

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO
FCTE UNESP/CAMPUS DE OURINHOS

EDSON DE ALMEIDA

**IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO E ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA
MICROBACIA DO CÓRREGO MONJOLINHO NO MUNICÍPIO DE OURINHOS**

Ourinhos/SP

Julho/2024

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO

FCTE UNESP/CAMPUS DE OURINHOS

EDSON DE ALMEIDA

**IMPERMEABILIZAÇÃO DO SOLO E ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA
MICROBACIA DO CÓRREGO MONJOLINHO NO MUNICÍPIO DE OURINHOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora para obtenção do título de Bacharel em Geografia pela FCTE/UNESP, Câmpus de Ourinhos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Marcilene dos Santos
Coorientador: Dr. Donizeti Aparecido Pastori Nicolete

Ourinhos/SP

Julho/2024

A447i

Almeida, Edson de

Impermeabilização do solo e análise morfométrica da microbacia
do córrego Monjolinho no município de Ourinhos / Edson de
Almeida. -- Ourinhos, 2024

37 p. : il., tabs., fotos, mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia)
Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências,
Tecnologia e Educação, Ourinhos

Orientadora: Marcilene dos Santos

Coorientador: Donizeti Aparecido Pastori Nicolete

1. Geomorfologia. 2. Rios urbanos. 3. Meio Ambiente. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade
Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Tecnologia e Educação, Ourinhos. Dados fornecidos
pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Banca examinadora

Prof.^a Dr.^a Marcilene dos Santos (Orientadora)

Prof. Dr. Edson Luís Piroli

Prof. Dr. Rodrigo Lilla Manzione

Ourinhos, 01 de julho de 2024.

DEDICATÓRIA

Agradeço à toda comunidade Unespiana, todos que de alguma forma passaram em algum momento na minha longa trajetória acadêmica inicial.

Agradeço aos professores e professoras, funcionários e o pessoal de serviços e manutenção da FCTE/UNESP Campus de Ourinhos.

Agradeço a todas as amizades novas construídas pelos corredores da Unesp, em especial algumas que permanecem ao longo dessa trajetória.

Agradeço à Geografia, que nos transmite e proporciona criar um conhecimento intelectual de alto nível, nos levando a outro nível de consciência e nos transformando em pessoas melhores e mais críticas para a relação com o Mundo e o Espaço Geográfico.

Agradeço aos meus pais e minha irmã presente em toda essa trajetória acadêmica pelo apoio principal que vieram deles como família.

EPÍGRAFE

“ Precisamos ensinar aos nossos filhos, nossos alunos e nossos líderes empresariais e políticos fatos fundamentais da vida – por exemplo, o de que o resíduo de uma espécie é alimento de outra espécie; o de que a matéria circula continuamente ao longo da teia da vida; o de que a energia que põe em movimento os ciclos ecológicos provém do Sol; o de que a diversidade assegura a flexibilidade; o de que a vida, desde seu início, há mais de 3 bilhões de anos, não toma conta do planeta pelo combate, mas pelo trabalho em rede.”

Fritjof Capra

RESUMO

A dinâmica de uma bacia hidrográfica é comandada por diversos processos que controlam um conjunto de variáveis físicas interconectadas, podendo adquirir maior complexidade mediante ações antrópicas. O objetivo deste trabalho consiste em estudar a dinâmica de uma microbacia urbana através de análise morfométrica e outros parâmetros como a impermeabilização do solo na microbacia dos córregos, área que compreende a microbacia do córrego Monjolinho, localizado no Município de Ourinhos, SP. A partir de um banco de dados elaborado por meio do Modelo Digital de Elevação Copernicus com resolução de 30 m da área estudada e de Imagem Google Satélite (QuickMapService), foram empregadas técnicas de geoprocessamento e de análise morfométrica para melhor compreensão das características e dinâmica da microbacia. Os resultados obtidos apontam uma área de 11,91 km² e o Perímetro de 20,27 km para a bacia. O Comprimento de drenagem total dos canais é de 7,4 km. A Amplitude altimétrica é de 118 metros, com elevações entre 384 metros e 502 metros em relação ao nível do mar. Com base no coeficiente de compacidade obtido de 1,64, essa microbacia é caracterizada com “forma alongada”, indicando menor concentração de águas pluviais e consequentemente indicativo negativo de probabilidades de enchentes. A área em estudo se encontra com 53% de “relevo suave ondulado”, compreendido em 6,3 km². A impermeabilização da área pela urbanização deu-se sobretudo no alto curso da bacia, envolvendo os setores das nascentes, e diminui à medida que se atinge os setores do médio e baixo curso.

Palavras-chave: Geomorfologia; Rios urbanos; Meio Ambiente.

ABSTRACT

The dynamics of a river basin are controlled by several processes that control a set of interconnected physical variables, which can acquire greater complexity through human actions. The objective of this work is to study the dynamics of an urban watershed through morphometric analysis and other parameters such as soil waterproofing in the stream watershed, an area that comprises the Monjolinho stream watershed, located in the Municipality of Ourinhos, SP. Based on a database prepared using the Copernicus Digital Elevation Model with 30m resolution of the studied area and Google Satellite Image (QuickMapService), geoprocessing and morphometric analysis techniques were used to better understand the characteristics and dynamics of the watershed. The results obtained indicate an area of 11.91 km² and a perimeter of 20.27 km. The total drainage length of the channels is 7.4 km. The altitude range is 118 meters, with elevations between 384 meters and 502 meters in relation to sea level. Based on the obtained compactness coefficient of 1.64, this microbasin is characterized as having an “elongated shape”, indicating a lower concentration of rainwater and consequently a negative indicator of the probability of flooding. The area under study has 53% of “gentle undulating relief”, comprising 6.3 km². The waterproofing of the area by urbanization occurred mainly in the upper course of the watershed, involving the spring sectors, and decreases as the middle and lower course sectors are reached.

Keywords: Geomorphology; Urban rivers; Environment

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Bacia Hidrográfica
- Figura 2.** Mapa de localização da área de estudo.
- Figura 3.** Córrego Monjolinho canalizado na área urbana do município de Ourinhos (SP).
- Figura 4.** Lago artificial no Córrego Chumbeadinha, próximo ao Condomínio Royal Parque
- Figura 5.** Rompimento de barragem, antigo “Lago da Unimed”(2013).
- Figura 6.** Fluxograma (processos realizados no Qgis).
- Figura 7.** Mapa Hipsométrico da área de estudo.
- Figura 8.** Mapa de declividade da microbacia do Monjolinho.
- Figura 9.** Área de drenagem dos Córregos Chumbeadinha e Monjolinho, 1985 e 2022.
- Figura 10.** Parque Ecológico no alto curso do Córrego Monjolinho com sua vegetação arbórea típica (A) e a canalização por concreto (B).
- Figura 11.** Comparação de trecho canalizado: antes (A) e depois (B) de chuvas.
- Figura 12.** Mapa de distribuição espacial de permeabilidade/impermeabilidade superficial da microbacia do Córrego Monjolinho.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Classificação de declividade segundo Embrapa (1979).
- Tabela 2.** Classificação de declividade da bacia hidrográfica em estudo.
- Tabela 3.** Características morfométricas da microbacia em estudo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivo específicos.....	9
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
3.1 Bacias Hidrográficas.....	9
3.2 Legislações Ambiental.....	11
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
5 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	18
5.1 Banco de Dados.....	18
5.2 Análise Morfométrica.....	19
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
7 CONCLUSÕES.....	31
8 REFERÊNCIAS.....	32

1. INTRODUÇÃO

Nunca como antes se pensou nos recursos naturais como nos tempos atuais, em especial em reuniões realizadas para debater os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” organizados pela ONU para proteção da biodiversidade (ONU, 2022). A preocupação tem se tornado real, já que a ciência avançou muito na compreensão dos impactos que vêm acontecendo nos ecossistemas desde os tempos das revoluções agrícola e industrial até chegarmos no período pós-moderno e contemporâneo. No período presente, a ação antrópica devasta, diariamente, todos os tipos de biomas existentes no globo, proporcionando uma mudança na temperatura média global, onde já sabemos ser a mudança climática em escala acelerada sua principal consequência.

Essa ação muda percursos fluviais e, de modo geral, interfere em seu padrão “hierárquico” natural, causando diversas perturbações como os desastres “naturais”.

A intervenção humana é bastante significativa na área de drenagem de muitas microbacias hidrográficas urbanas. São diversos fatores que acarretam a condição precária desses corpos hídricos urbanos, entre despejo de detergentes, esgoto, contaminação por fertilizantes e herbicidas, microplásticos (TUNDISI, 2008) e tudo que a ação pluvial poder carregar, com seu destino determinado pela sinuosidade de seus planaltos e planícies modificadas pelo homem, até chegar ao rio.

A análise dos aspectos relacionados à topografia, à drenagem e a sua ocupação pode indicar diversas questões associadas à dinâmica local (CHRISTOFOLETTI, 1957 *apud* TONELLO et al., 2006). A análise morfométrica torna-se ferramenta primordial e, a princípio, a combinação dos inúmeros dados possíveis permite a confirmação das áreas homogêneas, indicando parâmetros e revelando indicadores físicos específicos para um determinado local, podendo qualificar possíveis alterações ambientais (ANTONEL; THOMAS, 2007). Nesse sentido, a análise morfométrica também permite compreender melhor a dinâmica das microbacias urbanas.

