ANPEGE

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia

REVISTA DA ANPEGE

ISSN 1679-768X

VOLUME 19

N. 40 (2023)

30 ANOS ANPEGE

DOI: 10.5418/RA2023.V19I40.11052

REVISTA DA ANPEGE | v. 19 nº. 40 (2023) | e-issn: 1679-768x

ANÁLISE DO RISCO E VULNERABILIDADE DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO OCORRIDOS NOS DIAS 29 E 30 DE NOVEMBRO DE 2017 EM CAPINÓPOLIS/MG (BRASIL)

Risk and vulnerability analysis of extreme precipitation events in Capinópolis/MG occurred on 29 and 30 november 2017 in Capinópolis/MG (Brazil)

Análisis del riesgo y vulnerabilidad de los eventos extremos de precipitación ocurridos en los días 29 y 30 de noviembre de 2017 en capinópolis/mg (brasil)

LEDA CORREIA PEDRO MIYAZAKI

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

HURBIO RODRIGUES DE OLIVEIRA COSTA

Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências e Tecnologia – Presidente Prudente-SP

Resumo: O objetivo deste texto foi analisar os eventos extremos de precipitação ocorridos nos dias 29 e 30 de novembro de 2017, na cidade de Capinópolis-MG. Para tanto, foram utilizados como procedimentos: revisão bibliográfica sobre risco e vulnerabilidade e eventos extremos de precipitação; investigação nas mídias digitais sobre os impactos socioambientais desses eventos extremos; coleta e sistematização de dados de precipitação do Inmet. Os resultados obtidos demonstraram que o processo de produção do espaço urbano, a forma como o relevo foi ocupado e as políticas de urbanização e reurbanização dos fundos de vales associados às precipitações superiores a 160 mm em duas horas potencializaram a geração de riscos e vulnerabilidades aos eventos extremos de precipitação. Isso resultou em uma série de impactos socioambientais manifestados por meio de processos de enchentes, inundações e alagamentos, que provocaram perdas e danos de bens materiais da população ocupante dos fundos de vale do Córrego Olaria.

Palavras-chave: eventos extremos, precipitação, riscos, vulnerabilidades, ocupação, fundo de vale

Abstract: The objective of this paper was to analyze the extreme precipitation events that occurred on 29 and 30 November 2017 in the city of Capinópolis/MG. For this, as methodological were used: bibliographic review based on the concepts of risk and vulnerability and extreme precipitation events; Investigation in digital media that reported the social and environmental impacts of these extreme events; Collection and systematization of rainfall data from the INMET. The results obtained showed that the production process of urban space, the way that the relief occupation and the urbanization and reurbanization policies of the valley floors associated with rainfall over 160 mm in two hours enhanced the generation of risks and vulnerabilities to the extreme events of precipitation. It has resulted in a series of social and environmental impacts manifested through processes of flooding which have caused losses and damage to the material assets of the population.

Keywords: extreme events, precipitation, risks, vulnerabilities, occupation, valley floor.

Resumen: El objeto era analizar las precipitación ocurridos en los días 29 y 30 de noviembre de 2017, en la ciudad de Capinópolis/MG. Fueram utilizados como procedimientos: revisión bibliográfica basada en los conceptos de riesgo y vulnerabilidad y eventos extremos de precipitación; Investigación en los medios digitales que noticiaron los impactos socio-ambientales de esos acontecimientos extremos en el área urbana, recogida y sistematización de datos de precipitación del INMET. Los resultados demostrado que el proceso de producción del espacio urbano, la forma como el ocupación relieve y las políticas de urbanización y reurbanización de los fondos de valles asociados a las precipitaciones superiores a 160 mm en dos horas potenciaron la generación de riesgos y vulnerabilidades a los eventos extremos de precipitación. Ello resultó en una serie de impactos manifestados por medio de procesos de crecidas, inundaciones y anegamientos, que provocaron pérdidas y daños a los bienes materiales de la población.

Palabras-clave: eventos extremos, precipitación, riesgos, vulnerabilidades, ocupación, fondo de valle

INTRODUÇÃO

Entender a complexidade dos eventos extremos de precipitação, associados à ocupação do relevo e à geração de riscos e vulnerabilidade nas áreas urbanas não é uma tarefa fácil, ainda mais amparada em uma perspectiva geográfico-geomorfológica. Muitos trabalhos acadêmicos têm se debruçado nessa temática, abordando os conceitos de risco e vulnerabilidade nas mais diferentes perspectivas e concepção teórico-metodológicas (envolvendo as visões dos profissionais, tais como geólogos, engenheiros ambientais, biólogos etc.), seja analisando os fenômenos ligados às erosões pluviais, os movimentos de massa, as enchentes, as inundações ou os alagamentos. Tudo no intuito de desvendar aspectos e processos complexos que envolvem a inter-relação entre as dinâmicas da sociedade e da natureza e como isso tem se manifestado no espaço geográfico. No entanto, acredita-se que a análise geográfico-geomorfológica é capaz de desvendar aspectos dessa complexidade contribuindo de forma efetiva para mitigação ou até mesmo para a redução dos riscos e vulnerabilidades decorrentes dos eventos extremos de precipitação.

Tomando-se como base um dos primeiros trabalhos sobre a temática dos riscos e vulnerabilidades pode-se citar a publicação do livro *Risck Society: towards a New Modernity*, de 1992, do alemão Ulrich Beck. A obra discute a ideia de que a sociedade atual pode ser vista como uma sociedade do risco, principalmente pelo fato de como tem sido o modo de vida, uma vez que as relações são cada vez mais predatórias e geram degradação ambiental, o que afeta diretamente a qualidade de vida da sociedade e do ambiente. Portanto, os riscos não corresponderiam simplesmente às diferenças sociais, econômicas ou até mesmo geográficas (no âmbito da apropriação/ocupação e produção do espaço), mas envolveriam também uma lógica (modo de viver, de consumir, de se relacionar, de se produzir o espaço) mais complexa, pois mesmo com os avanços técnicos/científicos empregados para diminuir os danos, perdas ligadas aos riscos e às vulnerabilidades não aconteceriam (Beck, 1992).

