A. B. Caracterização e avaliação ambiental da bacia de drenagem do Córrego Maracanã, localizado no município de Oliveira, Minas Gerais. In: **Anais do Simpósio brasileiro de geografia física aplicada, XIX**, 2022, Rio de Janeiro. Anais Eletrônicos. Rio de Janeiro: UERJ, 2022. p. 3-8.

LEITE, I. Q. R.; TEIXEIRA, R. S.; NEGREIROS, A. B. Mapeamento e levantamento dos impactos relacionados à erosão e assoreamento em uma sub-bacia de drenagem, Oliveira - mg. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 4, n. 1, p. 1–15, 2023.

MAFFIA, V. P. Monitoramento hidrológico da bacia hidrográfica do córrego Águida, Francisco Dumont–MG. **Dissertação de Mestrado**. Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Geografia UFV, 82 p. 2010.

PELECH, A. S.; PEIXOTO, M. N. O. Rios urbanos: contribuições da Antropogeomorfologia e dos estudos sobre os Terrenos Tecnogênicos. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 65, n. 1, p. 2-22, 2020.

SANTOS FILHO, R. D. Antropogeomorfologia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 227-246.

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.