O presente trabalho teve como objetivo analisar, através de análise morfométrica, parâmetros da bacia hidrográfica do Córrego Monjolinho, localizada em perímetro periurbano do município de Ourinhos (SP). Espera-se que os resultados obtidos contribuam para tornar mais seguros os locais habitados na área estudada e para um planejamento urbano mais adequado.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Analisar as principais características morfométricas da área da microbacia hidrográfica do Córrego Monjolinho e sua dinâmica de ocupação, discutindo soluções para problemas ambientais identificados

2.2 Objetivo específico

Levantamento de parâmetros da topografia (hipsometria, declividade e amplitude altimétrica) e da drenagem (geometria da microbacia como um todo – delimitação, cálculo da área, perímetro da bacia; índice de compacidade; perfil longitudinal do canal principal; extração da rede de drenagem);

Análise da expansão urbana na área de estudo, a partir de análise da série histórica de imagens de satélite disponíveis no Google Earth Pro;

Análise da impermeabilização da área estudada a partir de técnicas de geoprocessamento.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bacia Hidrográfica

Este item trata da revisão de trabalhos da literatura científica já consolidados sobre as bacias hidrográficas que será apresentado nesse capítulo juntamente com tópicos sobre a legislação ambiental.

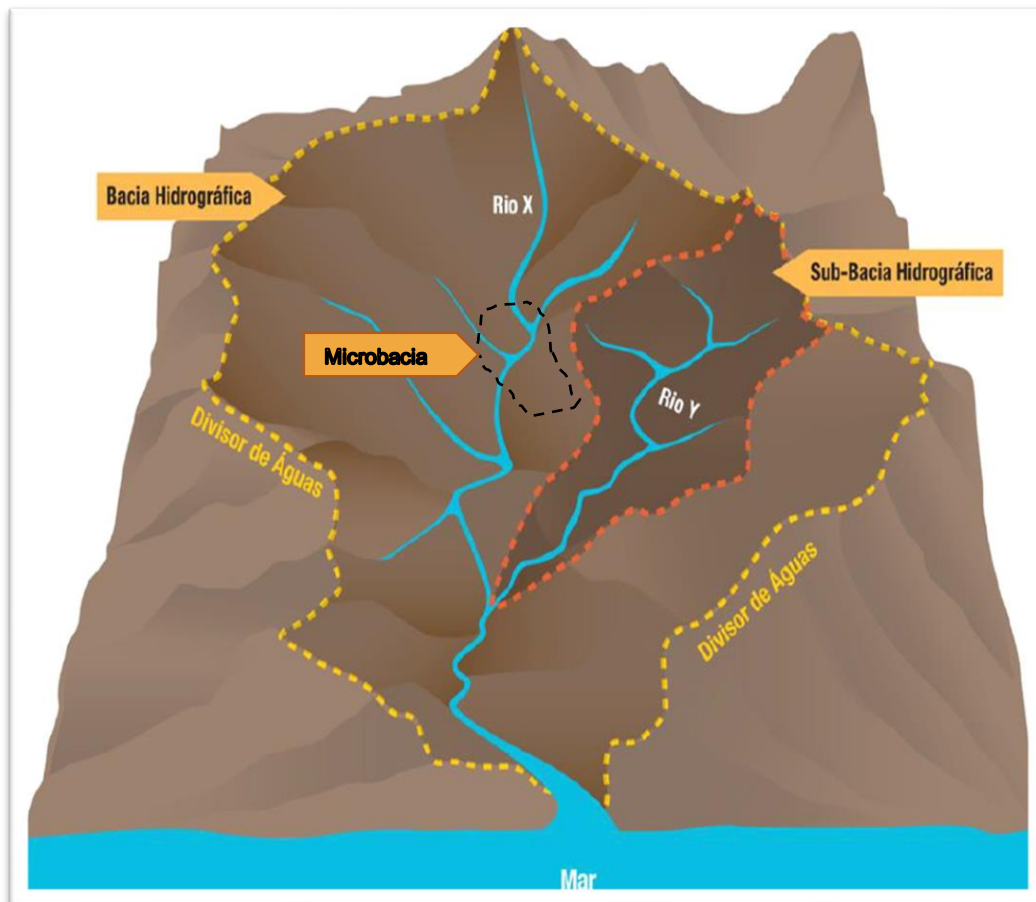
A bacia hidrográfica se configura a partir de seu canal fluvial onde este suga toda a área de contribuição compreendida dentro de uma verdadeira “bacia”, podendo ser estudado em diversas escalas, desde a carga de fundo até os ambientes de deposição, inclusive entendendo cada escala como um todo dentro da totalidade, que é a bacia hidrográfica (BORGES et al., 2022).

Coelho Netto (2005), define bacia hidrográfica como a área da superfície que faz a drenagem de todo tipo de material que possa ser transportado pela água. Além disso Coelho Netto (2005) chama de divisores de água, ou interflúvio principal, toda área onde a água é drenada em direção aos vales formados pela própria ação da água, ainda podendo subdividir-se em sub-bacias.

Essa hierarquia também guiada pela força gravitacional, cria e recria suas variadas formas, caminhos e relevos desenhados ao longo de milhares a milhões de anos, onde, a partir daí, a água passa a correr livremente, impulsionada pela força da gravidade e por fricção, produto da resistência do escoamento entre as próprias moléculas de água, entre a água e as paredes do canal, e entre a água e o ar (STEVAUX, 2017 *apud* BORGES et al., 2022). Assim são constituídos vários parâmetros diferentes, sendo cada vez mais útil e importante seu estudo, ainda mais no meio urbano, onde a paisagem é constantemente modificada, principalmente no quesito impermeabilidade.

As menores áreas de captação das águas pluviais são as microbacias (Figura 1). As microbacias são caracterizadas por possuírem uma área inferior a 100 km² (FAUSTINO, 1996).

Figura 1. Bacia Hidrográfica, Sub-bacia hidrográfica e Microbacia hidrográfica



Fonte: Bargos (2018)

Outras definições para caracterizar uma microbacia segundo LOST et al. (2007):

As microbacias são as menores unidades da paisagem capaz de integrar todos os componentes relacionados com a disponibilidade e qualidade de água como: atmosfera, vegetação natural, plantas cultivadas, solo, rochas subjacentes, corpo d'água e paisagem circundante (LOST et al., 2007).

Desta forma, existem vários componentes a serem levados em conta para manter tanto a disponibilidade quanto a qualidade da água em uma bacia hidrográfica.

Entre as diversas características possíveis de uma bacia hidrográfica, Strahler (1957) propõe uma classificação por ordem de hierarquização dos canais fluviais:

...os menores tributários de ponta de dedo são designados como Ordem 1. Onde dois canais de primeira ordem se juntam, um segmento de canal de Ordem 2 é formado; onde dois de Ordem 2 se juntam, um segmento de Ordem 3 é formado; e assim por diante (STRAHLER, 1957).

Segundo Horton (1945), onde os tributários não se mostram ramificados tem-se primeira ordem, os cursos que recebem tributários de primeira ordem se tornam de segunda ordem e os cursos d'água de terceira ordem recebem tributários de primeira ou segunda ordem e assim sucessivamente até o curso d'água principal que seja de ordem mais alta caracterizando a ordem da bacia hidrográfica (HORTON, 1945).

Então a partir da bacia hidrográfica, temos as sub-bacias, que por sua vez compreendem as microbacias (Figura 1), formando um grande sistema de rios, onde, para determinar por completo essa composição, é necessário conhecer a área de drenagem, a ordem do rio principal e seu comprimento, e a razão de bifurcação (HORTON, 1945). Assim podemos caracterizar uma bacia hidrográfica.

3.2 Legislação Ambiental

A legislação ambiental apresenta a seguinte linha do tempo:

Inicialmente, o decreto nº 23.793 de 1934 institui a Legislação florestal no Brasil. Mais tarde, surge um novo código florestal, a Lei nº 4.771 de 1965, e em seguida, em 1967, a Lei nº 5.197, que trata da proteção da fauna, que até então não era colocada em pauta. Após o período de uma década, torna-se preocupação também a criação de Áreas Especiais e de Locais de Interesse Turístico, complementada na Lei nº 6.513/77. Mas, só em 1981, com a Lei nº 6.938, tem-se o marco da política nacional para o meio ambiente. Em 1986, surgem as primeiras diretrizes para avaliação de impactos ambientais, com alteração do código florestal entre outros complementos, até chegar a Política Nacional de Recursos Hídricos de 1997 (SANTOS, 2004 *apud* LAURENTI, 2012).

Na sequência, a Lei Federal de 1997, de número 9.433, institui o início no Brasil da Política Nacional de Recursos Hídricos (amparada pela Constituição Federal, 1988).

Posteriormente, é posta em prática a divisão em 12 Regiões Hidrográficas através da Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos N°32, de 15 de outubro de 2003, tendo entre elas a Região Hidrográfica do Paraná onde se encontra a microbacia de estudo desse trabalho. Os córregos estudados nesse trabalho fazem parte da UGRHI-17 (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Médio Paranapanema). Esta unidade gerencia o médio Paranapanema e contém 42 municípios que a integram.

Após a Política Nacional de Recursos Hídricos, surge a Lei n° 9.605 de 1998, onde essa dispõe sobre sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. No decorrer de 2000 a 2006, outras leis e resoluções do CONAMA também são vigoradas, como a instituição do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (SANTOS, 2004 *apud* LAURENTI, 2012).

A Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012, lei de proteção da vegetação nativa, afirma que as margens dos corpos hídricos urbanos devem ser preenchidas com mata ciliar, sendo de 50 metros no entorno da nascente e 30 metros no percurso do canal. O crescimento populacional desordenado, junto à pouca infraestrutura e tão poucas políticas públicas, ocasionara a ocupação dessas áreas, podendo no futuro serem consideradas áreas de risco, já que a malha urbana as tomou em grande parte do município.