A complexidade em se estudar os riscos e as vulnerabilidades aos eventos extremos de precipitação está diretamente relacionada à temática de como o espaço tem sido apropriado, ocupado e produzido. Não basta ao geógrafo identificar áreas de risco e espacializá-las; é preciso compreendê-las, considerar o contexto histórico vivenciado pela sociedade moderna, ponderar as lógicas de produção do espaço urbano, identificar o perfil socioeconômico dos ocupantes das áreas de risco, entender as dinâmicas dos processos naturais e características físicas de determinado local (Pedro Miyazaki, 2018). Enfim, é importante considerar o máximo de “variáveis” possíveis ao se realizar uma análise integrada da paisagem, envolvendo os aspectos fisiográficos e socioeconômicos (culturais, sociais, econômicos e políticos).

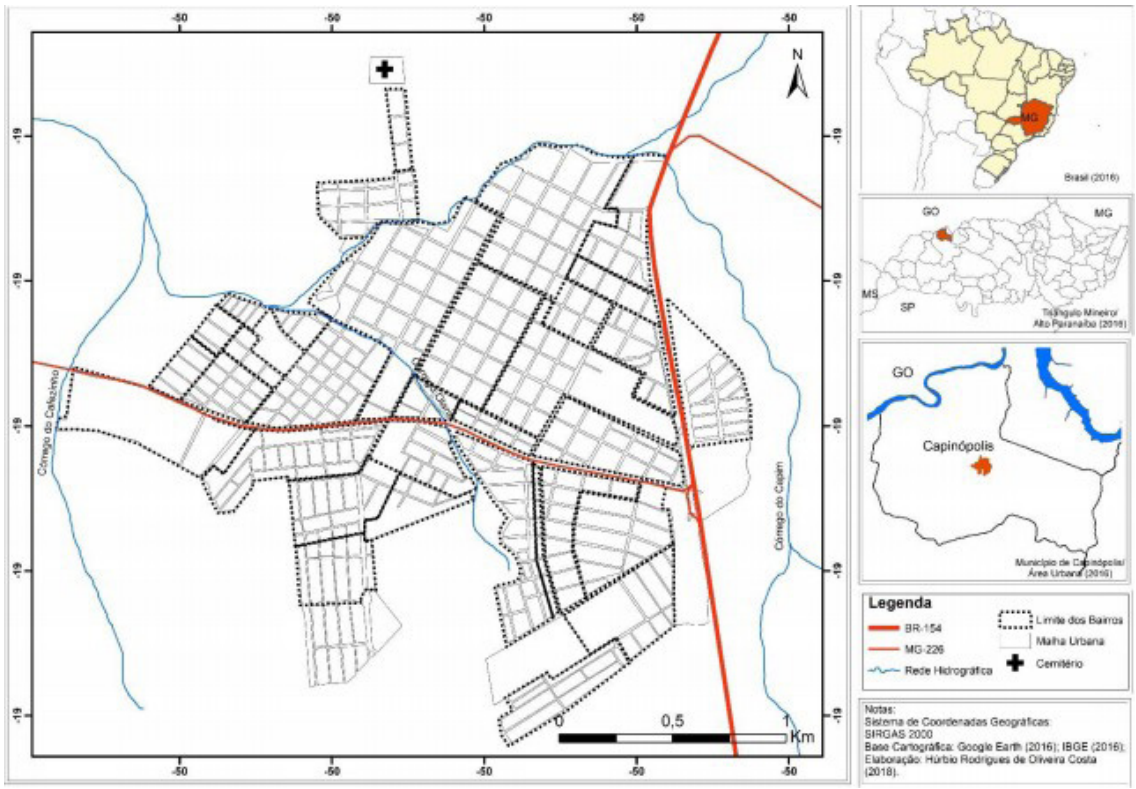
É nessa perspectiva que o presente texto pretende seguir, não sendo objetivo primordial esgotar a temática, mas sim realizar algumas reflexões sobre eventos extremos de precipitação, riscos e vulnerabilidades, tomando-se como referência a análise integrada da paisagem dos fundos de vale do Córrego Olaria, localizado na área urbana do

Município de Capinópolis/MG. Portanto, o artigo tem como propósito entender a inter-relação dos eventos extremos de precipitação ocorridos nos dias 29 e 30 de novembro de 2017, áreas de risco e a vulnerabilidade oriundas desse processo e impactos resultantes da apropriação e ocupação de áreas próximas ao Córrego Olaria em Capinópolis-MG.

ÁREA DE ESTUDO

O município se localiza na mesorregião geográfica do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, mais especificamente na Região Geográfica Imediata de Ituiutaba, faz divisa com os municípios de Ituiutaba-MG e Cachoeira Dourada-MG. Emancipou-se de Ituiutaba-MG no ano de 1953, constituindo-se um município com sede própria, iniciando efetivamente o processo de expansão da área urbana. O município possui 15.290 habitantes, dos quais 14.302 residem na área urbana (IBGE, 2020). A malha urbana de Capinópolis-MG se encontra na porção central do município (Figura 1), incorporando três afluentes do Rio Paranaíba à área urbana, sendo esses os córregos Olaria, Cafezinho e Capim.

Figura 1 – Localização da área urbana de Capinópolis-MG



Fonte: Costa (2019).

Em relação à litologia, é possível identificar no município a presença de poucos afloramentos de arenitos das Formações Marília e Vale do Rio do Peixe – Grupo Bauru, sendo encontrados nas cotas altimétricas mais elevadas, em contraposição às rochas

predominantes; são os basaltos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento, encontrados em todo o domínio da área de estudo.

O relevo do município de Capinópolis-MG, quando considerado a compartimentação geomorfológica, é marcado pela presença predominante de colinas, incluindo a área urbana em si. As colinas convexizadas apresentam morfologias de topos amplos e suavemente ondulados, com vertentes convexas, côncavas e retilíneas. Os fundos de vale possuem duas formas que se destacam, aqueles mais encaixados em V e em berço com a presença de planície de inundação. Outra forma de relevo que se destaca na paisagem do município são os relevos tabuliformes. Estes se encontram no limite de município, junto aos divisores de águas topograficamente mais altos (Costa; Pedro Miyazaki, 2017).

Desde 1953 foram criados 33 bairros, dentre eles a expansão do bairro Barbosa, inaugurada no ano de 2016, influenciando direta e indiretamente nos eventos extremos apontados neste estudo. O aumento da malha urbana contribuiu para a geração de riscos ambientais, deixando alguns grupos sociais em situação de vulnerabilidade no perímetro urbano, pois a ocupação do relevo de forma inadequada (sem considerar as características dos elementos da natureza) rompeu com o equilíbrio dinâmico (exemplificado pela aceleração e intensificação) dos processos naturais e tem gerado áreas de risco e deixado a população vulnerável.

A hidrografia do município possui como principais cursos d'água o Ribeirão do Queixada, Córrego do Capim e Córrego da Ponte Alta. O Córrego do Olaria é um afluente do Córrego do Capim, considerado como um canal fluvial importante para a bacia hidrográfica do córrego do Capim. Grande parte de seu trecho encontra-se retificada, parte tamponada e canalizada, sendo resultado de várias intervenções oriundas do poder público e privado durante o período de expansão territorial urbana. Isso refletiu em situações de risco e vulnerabilidades, sobretudo nos dias de eventos extremos de precipitação, o que provocou perdas e danos para a população ocupante.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A concepção de risco envolve diretamente o sentimento de perdas e danos de parte da sociedade que vive em determinado local, sendo exemplificada pela perda de vidas, ferimentos em pessoas, danos às propriedades, ruptura das atividades econômicas e/ou estragos/desequilíbrios ambientais. Pode-se dizer que "são resultantes da interação de perigos naturais que podem ter sido induzidos ou não pelo homem, da vulnerabilidade e do dano potencial" (Amaral; Gutjarhr, 2011, p. 20). Para alguns pesquisadores, o risco é compreendido como um produto da possibilidade de acontecer um fenômeno natural que possa provocar acidentes, afetando a situação cotidiana de uma sociedade (Souza; Zanella, 2009, p. 12).

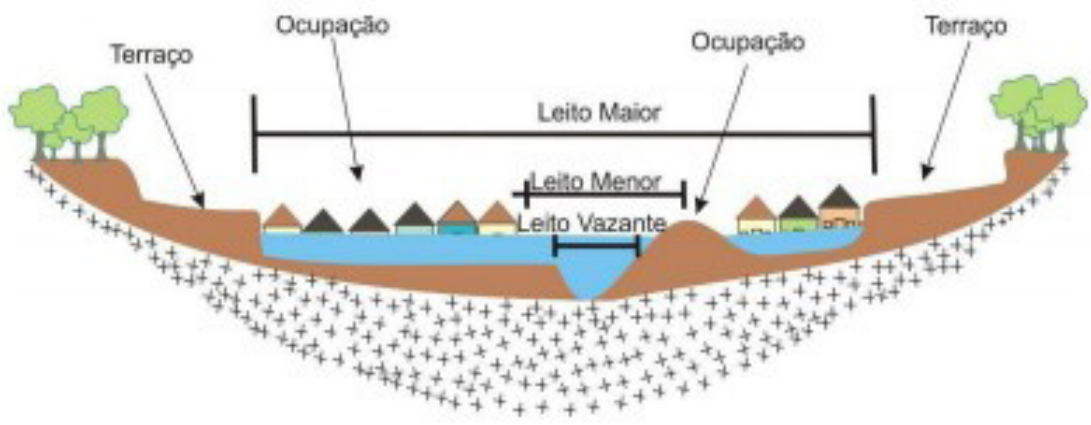
Para Cardona (2001), o risco é qualificado pela presença de duas componentes: a ameaça e a vulnerabilidade. A primeira está pertinente às condições físicas (naturais) da área ocupada, que pode indicar maior ou menor suscetibilidade à ocorrência de fenômenos

capazes de afetar o grupo ocupante deixando-os em situação de perigo, como enchentes, inundações, alagamentos etc. A segunda diz respeito às condições objetivas e subjetivas de existência, historicamente determinadas, que originam ou aumentam a predisposição de um grupo social ser afetado pelos possíveis danos decorrentes de uma ameaça (Campos, 1999). Pautados nessa visão, Marandola Jr. e Hogan (2004, p. 19) explicam que "o risco é uma situação ou uma condição" a que determinado grupo está exposto.

Os riscos ocorrem e frequentemente são agravados ou induzidos pela ação humana e pela própria lógica de produção do espaço urbano. Por exemplo, as enchentes e inundações são consideradas por pesquisadores como fenômenos de caráter físico/natural, enquanto os alagamentos seriam um fenômeno diretamente associado à sociedade, uma vez que estão, na maioria das vezes, associados ao processo de expansão territorial urbana. Isso ocorre, sobretudo, devido à retirada da cobertura vegetal, à terraplanagem, à impermeabilização do solo e à ocupação irregular de fundos de vale nas margens dos rios, o que contribui para a intensificação dos processos naturais de enchentes e inundações. Em muitos casos, esses fatores, conexos a um modelo de sistema de drenagem das águas pluviais ineficiente, podem gerar os alagamentos.

As enchentes são entendidas como a elevação do nível d'água de um canal fluvial, decorrente do aumento da vazão nos momentos de precipitação intensa e constante, ocupando totalmente o leito menor, ou seja, é um fenômeno natural (Figura 2). Quando ocorre o extravasamento para o leito maior, entende-se como inundação, processo cuja dinâmica fluvial ocupa toda área de planície de inundação (Pedro; Nunes, 2012).

Figura 2 – Perfil esquemático de enchentes, inundações, alagamentos em áreas urbanas



Fonte: http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter11.html

As inundações representam o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundações, também conhecida como área de várzea. Este é o fenômeno natural mais comum em todo o mundo (Amaral; Gutjarhr, 2011, p. 38). Já o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte pode ou não estar associado a cursos d'água, cujo acúmulo temporário caracteriza-se como alagamento

(Ministério das Cidades/IPT, 2007; Pedro; Nunes, 2012). Esse fenômeno está diretamente relacionado à forma de ocupação do relevo (não considerando a dinâmica dos processos naturais) e ao sistema de captação das águas pluviais/fluviais da rede de drenagem urbana. Nas áreas urbanas, a enxurrada pode ocorrer em avenidas localizadas em fundos de vale onde córregos se encontram canalizados, pois são em sua origem áreas de várzea que continuam recebendo água do entorno pela sua posição "mais baixa" no relevo (Amaral; Gutjahr, 2011, p. 40).

Conhecer a magnitude e complexidade desses processos nas áreas urbanas é fundamental para se estruturar um planejamento urbano-ambiental, criar e aplicar políticas públicas eficientes e orientar adequadamente a expansão territorial urbana. A ocupação do relevo deve ser realizada considerando uma série de aspectos físicos, sociais, econômicos e políticos, ou seja, os diversos aspectos que contemplem a paisagem urbana (Pedro, 2008).