Ainda sobre a ocupação irregular, existem outros fatores que foram a favor desse crescimento urbano ainda nos primórdios da criação do município. A exemplo disso, (DEAN, 1996 *apud* JUNIOR; RODRIGUES, 2005) ressalta sobre o Artigo 23°,

“...onde nenhum proprietário de terra poderia desmatar mais de três quartos da propriedade, se encontrava a falha no Código, pois se um proprietário tivesse desmatado três quartos em sua propriedade e vendesse essa área a outro, este poderia retirar mais três quartos de mata da propriedade e assim sucessivamente até não sobrar nenhuma área floresta. Assim, esta inadequada redação perpetuou a prática do desmatamento (Dean, 1996 *apud* Junior; Rodrigues, 1996).

Essa possível falha no código cooperou para o desmatamento, deixando campos abertos para a urbanização que viria na sequência tomar conta destes espaços.

Ocorrências dessa magnitude acontecem devido a falhas no cumprimento da legislação pelas autoridades competentes do município, sendo a prefeitura municipal o principal responsável pela criação, organização e execução do Plano Diretor Municipal (Estatuto da cidade, Lei n°10.257/2001). É importante reconhecer as legislações para que sejam adotadas

políticas novas ou adaptadas, sendo coerente com o plano diretor e a gestão e manejo da drenagem das microbacias, que por sua vez deveria seguir normas rigorosas de acordo com a morfometria local. Lembrando que o Estatuto da Cidade estabelece como diretriz geral a garantia do direito a cidades sustentáveis, direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2001).

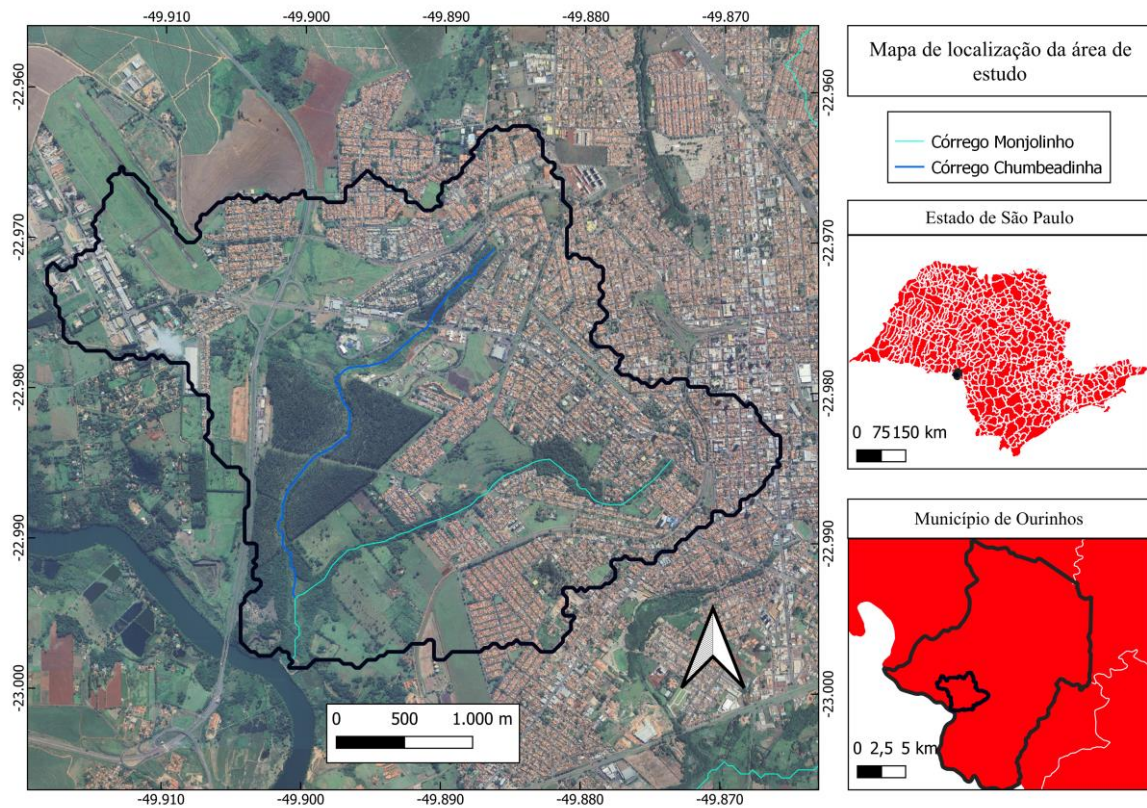
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a microbacia do Córrego Monjolinho, incluindo seu principal afluente, o Córrego Chumbeadonha (Figura 2). Localizada no município de Ourinhos, está entre as coordenadas geográficas 22°55' e 23°00' de latitude Sul e 49°55' e 49°50' de longitude Oeste (PIROLI, 2019), que se encontram na intersecção de duas cartas planialtimétricas do IBGE, onde grande parte da microbacia está na folha de Ourinhos (SF-22-Z-A-VI-3) de 1975 e pequena parte se encontra na folha de Jacarezinho (SF-22-Z-C-III-1) de 1992. As duas em escala 1:50.000 e com equidistância vertical de 20 m (curva de nível).

A nascente do córrego Monjolinho encontra-se nas coordenadas geográficas 22°59'03''S e 49°52'25''W, sendo essa sua localização aproximada, já que essa área é totalmente impermeabilizada pelo urbanismo, impedindo de ser feita sua localização exata. Isso ocorre em vários outros municípios, onde córregos já com alto nível de urbanização são canalizados e seu fluxo lançado a jusante. De acordo com Alves et al. (2020, p. 2), a malha urbana de Ourinhos configura uma densa rede hidrográfica com total de oito córregos que perpassam a área urbana sendo eles: córregos Furnas, Chumbeadonha (principal afluente do Monjolinho), Furninhas, Monjolinho, Água da Veada, Águas do Jacu, Jacuzinho e Christoni, com relevantes características de antropização, comprometendo as suas funções ecológicas do sistema hídrico superficial.

O córrego Chumbeadonha deságua no córrego Monjolinho (Figura 2). Esses dois córregos, de acordo com estudos de classificação, são considerados perenes tendo um volume suficiente para manter o fluxo de vazão o ano todo, mesmo em períodos secos.

Figura 2. Localização área de estudo



Fatores de antropização caracterizam a área de estudo, que sofre com a mesma desde a expansão do município no início do século passado, como descrito em (MONBEIG, 1984 *apud* JUNIOR; RODRIGUES, 2005) sobre o contexto daquele período:

“No final do século XIX e início do XX, inicia-se a corrida para o oeste paulista em busca de novas terras férteis para o cultivo do café. É nesse momento de euforia por novas áreas que o médio Vale do Paranapanema paulista, onde Ourinhos está inserido, passa a sofrer constantes ataques por parte daqueles que consideravam a floresta mais como uma dificuldade a superar do que como um recurso possível. (Monbeig, 1984 *apud* Junior; Rodrigues, 2005).

Como se refere o autor, ao iniciar a corrida para o oeste paulista e com o cultivo de café em alta, a degradação ambiental para aquele período era vista como uma vitória ao criar novos caminhos e estradas rumo ao interior também do sudoeste paulista.

A cidade possui ferrovias que formam entroncamento de duas importantes ferrovias operadas pela América Latina Logística (ALL), que se estende a sul do país, e pela Ferrobán, que liga a capital paulista ao extremo oeste do Estado de São Paulo (OURINHOS, 2018),

recentemente inoperantes na área urbana do município. Após a largada capitalista industrial pela região do centro oeste paulista, suas paisagens nunca mais foram as mesmas.

Para os corpos hídricos de toda essa região não foi diferente, transformados pela degradação ambiental para abrir estradas ou para o próprio uso humano. Hoje, com toda urbanização ocorrida e corrente, a microbacia também foi prejudicada ambientalmente.

De acordo com a classificação de Strahler (1957), o córrego Chumbeadonha é de primeira ordem, desaguando no canal principal Monjolinho, esse de primeira ordem também, antes de desaguar na margem direita do Rio Paranapanema, esse classificado de ordem maior.

O município de Ourinhos é considerado com alto índice pluviométrico anual, com média em torno de 1370 mm (CARFAN; BENTO, 2018).

O córrego Monjolinho inclusive passa por área de preservação permanente, onde existe uma mata secundária mantida e protegida pelo Parque Ecológico Municipal “Bióloga Tânia Mara Netto Silva”.

Apesar da importância da preservação da bacia do Monjolinho, obras de canalização foram realizadas neste e em vários córregos a partir de 2009 (JANGARELLI, 2017), sendo considerada pela gestão política da época, uma obra benéfica à população. A população se manifesta sobre a canalização:

A reação da população é de solicitar canalização próxima à sua casa e recobrimento dos canais para evitar a área degradada. Essa solução transfere para os vizinhos, rio abaixo a inundação e nos próximos anos a inundação retorna, quando o canal ou conduto estiver entupido (Tucci, 2012).

Segundo Jangarelli (2017), a obra de retificação realizada no córrego Monjolinho vai desde sua nascente até seu médio curso, sendo que esse autor também se refere ao tamanho dessa obra onde seu curso principal possui aproximadamente 3.320 metros de comprimento, dos quais aproximadamente 1.800 metros foram canalizados (JANGARELLI, 2017) (Figura 3).

Figura 3. Córrego Monjolinho canalizado na área urbana do município de Ourinhos (SP)



Fonte: Jangarelli (2017).

Além do Córrego Monjolinho, outros córregos urbanos receberam canalizações. Apenas o córrego Chumbeadinha mantém seu canal original, ou seja, sem canalização. Porém é represado pela Avenida Luiz Saldanha Rodrigues, onde se forma o Lago do Royal Parque (Figura 4) em bairro de classe alta da cidade próximo a condomínios fechados. Antigamente, esse córrego formava dois lagos divididos por essa avenida, sendo o mais a jusante conhecida como “Lago da Unimed”, uma lagoa represada artificialmente. Em 2013, houve o rompimento do dique de contenção a jusante do córrego (Figura 5), devido à saturação de água no solo por causa das chuvas naquele período. Deste então, a lagoa mantém-se esvaziada e apenas a lagoa a montante da avenida (Lago Royal Parque) permanece (Figura 4). Esse fato diz muito sobre a ação antrópica com a relação ambiental que se manteve e mantém a respeito dos córregos municipais.

Figura 4. Lago artificial no Córrego Chumbeadinha, próximo ao Condomínio Royal Parque



Fotografia: Marcilene dos Santos

Problemas como acúmulo de lixo nos canais foram transferidos com a canalização dos córregos urbanos, para além da área urbana e indo direto para o Rio Paranapanema. Sendo assim, resolveu-se o problema dentro do perímetro urbano, mas podendo acarretar problemas futuros a jusante desses córregos canalizados.

Figura 5: Rompimento da barragem, antigo “Lago do Unimed” em (2013).



Fonte: Jornal Contratempo (2024)

5. MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Banco de Dados

O trabalho envolveu revisão bibliográfica, trabalho de campo, análises morfométricas a partir de um banco de dados criado em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - (SIG), utilizando-se um Modelo Digital de Elevação Copernicus 30 m, baixado a partir do site Opentopography.org (European Space Agency, Sinergise, 2021) para processamento e cálculo de parâmetros topográficos, de bacia e de drenagem. Além disso, foi feito um estudo de imagens de satélite históricas da área por meio do Google Earth Pro e mapeamento e análise da impermeabilização da microbacia estudada.

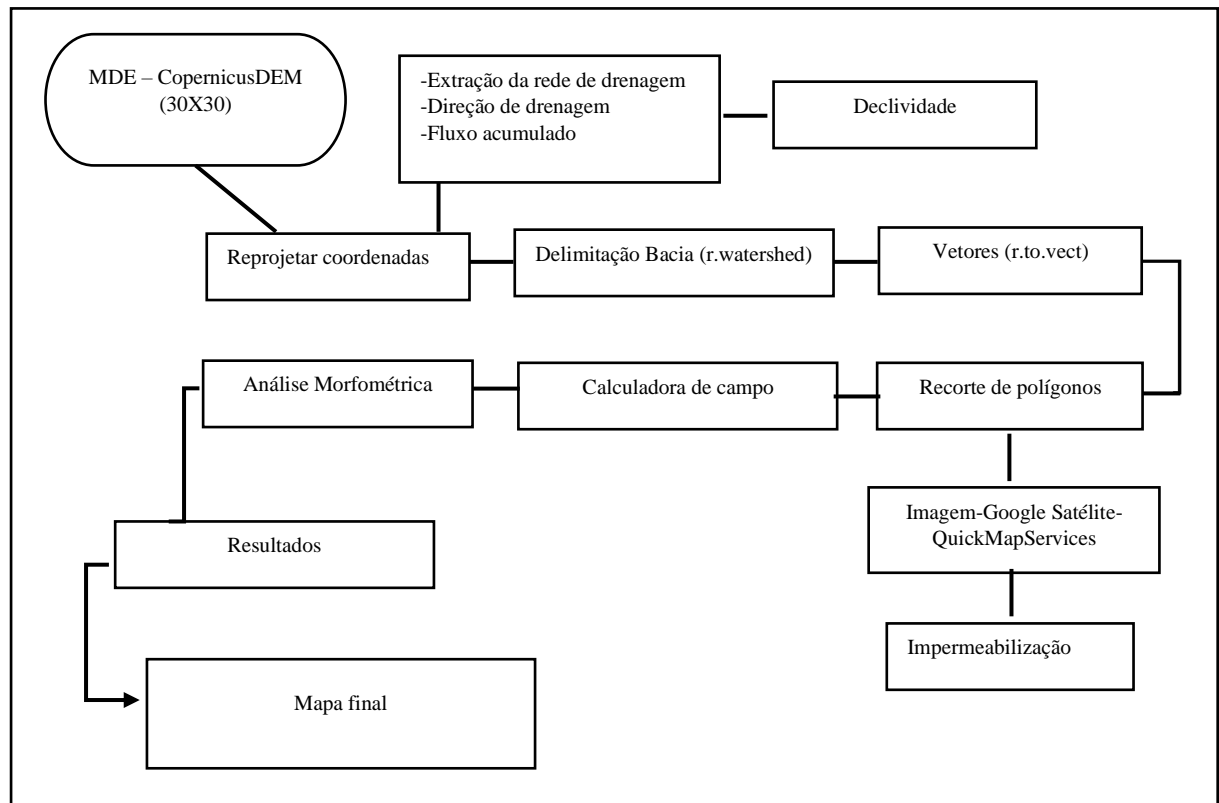
A utilização de imagens de satélite é ferramenta que favorece uma gama de variados estudos, planejamentos e até ferramenta para demarcação de limites. Atualmente existem grandes tecnologias que favorecem ainda mais as pesquisas científicas e plenamente quase tudo que acontece no globo terrestre pode ter registros, cores, números e tudo pode ser qualificado e quantificado por linguagem binária.

As imagens de satélite se tornaram ferramentas importantes entre os materiais a serem usados, pois podemos compará-las e identificar o uso e ocupação do solo, entre vários períodos de tempo distintos.

Utilizou-se o sistema de informação Geográfica QGis para a análise morfométrica específica para a bacia hidrográfica estudada. O uso de técnicas de geoprocessamento (Figura 6) por meio do QGIS Desktop versão 3.28.11 e utilizando-se o DEM COP 30 m, assim como o Google Earth Pro, permitiu calcular parâmetros importantes da topografia e drenagem, e o mapeamento da área à impermeabilização da bacia. De modo geral, foi considerado como impermeável qualquer tipo de telhado ou tipo de pavimentação asfáltica.

O recorte de polígonos se fez importante para completar o banco de dados. Essa ferramenta permite criar camada de polígonos que pode ser formado por no mínimo três pontos onde o último ponto coincide com o primeiro, podendo atribuir sua utilização a área urbanas, lagos, reserva legal, estados, dentre outros elementos geográficos que possuem área e perímetro (CARVALHO et al., 2022, p.8). A partir desse procedimento, alimentou-se o banco de dados acrescentando essas feições geométricas e caracterizando a impermeabilização da área em estudo.

Figura 6. Fluxograma (processos realizados no Qgis).



5.2 Análise Morfométrica

Para Christofolletti (1980), consiste em uma hierarquia fluvial todo caminho determinado pelo curso da água ou área drenada por ele. Os estudos morfométricos servem para tornar mais objetivos esses detalhes através da análise linear, areal e hipsométrica (CHRISTOFOLLETTI, 1980). A análise morfométrica diagnosticará uma caracterização geomorfológica própria do local de estudo, sendo fundamental para que se tenha uma base confiável para análise do ambiente (BARROS; STEINKE, 2009). Dentro da análise morfométrica, existem vários cálculos aplicados à análise de bacias hidrográficas (BARROS; STEINKE, 2009), sendo que alguns serão considerados para a caracterização e análise da bacia hidrográfica em estudo. Entre as etapas de análise morfométrica, os resultados devem ser inseridos em um banco de dados SIG, para análise e processamento dos dados como explicitado no item anterior.

A visão do censo comum atual sobre os rios, córregos e ribeirões pode ser de áreas homogêneas ou muito semelhantes, mas como afirmam Antoneli e Thomaz (2007), as combinações das análises dos diversos dados morfométricos permitem perceber a diferenciação das áreas que parecem tão semelhantes e os parâmetros podem revelar indicadores físicos

específicos para um determinado local, confirmando as infinitas paisagens distintas que temos em nosso planeta (ANTONELI; THOMAZ, 2007).

As características morfométricas das microbacias podem ser divididas em: Parâmetros dimensionais e características de forma e relevo. Dentre os parâmetros dimensionais, estão a área e o perímetro seguido por comprimentos de drenagem, cotas altimétricas e canal principal. As características de forma e relevo trazem medidas da declividade média, amplitude altimétrica da microbacia, fator de forma, índice de sinuosidade e coeficiente de compacidade entre várias outras características que podem ser obtidas através de dados gerenciados em SIG (NARDINI et al, 2013).

É importante ressaltar que os estudos morfométricos de bacias hidrográficas são definidos por Santos (2012) como sendo uma análise quantitativa das relações da fisiografia entre a bacia e a dinâmica hidrológica, podendo se obter melhor noção do comportamento hidrológico específico da área em estudo.

Na análise quantitativa das características de forma e relevo, equações matemáticas são realizadas para obter parâmetros dimensionais da bacia hidrográfica em estudo. São pertinentes para esse estudo o cálculo da Área, Perímetro e Comprimento de drenagem, compreendidos como parâmetros dimensionais da bacia hidrográfica.

Outros cálculos realizados, são a declividade, amplitude altimétrica da microbacia, coeficiente de compacidade e, por fim, gradiente de canais que designam parâmetros de características da forma e relevo. Para a elaboração do mapa de declividade, utilizou-se a classificação de declividade estabelecida pela Embrapa, conforme a seguir (Tabela 1):

Tabela 1 – Classificação da declividade segundo Embrapa (1979).

Declividade (%)	Discriminação
0 – 3	Relevo plano
3 – 8	Relevo suave ondulado
8 – 20	Relevo ondulado
20 – 45	Relevo forte ondulado
45 – 75	Relevo montanhoso
>75	Relevo forte ondulado

Fonte: Embrapa (1979).