Segundo Amaral e Ribeiro (2009, p. 45), os condicionantes dos processos de enchentes, inundações e alagamentos podem ser tanto naturais quanto antrópicas. Os naturais correspondem a "formas do relevo, características da rede de drenagem da bacia, intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas, características do solo e o teor de umidade, presença ou ausência da cobertura vegetal". Segundo as autoras, a análise desses condicionantes permite compreender a dinâmica que envolvem os processos de escoamento da água nas bacias hidrográficas (vazão), de acordo com o regime de chuvas conhecido. Os condicionantes antrópicos são "uso e ocupação irregular nas planícies e margens dos cursos d'água, a disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água, alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de cursos d'água, impermeabilização do solo etc.), intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos canais fluviais" (Amaral; Ribeiro, 2009, p. 45).

No entanto, Marandola Jr. e Hogan, (2004) acrescentam que muitos estudos sobre riscos e vulnerabilidades eram ligados à gestão do território, ao custo-benefício e centrados nos aspectos físicos, pois os fenômenos de origem natural implicavam em perdas humanas e danos materiais. No entanto, com o decorrer do avanço do pensamento geográfico, a partir da revolução crítica da Geografia, a perspectiva de compreender a realidade por meio da qualidade dos aspectos sociais e pautada na relação sociedade e natureza começou a ser incorporada em tal temática.

Nesse sentido, os eventos extremos de precipitação relacionados a enchentes, inundações e alagamentos ocorrem espacialmente em determinadas formas, que compõem os compartimentos do relevo (topos, vertentes, fundos de vale); no entanto, as intervenções provocadas pelo ser humano fazem com que a ocorrência sobretudo dos alagamentos aconteçam independentemente do compartimento do relevo, podendo este se manifestar em fundos de vale (onde ocorre a concentração da água oriunda do escoamento superficial), nas áreas de topos planos com suaves ondulações e até mesmo nas vertentes.

As enchentes e inundações são eventos atrelados à dinâmica do canal fluvial, enquanto os alagamentos costumeiramente ocorrem nas áreas mais planas do relevo, onde se concentram momentaneamente as águas oriundas do escoamento superficial, que são mal drenadas. É nas áreas urbanas que esses eventos ocorrem de forma mais acentuada, afetando a população ocupante.

Nesse sentido, é perceptível que o conceito de risco está diretamente relacionado com a probabilidade de acontecerem consequências danosas ou perdas esperadas como resultado de interações entre um perigo ou ameaça natural (*hazards* natural) e as condições de vulnerabilidade local. O perigo seria a fonte geradora da situação de risco, e este, a exposição da sociedade ao fenômeno (UNDP, 2004).

É importante destacar que o risco se associa diretamente ao conceito de vulnerabilidade, ou seja, está relacionado a uma série de aspectos (físicos, sociais, econômicos, culturais, políticos) e condições que foram socialmente construídas (por meio da produção do espaço urbano), deixando a população ocupante dessas áreas susceptível a perdas e danos (materiais, psicológicos etc.), apresentando dificuldades para retomar a rotina cotidiana do local ocupado (Cepredenac, 2003).

É nesse sentido que a vulnerabilidade passa a ser um conceito muito utilizado por várias áreas do conhecimento, sobretudo pela Ciência Geográfica, cuja finalidade está vinculada à análise e ponderação dos níveis de vulnerabilidade ligados aos ambientes naturais (vulnerabilidade ambiental), aos grupos sociais (vulnerabilidade social) ou envolvendo ambas as perspectivas (vulnerabilidade socioambiental) (Pedro Miyazaki; Fushimi, 2017).

A vulnerabilidade socioambiental é entendida como um "processo que envolve tanto a dinâmica social quanto as condições ambientais" (Hogan *et al*., 2001, p. 398). Dessa forma, são consideradas nos estudos da vulnerabilidade socioambiental informações censitárias para a caracterização socioeconômica e demográfica da população, por meio dos setores censitários, em relação às dimensões físicas da vulnerabilidade. Assim, o relevo pode ser utilizado como um indicador importante nas análises sobre os riscos e as vulnerabilidades voltadas a enchentes, inundações e alagamentos, principalmente quando ele é transformado/remodelado pela sociedade no momento em que ocorrem a apropriação e a ocupação.

Hogan *et al*. (2001, p. 409) destacam que os dados sociodemográficos (nível do setor censitário) são importantes para apontar as características das populações residentes em áreas vulneráveis. Dessa maneira, o autor expressa que a vulnerabilidade é também um conceito social "em que as populações mais afetadas são aquelas com menos condições de se protegerem dos riscos, como risco de inundação".

Alves e Torres (2006) também enfocam a importância de se incorporar o conceito de vulnerabilidade socioambiental às dimensões, tanto natural quanto social, de forma conjunta. O conceito de vulnerabilidade socioambiental é o que mais se adéqua às pesquisas geográficas, nas quais são analisados o ambiente ou o espaço geográfico, que

é resultado das interações, das dinâmicas da sociedade e da natureza, cuja implicação é a transformação da paisagem e a produção do espaço urbano.

Dependendo de como a relação entre sociedade e natureza se dá no espaço geográfico, é possível obter ambientes vulneráveis à ocupação, principalmente quando se enfoca a ocupação dos compartimentos geomorfológicos como as vertentes e os fundos de vale. Somente a título de exemplo, podem-se citar os casos cuja sociedade, por meio dos agentes de produção do espaço urbano, acaba incorporando determinados compartimentos do relevo, como as vertentes, e atribui valor a elas. Há casos em que as vertentes recebem um alto valor de compra e venda, o que acentua a segregação socioespacial/a exclusão social. A morfologia do relevo passa a ser associada à qualidade ambiental e segurança e precificada a partir destes critérios estabelecidos pelo mercado imobiliário e demais agentes de produção do espaço urbano (Costa, 2023). Já em outros casos, elas são desvalorizadas e acabam sendo destinadas a um segmento da população com um menor poder aquisitivo, sendo na maioria dos casos identificadas pelos pesquisadores como áreas de risco. As vertentes em ambientes urbanos, com declividades acentuadas e desprovidas de especulação imobiliária, quando apropriadas e ocupadas de forma ilegal ou irregular, por uma população com menor poder aquisitivo, podem gerar ambientes morfodinâmicos instáveis, vulneráveis à ocupação do relevo (Casseti, 1991; Pedro Miyazaki, 2014).