A Área da bacia é toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial (CHRISTOFOLETTI, 1980). O Perímetro é o total métrico da linha do divisor de água da

microbacia. O Perímetro da bacia, se constitui a partir do comprimento da linha imaginária ao longo dos divisores de águas (TONELLO, 2005). O Comprimento de Drenagem é obtido como resultado dos parâmetros anteriores, definindo o comprimento total do canal. O Coeficiente de Compacidade (K_c) é a relação entre a forma da bacia com um círculo, determinada pela equação: $K_c = 0,28 \cdot P / \sqrt{A}$, onde temos “P”, correspondente ao perímetro da bacia em quilômetros e “A” seria a Área da bacia em km^2 (SANTOS, 2012). Este parâmetro designa a irregularidade da bacia onde, quanto maior seu resultado, maior será o coeficiente de compacidade, podendo indicar maior ou menor ocorrência de cheias (NARDINI et al. 2013).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

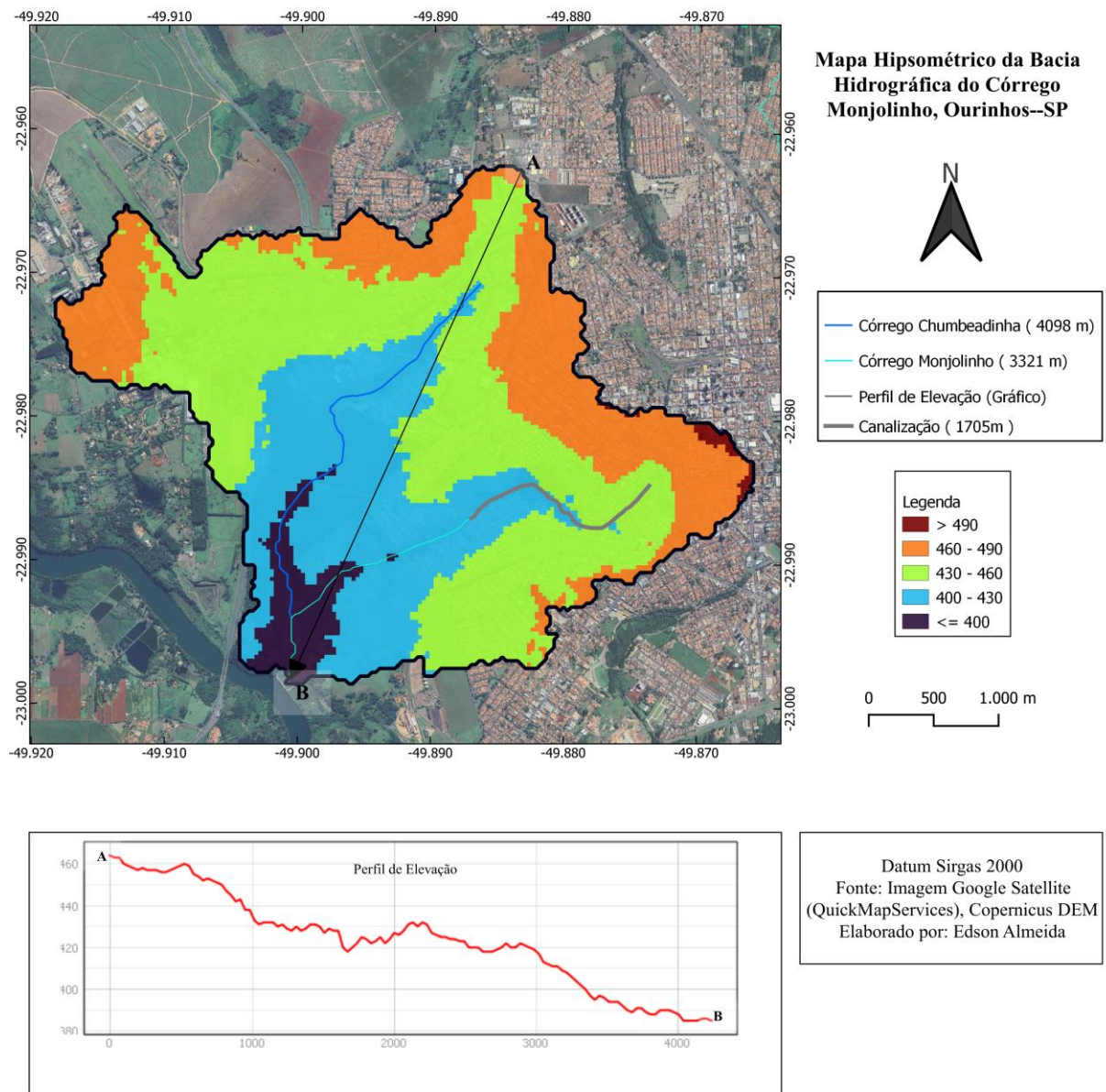
A análise morfométrica permitiu obter parâmetros específicos da bacia hidrográfica em estudo, os quais são apresentados na tabela 2. A amplitude altimétrica da bacia é de 118 metros (Tabela 2). Essa amplitude está compreendida entre altitudes menores que 400 metros e um pouco acima dos 490 metros.

Tabela 2 – Características morfométricas da microbacia em estudo

Características	Valores
Área	11,91 km^2
Perímetro	20,27 km
Comprimento de drenagem	7,419 km
Amplitude altimétrica	118 m
Coeficiente de compacidade	1,64

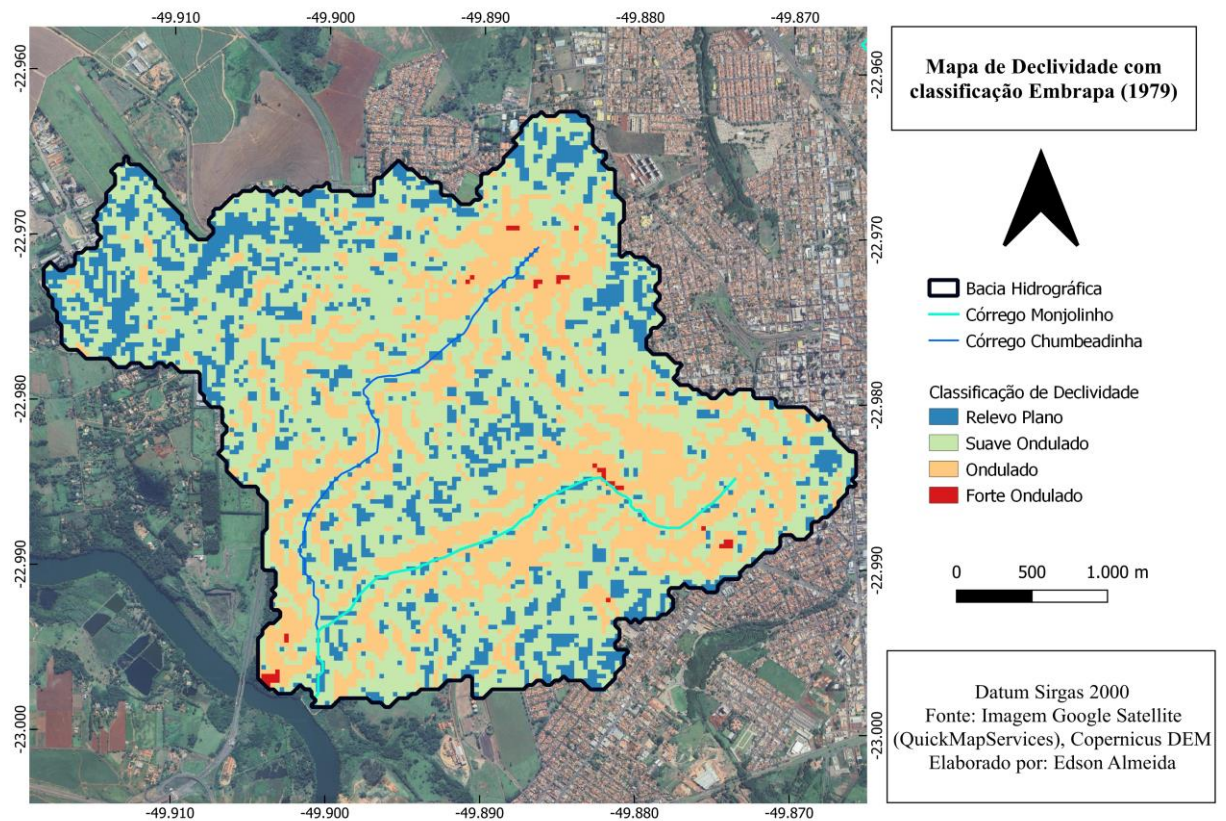
A elevação da microbacia do Monjolinho varia entre ~390 e 500 m de altitude em relação ao nível de mar, com as maiores elevações pontuadas na porção leste da área, no setor de nascente do Córrego Monjolinho (Figura 7). O divisor da microbacia apresenta elevação nas áreas de nascentes predominantemente na faixa entre 460 e 490 m, entretanto, chama a atenção dois setores de nascente com elevação inferior, entre 430 e 460 m, sugerindo tratar-se de *wind gaps* e reorganização das microbacias nesses setores associada à migração de divisor.

Figura 7. Mapa Hipsométrico área de estudo,



A declividade da área de estudo apresenta-se organizada em quatro classes de relevo (plano, suave, suave ondulado e forte ondulado) (Figura 8), dominada em sua maior parte (53%) por “relevo suave ondulado”, seguido de 28% classificados como “relevo ondulado”, e 17% classificados como “relevo plano (Tabela 3). Os setores do divisor principal e divisores secundários são marcados por inúmeras manchas de relevo plano, como esperado para uma região tipicamente de planaltos.

Figura 8. Mapa de declividade da microbacia do Monjolinho.



A Tabela 3 resume os resultados relacionados à declividade da área de acordo com parâmetros definidos pela Embrapa (1979).

Tabela 3 – Classificação da declividade da bacia hidrográfica em estudo.

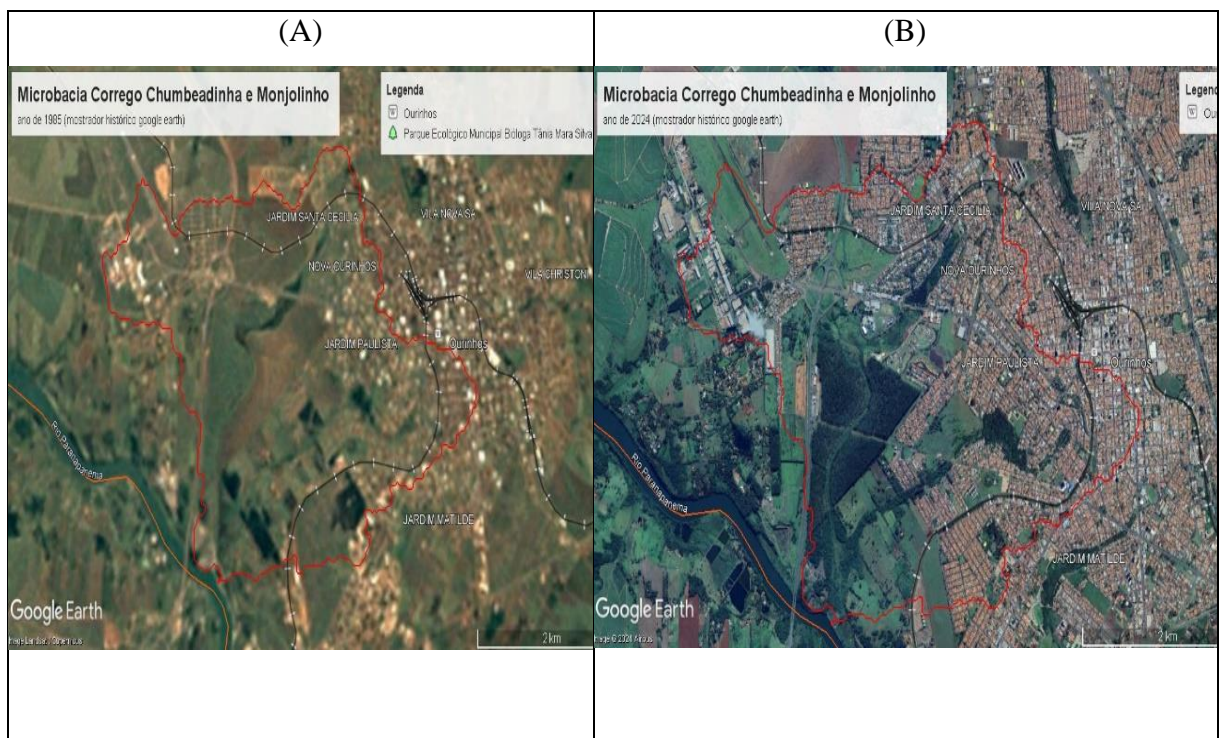
Declividade (%)	Classificação Embrapa (1979)	Área em km ²	Classificação em %
0 – 3	Relevo plano	2,132	17,875
3 – 8	Relevo suave	6,333	53,098
8 – 20	ondulado	3,425	28,716
20 – 45	Relevo ondulado	0,037	0,31
45 – 75	Relevo forte ondulado	-	-
>75	Relevo montanhoso	-	-
	Relevo forte ondulado		

Assim como o marco legal dos recursos hídricos é de extrema importância para garantir o devido cuidado com os corpos hídricos aplicando seu correto uso e manejo, a relação das áreas permeáveis e áreas impermeáveis nas bacias também é de grande importância. A impermeabilização ocorre devido à construção civil, tanto para comércio, indústria e para moradias, assim como pela pavimentação das ruas.

A figura 9 apresenta imagens de satélite do Google Earth Pro, onde é possível observar as mudanças na ocupação e uso do solo, marcada pela expansão e adensamento de construções entre 1985 e 2024 na área da microbacia do Monjolinho.

A partir das duas imagens, podemos observar que a mancha urbana expandiu com maior expressão na porção leste da bacia e a partir das proximidades das linhas ferroviárias, avançando em direção às nascentes dos córregos em estudo e coroando quase que toda a porção setentrional da bacia. A mancha urbana no entorno do córrego Chumbeadinha avançou até o seu médio curso, enquanto no córrego Monjolinho o avanço da mancha urbana foi mais substancial, ultrapassando seu médio curso e rumando para o baixo curso. Destaca-se também o aumento da silvicultura a partir das margens do córrego Chumbeadinha na porção central da área, assim como o aumento de grandes telhados (universidades privadas e hospital no extremo oeste da bacia). Desta forma, os resultados sugerem que a expressiva área de silvicultura pode ser um fator limitante para a ocupação e expansão urbana no médio/baixo curso.

Figura 9. Área de drenagem dos Córregos Chumbeadinha e Monjolinho, 1985 e 2022.



Fonte: Google Earth Pro (2024).

Outro fato importante é a manutenção da vegetação e mata ciliar provavelmente ajudada com a criação do Parque Ecológico no alto curso do Córrego Monjolinho (Figura 10A), apesar do impacto da canalização em um trecho deste (Figuras 3 e 10B). Como afirma Tucci (2012),

os riscos hidrogeomorfológicos podem aumentar muito com a canalização, mesmo que a população considere a infraestrutura realizada como uma solução.

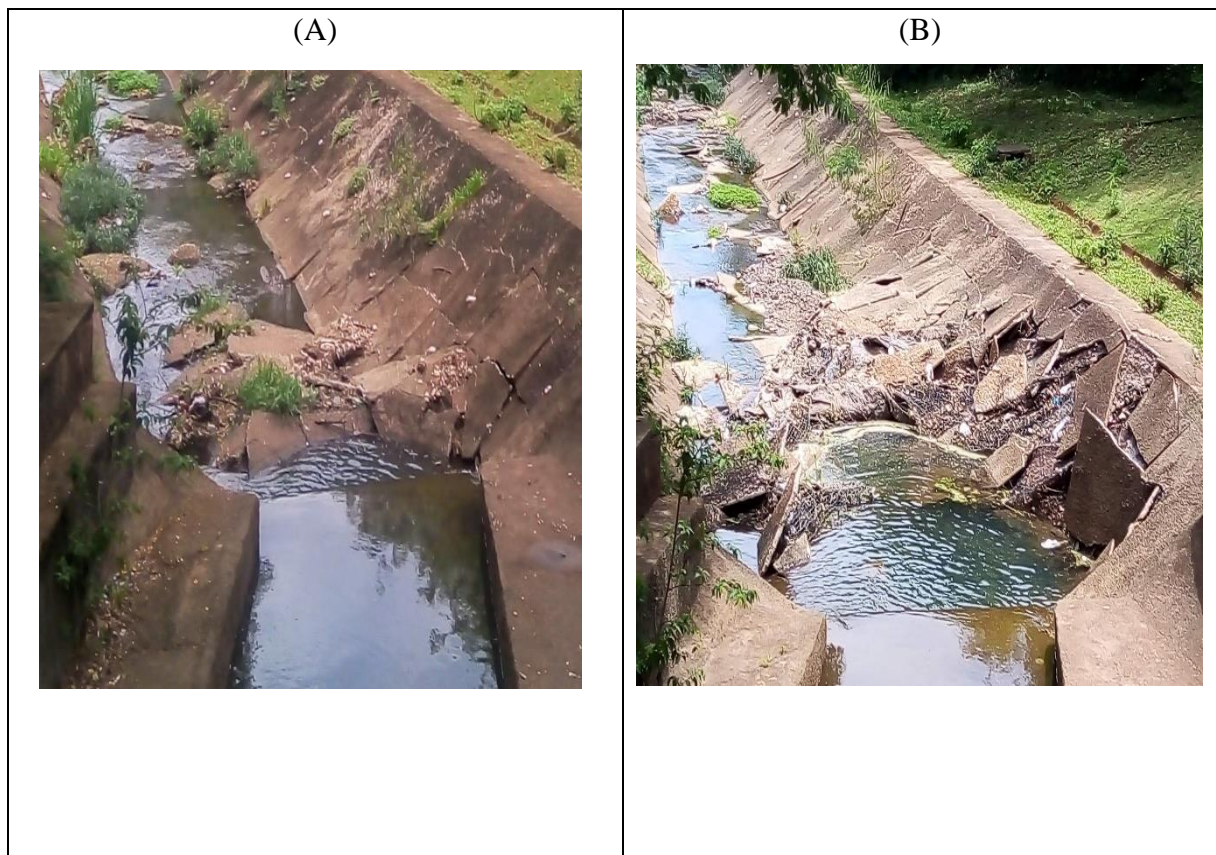
Figura 10. Parque Ecológico no alto curso do Córrego Monjolinho: vegetação arbórea típica (A) e a canalização por concreto (B).



Fotografia: Marcilene dos Santos

As consequências prejudiciais são comuns para as obras de solução fácil ou pelo modelo político de gestão “imediatista” que nosso país adere para resolver problemas urgentes, sendo que a solução na forma de parques lineares pode receber estruturas mais orgânicas e compatíveis com a fauna e flora local e com a dinâmica fluvial dos córregos urbanos. O manejo deve ocorrer periodicamente, sendo de modo sustentável e harmonioso com a natureza principalmente e como consequência, também se torna harmonioso para a população. Quando não se tem estudos prévios para canalização de corpos hídricos, a instalação dessas infraestruturas pode vir a não cumprir com seus objetivos, ocasionando desperdício do dinheiro público (Figura 11).

Figura 11. Comparação de trecho canalizado: antes (A) e depois (B) de intervalos de chuva.