Assim, é possível perceber que a vulnerabilidade à ocupação do relevo em determinados compartimentos geomorfológicos, sobretudo nos fundos de vale, envolve as condições naturais do ambiente (geologia, geomorfologia, hidrográficas, pedológicas, entre outras), bem como a forma de apropriação e ocupação (de acordo com uma lógica estabelecida pelos agentes de produção do espaço urbano) e as condições sociais do grupo ocupante (renda, escolaridade, condições de saneamento básico, entre outras) (Pedro Miyazaki, 2014).

Por isso, nos chama a atenção o conceito utilizado por Hogan *et. al*. (2001), assim como o de Alves e Torres (2006), pois em suas concepções a vulnerabilidade socioambiental deve conter a análise integrada dos aspectos sociais e naturais. Dessa forma, o conceito permite a compreensão dos processos geradores da situação de vulnerabilidade em determinados ambientes quando estes são ocupados, pois por meio dele é possível investigar o histórico de apropriação e ocupação do ambiente, bem como a lógica de produção desse determinado espaço urbano e as condições sociais do grupo, que se encontra em um ambiente vulnerável.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realização da pesquisa foi necessário dividir a investigação em etapas, sendo a primeira o trabalho de gabinete voltado ao levantamento bibliográfico e documental sobre a temática. Foram realizadas consultas em diversas obras, artigos acadêmicos e científicos, teses e dissertações, acessando o conhecimento de autores e suas perspectivas de análises sobre os conceitos empregados na investigação.

A segunda etapa consistiu na pesquisa em mídia digital dos jornais eletrônicos que noticiaram os episódios de eventos extremos de precipitação que ocorreram no município investigado. Assim, foram identificadas notícias relacionadas aos eventos extremos de precipitação registrados na cidade de Capinópolis no período. Por evento extremo foram considerados os dias de precipitação intensa que ocasionaram alagamentos, enchentes e/ou inundações em determinadas áreas, e que impactaram a sociedade de modo negativo, causando perdas e danos materiais e/ou humanos (Souza; Amorim, 2018).

Outra etapa da pesquisa envolveu a análise e seleção dos eventos extremos de precipitação por meio da mídia eletrônica, relacionando-os com dados pluviométricos obtidos no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). As informações disponibilizadas permitiram estudar os eventos isolada e historicamente a partir dos valores médios encontrados para a série histórica de 1997 a 2017 (período escolhido devido à disponibilização de dados no Inmet). A estação convencional utilizada foi a 83514 (18°43'48.00"S, 49°33'36.00"O), instalada na zona rural de Capinópolis a uma altitude de 620 m, mais especificamente no Centro de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro/UFV (Cepet), cerca de 4 km da área onde foram identificados os eventos de enchente, inundação e alagamento. A estação esteve ativa entre os anos de 1969 e 2018, sob o monitoramento dos profissionais do Cepet. Outros dados referentes à precipitação apresentados pelas mídias locais foram coletados a partir dos registros de produtores rurais que coletam essas informações e divulgaram os dados.

Outra etapa importante envolveu a realização do mapeamento geomorfológico, o qual possibilitou identificar os principais compartimentos e relacioná-los ao processo de expansão da malha urbana, bem como aos eventos que resultaram em situações de risco. O mapeamento foi conduzido por meio da coleta de pontos utilizando o *software* Google Earth Pro, contendo informações de latitude e longitude. Posteriormente foram adicionados a cada ponto os dados de altitude. Assim que os pontos estavam equipados dessas três informações essenciais, foram importados para o QGis e transformados em arquivo *raster* com o Modelo Digital de Elevação (MDE). A partir desse arquivo, foi possível extrair curvas de nível e uma camada com relevo sombreado, permitindo a visualização da superfície em 3D (Costa; Pedro Miyazaki, 2022).

Através da combinação do relevo sombreado com as curvas de nível, tornaram-se possíveis a identificação e a delimitação dos compartimentos geomorfológicos, como áreas de topo, planícies e domínio das vertentes, conforme a sequência metodológica utilizada por Pedro Miyazaki (2018). Além disso, foi possível reconhecer a morfologia das vertentes e os tipos de fundo de vale identificados na área urbana.

A partir do MDE criado, realizou-se o mapeamento da declividade do relevo. Essa informação foi crucial para compreender a relação entre infiltração e escoamento, sabendo-se que quanto maior a declividade, em uma área impermeabilizada, maior o escoamento e, consequentemente, a velocidade da água ao atingir os fundos de vale. Para a elaboração do mapeamento clinográfico, optou-se por classes automáticas que variam de 0 a 14%, sendo representadas por uma paleta de cores difusas que vão do verde (áreas mais planas) ao vermelho (maior declividade).

A abordagem utilizada para o mapeamento considerou os dados disponíveis, especialmente devido à resolução espacial de 16 metros. Esta resolução, entretanto, parcialmente limita a qualidade das imagens, dadas as dimensões reduzidas da área de estudo. A princípio, os resultados relacionados ao direcionamento do fluxo, gerados automaticamente por meio de *software*, não foram satisfatórios. No entanto, a direção do fluxo foi incorporada manualmente no croqui geomorfológico com base na morfologia das vertentes.

O mapeamento, ou elaboração do croqui geomorfológico, tornou-se possível somente após a realização dos trabalhos de campo, que visavam identificar a morfologia do relevo e compará-la com as informações obtidas a partir do relevo sombreado e curvas de nível. Essas atividades de campo também possibilitaram a identificação de transformações em morfologias como fundos de vale, que foram canalizados durante o processo de apropriação e ocupação do relevo.

Por fim, é relevante destacar que os trabalhos de campo desempenharam um papel importante na identificação de locais de riscos de enchentes, inundações e alagamentos, além de validar as informações obtidas por meio de diversas fontes.

Acredita-se que os procedimentos adotados nessa pesquisa foram fundamentais na compreensão da abordagem geográfica. Ao estudar a temática dos eventos extremos de precipitação a partir dos riscos e da vulnerabilidade de determinados locais/grupos sociais, reflete-se o modo como o espaço urbano tem sido produzido em Capinópolis. Essa forma de produzir o espaço tem alterado a morfologia da paisagem e o equilíbrio dinâmico dos processos naturais (infiltração, escoamento superficial etc.), principalmente dos canais fluviais.

Ocupação do relevo na área urbana de Capinópolis

A forma como o relevo foi e ainda vem sendo apropriado e ocupado pelos agentes de produção do espaço urbano tem gerado uma série de problemas ambientais, repercutindo na geração de áreas de risco e deixando determinados grupos sociais vulneráveis aos eventos extremos de precipitação.

Na área urbana de Capinópolis é perceptível a ocorrência de problemas ambientais ligados diretamente à lógica de apropriação e ocupação dos compartimentos geomorfológicos e à expansão territorial urbana, uma vez que não consideram as dinâmicas dos processos naturais, como por exemplo aqueles ligados à drenagem dos canais fluviais em períodos de chuvas intensas e constantes. Esse cenário tem gerado cada vez mais áreas de risco e deixado a população ocupante em situação vulnerável.

Para se entender melhor a questão dos riscos e vulnerabilidades aos eventos extremos de precipitação é importante destacar como o relevo da área urbana foi ocupado e quais as principais transformações ocorridas na paisagem urbana dos fundos de vale.

O município de Capinópolis teve seu primeiro “núcleo urbano” implantado nos fundos de vale e baixas vertentes, onde se encontra a confluência dos córregos do Capim e

do Olaria. Essa ocupação inicial ocorreu a partir dos interesses de Jerônimo Maximiano, em 1927, pois contribuiu para a primeira instalação de infraestrutura urbana na área, sendo exemplificada por meio da pavimentação de ruas, pela iluminação pública etc. (IBGE, 2020). No entanto, é a partir de 1949 que a urbanização adquire mais destaque no cenário urbano da região, e esse primeiro núcleo urbano passa a ser reconhecido como município.

No período de 1949 a 1959 os fundos de vale, baixas e médias vertentes já estavam ocupados pelos três primeiros bairros (Parte Primitiva, Centro e Campos Elíseos), que constituem o núcleo mais antigo da cidade. A formação desses bairros foi impulsionada pelo êxodo rural que aconteceu na época, onde várias famílias que residiam na área rural migraram para a área urbana em busca de melhores condições de vida. "Parte destes bairros ocuparam áreas de fundo de vale e uma parcela do comprimento de rampa da vertente, indicando uma significativa alteração nas áreas de mata ciliar e impermeabilização da superfície do relevo" (Costa, 2019, p. 102).

A configuração, ou seja, a expansão territorial urbana, ocorria de forma espaçada, ou seja, criando vazios urbanos nos eixos de expansão (sendo uma área de especulação imobiliária). Os lotes eram grandes, dessa forma apresentavam quintais com grande área, possibilitando a existência de áreas permeáveis de infiltração das águas pluviais. As vertentes foram sendo esculturadas à medida que o tecido urbano se expandia. O processo de terraplanagem das vertentes envolvia a retirada da cobertura vegetal, corte da vertente para formar taludes e também os aterros, tudo isso para que o lote ficasse com a forma mais plana possível.

Entre 1968 e 1979 a expansão territorial urbana seguiu o sentido sul onde foram implantados os bairros São João, João Alves Moreira, Brasília, Boa Fé e Alvorada, ocupando compartimentos de fundos de vale e as vertentes (baixa, média e alta). Os bairros São João e João Alves Moreira são os que ocuparam as margens do Córrego Olaria, atual área de risco a eventos extremos de precipitação, o que provocou a impermeabilização da área e a redução da mata ciliar do canal fluvial (Costa, 2019).

De 1979 até 1999 ocorreu um aumento significativo, pois vinte bairros foram implantados, ocupando as áreas dos compartimentos geomorfológicos dos fundos de vales, vertentes e topos. "Parte desse crescimento está relacionado com o incentivo por meio de políticas habitacionais, principalmente por meio do governo municipal, visando atender a demanda da população que migrava da zona rural para a cidade em busca de maiores oportunidades" (Costa, 2019, p. 103). Em relação às características dos lotes, esses foram diminuindo o tamanho em relação aos primeiros loteamentos, assim os quintais que antes possuíam grande parte permeável, aos poucos foram substituídos por áreas impermeáveis, impedindo a infiltração das águas pluviais.

É importante ressaltar que dos vinte bairros implantados nesse período, atualmente oito deles (Wagner de Paula, Florêncio I, Ideal, Novo Horizonte, Semíramis II, Setor Industrial, Florêncio II e Alvorada II) possuem casas localizadas nas áreas de riscos ambientais, seja devido à proximidade com os canais fluviais, problemas de drenagem

urbana ou ainda pela forma de ocupação do relevo, sobretudo no que se refere à infraestrutura das residências.

Somente a título de exemplo, os bairros Novo Horizonte, Florêncio I e II e Wagner de Paula foram edificados próximo ao fundo de vale em que se encontra o Córrego Olaria. A forma como foram implantados alterou a dinâmica de infiltração e escoamento das águas pluviais, contribuindo para a geração de áreas de risco ambiental e deixando parte da população vulnerável aos eventos extremos de precipitação.

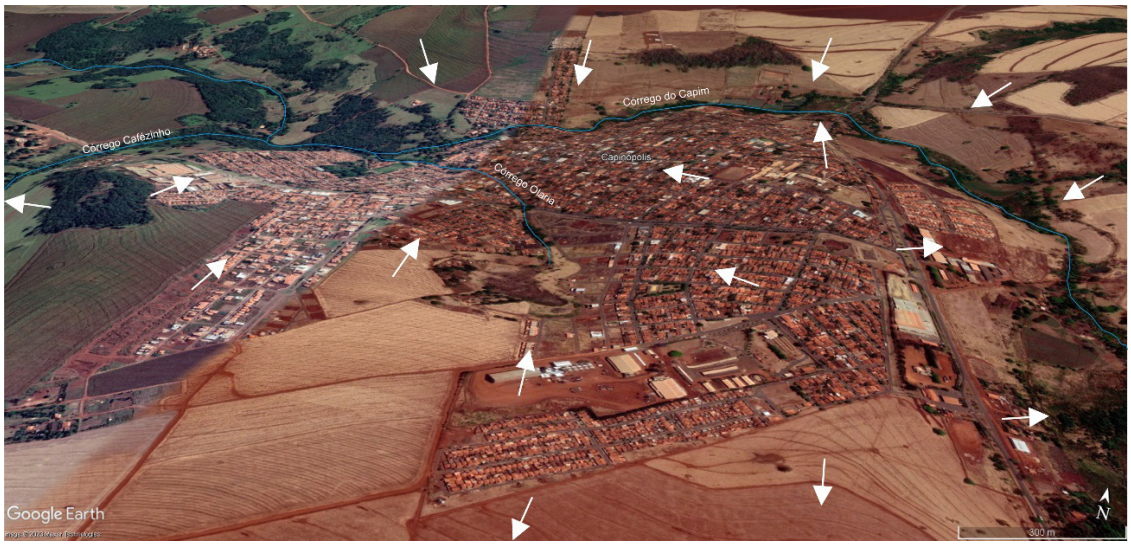
No período que compreende 2009 até 2017, a expansão territorial urbana teve um aumento de mais quatro bairros, sendo esses o Roney de Almeida Garcia, Vale dos Sonhos, Recanto das Acácias III e uma expansão do bairro Barbosa. Estes contribuíram na intensificação da impermeabilização do relevo. “Destacam-se aqui os bairros Roney de Almeida Garcia e Barbosa, um construído numa área de topo e o outro na baixa vertente e parte do fundo de vale, teve-se o aumento significativo da quantidade de água direcionada ao Córrego Olaria, provocando alguns eventos que posteriormente ganharão maior destaque” (Costa, 2019, p. 103).