Fotografia: Edson Almeida

A figura 11 mostra o mesmo trecho do córrego Monjolinho em dias diferentes. No dia 4 de outubro de 2023 (Figura 11A) podemos observar que parte do concreto da canalização estava rompida. Após dezesseis dias, no dia 20 de outubro de 2023 (Figura 11B) podemos observar que houve o aumento desse rompimento. Segundo o INMET (2023) a precipitação ocorrida no mês de outubro desse mesmo ano foi de 238,6 mm. Dentro desse período de dezesseis dias foram 176,4 mm precipitados (INMET, 2023), movimentando vagarosamente todo concreto da canalização observado nas fotografias.

Além do manejo correto dessas áreas, outro fator como a especulação imobiliária é um grande inimigo do crescimento urbano ordenado e sustentável:

As cidades são grandes porque há especulação e há vazios, e vice-versa. O modelo rodoviário urbano é fator de crescimento disperso e de espraiamento da cidade. Havendo especulação, há criação mercantil da escassez e acentua-se o problema do acesso à terra e à habitação. Mas o déficit de residências também leva à especulação, e os dois juntos conduzem à periferização da população mais pobre e, de novo, ao aumento do tamanho urbano. (Vizoná, 2018)

Problemas como esse ocorrem por todo território nacional. Áreas urbanas com menor risco hidrogeomorfológico foram sendo reservadas para a elite, restando para as demais classes, as várzeas próximas às microbacias e aos rios do município ou às áreas mais periféricas. Sobre esses potenciais de impacto, Tucci (2021) complementa sobre áreas ribeirinhas:

A população de maior poder aquisitivo tende a habitar os locais seguros ao contrário da população carente que ocupa as áreas de alto risco de inundação, provocando problemas sociais que se repetem por ocasião de cada cheia na região. Quando a frequência das inundações é baixa, a população ganha confiança e despreza o risco, aumentando significativamente o investimento e a densificação nas áreas inundáveis. Nessa situação, a enchente assume características catastrófica. (Tucci, 2012)

Destaca-se também a influência da agroindústria canavieira, que causou grande migração rural, impactando os municípios com alto índice de urbanização (VIZONÁ, 2018).

Após esse período de urbanização crescente, a população torna-se predominantemente urbana. Esse crescimento urbano populacional agravou a situação dos corpos hídricos e muitos municípios aderiram a essas canalizações condizentes com políticas públicas da gestão dos anos de 2009 e 2011, período em que as obras de canalização ocorreram em alguns córregos dentro do perímetro urbano de Ourinhos (JANGARELLI, 2017).

A taxa de crescimento populacional também é importante. No caso do município de Ourinhos, de acordo com o índice de crescimento populacional do IBGE, a população estimada para o ano de 2021, era de 115.139 pessoas (IBGE CIDADES). De acordo com o último censo, realizado em 2022, a população Ourinhense se encontra com 103.970 habitantes (IBGE CIDADES). Em pouco mais de uma década, mesmo não confirmando as estimativas, existe a preocupação de riscos hidrogeomorfológicos devido à consequência da impermeabilização do solo, entre outros fatores ligados diretamente com a ação antrópica. Mesmo que não tenha ocorrido algum aumento populacional significativo, a construção civil ainda continua crescente. Desta forma, a impermeabilização é um dos principais fatores dos problemas urbanos, não só do município de Ourinhos, mas em boa parte das cidades de grande, médio e pequeno porte.

Como impermeabilização, podemos considerar todo território concretado, asfaltado ou apenas cimentado, permitindo o livre fluxo da água, sem nenhuma infiltração, aumentando o

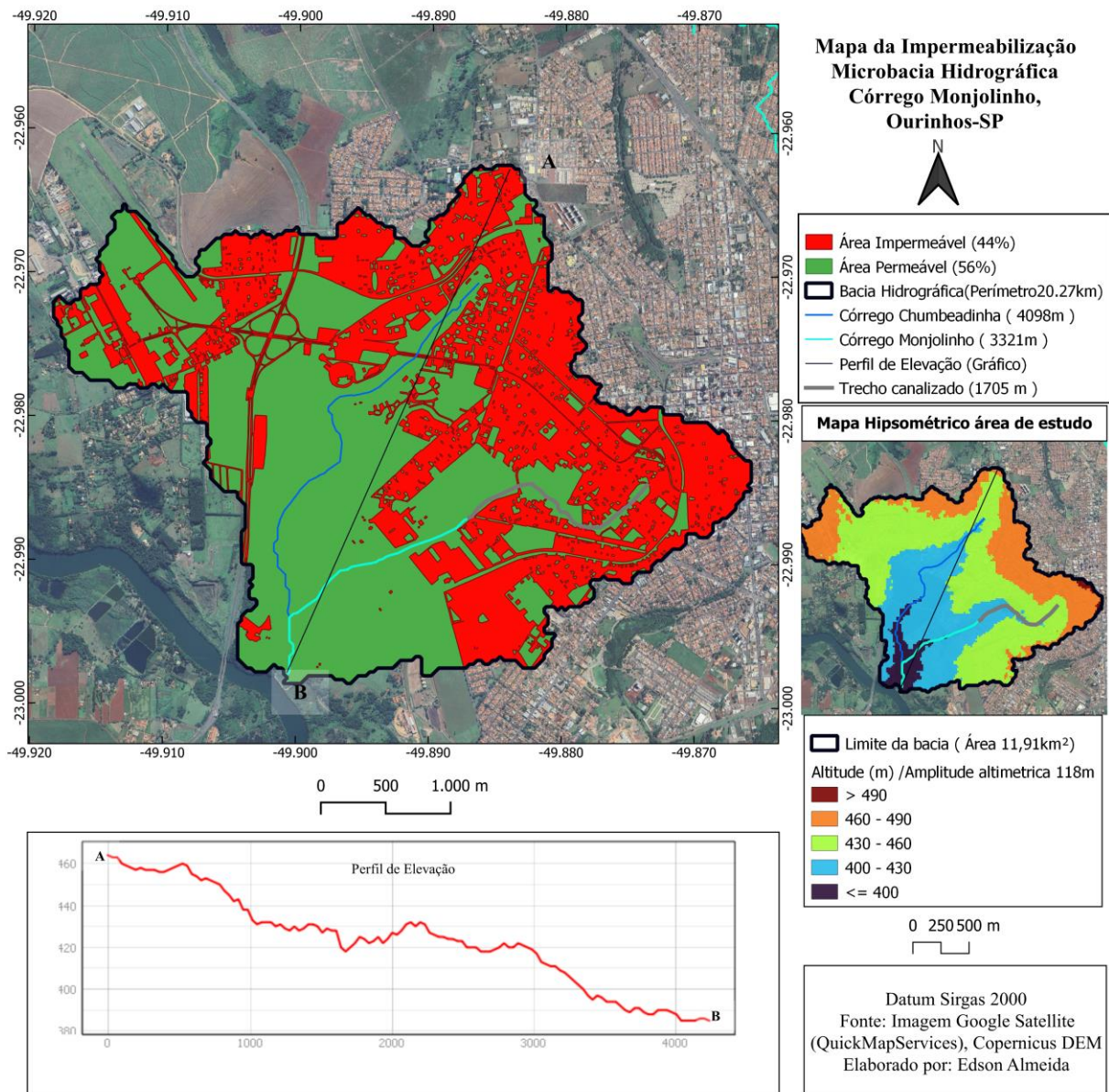
escoamento superficial. Solos sem vegetação e compactado também contribuem para o escoamento superficial da água e erosão hídrica.

No ano de 2014 por exemplo, uma forte chuva torrencial causou em menos de uma hora vários estragos pelo município. Estudos prévios destacam essas áreas fortemente impermeabilizadas como suscetíveis aos riscos hidrológicos como inundações, alagamentos e enxurradas e por movimento de regolito pela solifluxão tropical em médias vertentes (ZACHARIAS, 2015). Esse último citado foi causa de uma tragédia nesse mesmo ano de 2014 ocorrida em Ourinhos na microbacia do córrego Monjolinho, onde esse fenômeno causou a perda de uma vida. Na verdade, não se tratou de movimento de regolito por solifluxão tropical como apontado por ZACHARIAS (2015), mas sim uma corrida (fluxo) de terra, desencadeada provavelmente pela superação do limiar crítico do fator poro-pressão do solo devido ao evento de precipitação atípico (Marcilene dos Santos, *comunicação verbal*), já que a declividade não era tão crítica.

Sendo assim, é fundamental a conservação das áreas permeáveis restantes, podendo ser analisadas por competências municipais e passíveis de recuperação para proteção das áreas de manancial, matas ciliares e áreas de preservação permanente. Este último caso citado ocorre na microbacia do córrego Monjolinho, onde existe um parque ecológico com mata secundária de reflorestamento.

A figura 12 mostra a distribuição espacial das áreas impermeáveis e permeáveis na microbacia do Córrego Monjolinho. Os resultados mostram uma área impermeável abrangendo 44% da área total da bacia e 56% de área permeável. A área impermeável corresponde, em sua grande maioria, à área urbanizada construída. É observável a partir de comparação com a Figura 9, que o crescimento urbano se expandiu no setor das nascentes dos córregos em estudo, avançando no entorno deles em direção a jusante.

Figura 12. Mapa de distribuição espacial de permeabilidade/impermeabilidade superficial da microbacia do Córrego Monjolinho.