A expansão territorial urbana de Capinópolis afetou diretamente a morfologia dos canais fluviais e a dinâmica de escoamento e infiltração desse local. Em função disso, a cidade é recortada por diversos cursos d’água de pequena extensão, que tiveram suas características naturais modificadas. Essa transformação viabilizou a expansão territorial, a circulação e o acesso dos moradores para os eixos leste-oeste e norte-sul da área urbana.

É importante destacar que os cursos d’água possuem um papel importantíssimo nas áreas urbanas, pois apresentam uma morfologia capaz de drenar e escoar as águas pluviais. É notório que em Capinópolis as práticas de planejamento e ordenamento territorial urbano não levaram em consideração a importância da rede de drenagem dos canais fluviais e toda a função de drenabilidade.

Observou-se, a partir de imagens do Google Earth Pro (Figura 3), bem como na realização dos trabalhos de campo o direcionamento dos fluxos de escoamento, representados por meio de setas que indicam o sentido do escoamento pluvial. Com base na figura, é perceptível a concentração de fluxos em direção ao Córrego Olaria, área na qual foram identificados os principais problemas relacionados a exposição aos eventos extremos.

Figura 3 – Representação do relevo e direcionamento de fluxos a partir de imagens do Google Earth Pro



Fonte: Google Earth Pro, 2023. Orgnizada pelos autores.

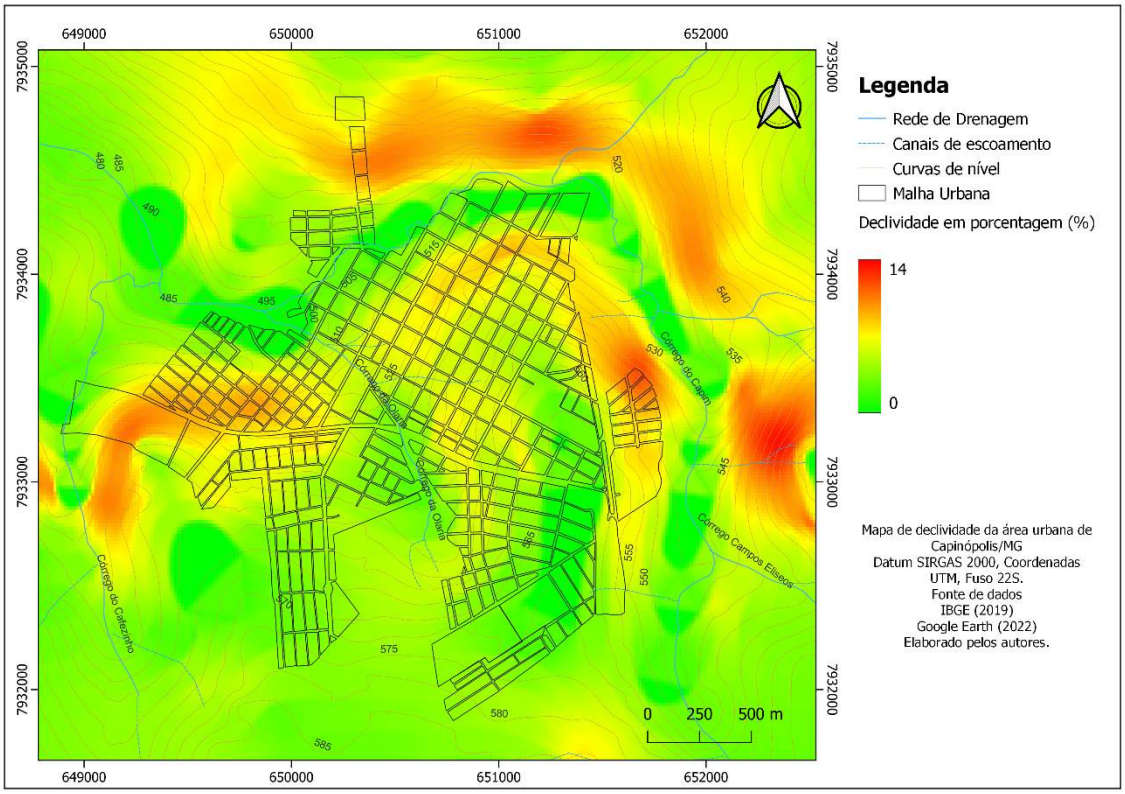
A relação entre as características naturais, especialmente no que tange à rede de drenagem das águas pluviais e ao direcionamento dos fluxos de escoamento da água das chuvas, deveria ser ponto de partida no processo de planejamento do uso e ocupação do relevo. Isso evitaria o surgimento de áreas de risco para enchentes, inundações e alagamentos, o que pode ser exemplificado por meio das políticas de urbanização de canais fluviais adotadas, cuja lógica de urbanização incorporou os canais fluviais ao sítio urbano, privilegiando ações que resultaram no desmatamento, substituição de espécies nativas das matas ciliares por espécies exóticas, retificação do canal fluvial e sua canalização (aberta e fechada) e a edificação de vias nas áreas de leito menor e maior. Essa lógica de apropriação e ocupação do relevo, principalmente dos canais fluviais, culminou em inundações e alagamentos recorrentes nos três córregos (Capim, Olaria e Cafezinho), que se encontram no sítio urbano, em períodos de chuvas intensas e constantes.

Considerando a presença dos canais fluviais, bem como o direcionamento dos fluxos de escoamento, é interessante compreender a relação entre declividade e dinâmicas de infiltração e escoamento. Para a área urbana de Capinópolis (Figura 4), nota-se uma variação que vai de 0 a 14% de declividade. Ao observar o processo de apropriação e ocupação do relevo, sobretudo a impermeabilização da superfície do solo, é possível identificar áreas onde ocorrem os alagamentos devido à baixa declividade associada à ineficiência da rede de drenagem das águas pluviais. Também se nota, nas vertentes próximas ao Córrego Olaria, uma uniformidade de aproximadamente 7%. Isso significa que naturalmente a água adquire velocidade em direção ao fundo de vale, o que é potencializado pela forma como ocorreu o processo de ocupação do relevo.