Já as áreas permeáveis aqui consideradas configuram as áreas como canteiros, praças, campos, solo exposto e grande parte das áreas verdes em geral. Observa-se que o aumento progressivo de impermeabilização da bacia pelo avanço do processo de urbanização dado pela ampliação de loteamentos e novas construções ao longo do tempo tende a aumentar o escoamento superficial e a velocidade da água pluvial nas áreas de nascente no alto curso de ambos os córregos e parte do médio curso no setor leste da bacia. Essa configuração pode acarretar aumento da frequência e da intensidade de picos de vazão no médio e baixo curso durante eventos de precipitação elevada e intensa, o que poderia explicar o rompimento da

barragem do ‘Lago da Unimed’ no ano de 2013. Além disso, o incremento do volume de água de escoamento superficial a montante pode desencadear movimentos de massa a jusante por aumento do fator poro-pressão no solo ao atingir as áreas com maior permeabilidade no médio/baixo curso. Também é de se esperar que no caso de aumento da urbanização e consequente aumento da impermeabilização, ocorra diminuição do tempo de recorrência dos picos de vazão e maior frequência de inundações na bacia. Com o aumento da frequência de eventos climáticos extremos pelos efeitos da mudança climática em curso e que atinge diretamente a região sudeste do Brasil, a bacia poderá no futuro apresentar maior frequência de riscos hidrogeomorfológicos, caso não haja planejamento e gestão adequados.

A infraestrutura de residências, comércios, pavimentações, prédios, calçadas, entre outros elementos, pode ser planejada ou adaptada para aumentar a permeabilidade do solo e deixar o município mais verde, garantindo um ambiente agradável a toda população. O princípio de “cidade esponja” pode ser um exemplo para início de uma infraestrutura em consonância com a natureza que ainda existe no local para deixar o município mais verde. O conceito de cidade-esponja é definido por Kongjian Yu (2001) e outros autores chineses onde trazem diversas opções de estratégias paisagísticas para a construção de infraestruturas ecológicas municipais, como por exemplo, manter a continuidade do padrão paisagístico que ainda existe, proteger e aumentar a diversidade dos habitats naturais e garantir a proteção e restauração dos sistemas de áreas úmidas (YU et al., 2001).

Com esses parâmetros definidos como a área, perímetro, comprimento de drenagem, amplitude altimétrica e coeficiente de compacidade, podemos designar áreas de risco e analisar potenciais áreas para minimizar a degradação ambiental local e evitar novas ocorrências como rompimentos de barragem ou situações de risco de vida para a população local. A ocorrência da impermeabilização do solo pode ser contida com o manejo da bacia visando a sustentabilidade ambiental, implantando corredores ecológicos a partir das nascentes e vazios urbanos. Lembrando que todo espaço urbano vazio deve cumprir sua função social de acordo com o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001). Grandes áreas vazias devem cumprir seu papel social (devem estar ocupadas por empreendimentos sustentáveis ou atividades socioeconômicas visando o bem-estar da população local), desde áreas públicas a privadas. E quando não o fizerem, ao mínimo plantar árvores de espécies nativas da região nesses locais.

As características de impermeabilização da bacia do Monjolinho demonstram uma situação singular em que embora esteja na área urbana, ainda possui metade de sua área

permeável. Em função dessa peculiaridade, tal bacia mostra-se muito interessante para estudos futuros de simulação de cenários de ocupação e adaptação para maior permeabilidade do solo e de introdução de mecanismos e estruturas propostas para cidades-esponjas, utilizando-se LEMs – Modelos de Evolução de Paisagem (FERNANDES, 2016; FERNANDES et al., 2021). Tais simulações por meio de LEMs podem contribuir substancialmente para o planejamento e gestão urbanos do município e de cidades médias em geral assim como prevenção de riscos e desastres naturais, como o ocorrido em 2014.

7. CONCLUSÕES

A situação dos córregos compreendidos na área de drenagem aqui analisados pode ser definida em um estado de conservação mínimo possível para a realidade urbana atual. Podemos observar que a impermeabilização se expande no decorrer das últimas décadas a partir dos pontos com altitudes mais elevadas da microbacia em estudo. São justamente pontos centrais do município, onde se iniciou a expansão urbana, próximo às linhas férreas. Essa expansão observada ocorre para sul e sudoeste em relação ao município e ainda avança conforme crescimento da impermeabilização.

A análise morfométrica revela nessa pesquisa parâmetros importantes para o correto manejo das microbacias urbanas e lembrando que os raminhos e folhas igual às microbacias urbanas são essenciais para filtrar nosso bem comum “Água”.

8. REFERÊNCIAS

- ALVES, I. T.; PERUSI, M. C.; PIROLI, V. A. B.; FERREIRA, J. J.; PIROLIE, E. L. (2020). **Indicadores químicos e físicos de qualidade da água da nascente do córrego Monjolinho canalizado e olho d'água natural, município de Ourinhos-SP.** *Geografia e Pesquisa*, 14(2).
- BARROS, L. L.; STEINKE, V. A. **Análise morfométrica automatizada para bacia do rio Maranhão.** In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** (SBSR), Anais. Natal, RN: INPE. 2009. p. 4655-4661.
- BARGOS, D. C. **Caracterização de Bacias Hidrográficas.** 2018. Disponível em: < <https://pt.scribd.com/document/667000043/Aula-3-LOB1233>>. Acesso em 27/06/2024.
- BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm. Acesso em: 12 jul. 2024.
- CARFAN, A. C.; BENTO, A. C. **Climatologia da cidade de Ourinhos (SP).** In: FURINI, Luciano Antônio; MOURÃO, Paulo Fernando Cirino (Org.). *Conjuntura Ourinhos 2018.* Ourinhos: Cultura Acadêmica, 2018. Cap. 8. p. 132-145.
- BORGES G. F. et al. **Geomorfologia Fluvial do Brasil associada ao atual contexto socioambiental.** JÚNIOR, O. A. C. et al. Revisões de literatura da Geomorfologia Brasileira. p.177 a 211. Brasília. Universidade de Brasília, 2022.
- CARVALHO, V. S. et al. **Sistema de informações geográficas: guia básico de utilização do software QGIS 3.16.** 1. ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2023.
- COELHO, A. L. N. (1994). **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia.** *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*, 2, 93-148.
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema (CBH-MP).** Disponível em: <http://geobrasilis.com.br/pirh/ugrh/comites/sp/cbhmp/caracterizacao/> . Acesso em: [17/10/2023].
- CHRISTOFOLETTI, A. **A análise de bacias hidrográficas.** Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, p. 102-127, 1980.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos** (Rio de Janeiro, RJ). In: Reunião Técnica de levantamento de solos, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula...Rio de Janeiro, 1979.89p. (EMBRAPASNLCS.Micelânea,1). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/212100/1/SNLCS-Miscelanea-1-1979.pdf>. Acesso em: 15 de maio. 2024.
- FAUSTINO, J. **Planejamento e gestão de manejo de cuencas.** Turrialba: CATIE,1996.
- FERNANDES, N. F. **Modelagem em Geografia Física: Teoria, Potencialidades e Desafios.** Espaço Aberto, 6, n. 1, p. 209-247, 2016.
- FERNANDES, N. F.; PEIFER, D.; VAL, P. **Modelos Numéricos de Evolução do Relevo e Sua Importância Para os Estudos de Evolução da Paisagem.** *Revista Brasileira de Geomorfologia*, p. 1-43, 2021.

HORTON, R. E. **Erosional development of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology**. Bulletin of the Geological Society of America, v. 56, pp. 275-370, March 1945. 40 figs.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Cidades**. Disponível em <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/ourinhos/panorama>>. Acesso em: 20 de junho. 2023.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. 2023. Disponível em <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 18 de maio 2024

JANGARELLI, G. A. **Geoprocessamento aplicado a análise das mudanças de usos da terra na microbacia do córrego Monjolino**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2017.

JORNAL CONTRATEMPO. **Prefeitura pretende gastar 23 milhões para ampliar lago do Royal Park. Jornal Contratempo, Ourinhos, 6 de fevereiro de 2024**. Disponível em <<https://contratempo.info/cidade/prefeitura-pretende-gastar-23-milhoes-para-ampliar-lago-do-royal-park/>>. Acesso em: 05 de junho de 2024.

JUNIOR, E. B.; RODRIGUES, C. S. **Identificação e mapeamento do estado ambiental das áreas de preservação permanente, em especial as matas ciliares, nos córregos da área urbana de Ourinhos/SP**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, p. 7, 2005.

LAURENTI, A. E. M. **Caracterização do uso e ocupação da terra nos anos de 1972 e 2006 sobre as Áreas de Preservação Permanente de Nascentes e corpos d'água na área Urbana do Município de Ourinhos-SP**. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2012.

NARDINI, R. C. et al. **Análise morfométrica e simulação das áreas de preservação permanente de uma microbacia hidrográfica**. Irriga, v. 18, n. 4, p. 687-699, 2013.

ONU. **15ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP15)**. Kunming, China, 2022.

SANTOS, A. M. et al. **Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil**. Revista Ambiente & Água, v. 7, p. 195-211, 2012.

SINERGISE. **Copernicus Global Digital Elevation Model**. Distributed by OpenTopography. <https://doi.org/10.5069/G9028PQB>. 2021. Acessado em 12- 02-2024.

STRAHLER, A. N. **Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology**. Transactions, American Geophysical Union, Vol. 38, No. 6, pp. 913 - 920, 1957.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG**. 2005. 69p. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF; CEPAL. IPEA, 2012.

TUCCI C. E. M.; CLARKE R. T. **Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: Revisão**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. p.135-152, v.2 nº1. Jan/jun, 1997.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. Oficina de textos, 2016.

VIZONÁ, J. V. F. **Urbanização, arborização e conforto térmico no município de Ourinhos/SP**. 2018. 63 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Campus Experimental de Ourinhos, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/203255>>

YU, K; LI, D.; CHAO, L. Dez estratégias paisagísticas para a construção de infraestruturas ecológicas urbanas. 2011. *Planner, China*, n.06, p. 9-13+17, fev. 2010. Disponível em: <<https://www.turenscape.com/paper/detail/51.html>>.