As informações trazidas até o momento revelam as características naturais deste espaço, que foi apropriado e ocupado ao longo de décadas. Este espaço, se considerarmos a ideia de sítio urbano proposto por George (1983), foi produzido e compreende

elementos naturais, como relevo, hidrografia e diferentes tipos de solo, que foram alterados e transformados ao longo do tempo para se adequar aos anseios da sociedade.

Figura 4 – Carta de declividade para a área urbana de Capinópolis-MG



Fonte: IBGE, 2019; Google Earth Pro, 2023. Elaborado pelos autores.

As alterações promovidas, ou mesmo o fato de ignorar os componentes físicos no processo de apropriação e ocupação do relevo, levam ao rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais, potencializando o risco de certos eventos.

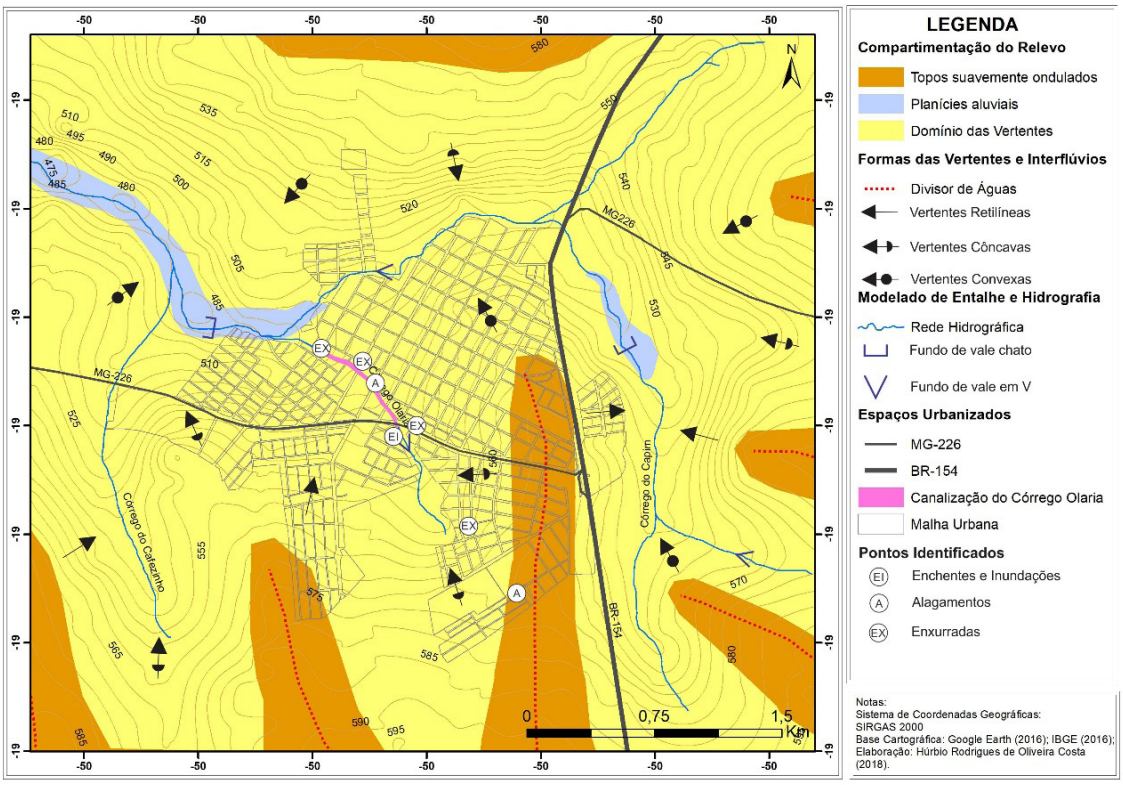
A canalização do Córrego Olaria e o rompimento do equilíbrio dinâmico dos processos naturais

No contexto dos riscos ambientais e das vulnerabilidades relacionadas aos eventos extremos de precipitação, escolheu-se abordar o caso do Córrego Olaria. Atualmente, esse caso tem recebido bastante destaque na mídia eletrônica, principalmente por ser uma área frequentemente afetada por enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas.

A apropriação e a ocupação do relevo nas proximidades do Córrego Olaria resultaram na ruptura do equilíbrio dinâmico dos processos naturais. A área foi quase totalmente impermeabilizada, com a supressão da Área de Preservação Permanente (APP) e a incorporação de infraestruturas como ruas, calçadas e residências, o que aumentou a área impermeável. Isso impactou diretamente na infiltração das águas pluviais e no escoamento superficial, tornando-se volumoso e concentrado, sobretudo nos períodos mais chuvosos do ano.

Como resultado de tais alterações, têm-se observado fortes enxurradas, o aumento do volume de águas pluviais em determinados locais, os alagamentos momentâneos oriundos da deficiência do sistema de drenagem urbano, etc. Dentre os resultados dessa relação complexa relação entre a dinâmica da natureza e da sociedade, é importante destacar os pontos (locais) de riscos ambientais de eventos extremos de precipitação, expressos por meio das enchentes, inundações, alagamentos na cidade de Capinópolis/MG. Esses são reflexo do modo de apropriação e ocupação do relevo e da lógica dos agentes de produção do espaço urbano, ao transformar as dinâmicas dos canais fluviais (Figura 5).

Figura 5 – Espacialização dos pontos de riscos ambientais na área urbana de Capinópolis-MG



Fonte: Costa (2019).

Na Figura 4, é possível verificar que no fundo de vale, onde se encontra o Córrego Olaria, foram mapeados os principais pontos relacionados à ocorrência de enchentes e inundações, alagamentos e enxurradas. Tal dinâmica é explicada pelos processos naturais, como o direcionamento dos fluxos para o fundo de vale, representados pelas setas que indicam a direção e também a morfologia da vertente, e potencializados pelos processos antrópicos, como a ocupação do relevo que rompe com o equilíbrio dinâmico dos processos naturais. Nota-se que a ineficiência do sistema de drenagem das águas pluviais, que deveria ser capaz de receber a água das chuvas e escoá-la sem grandes impactos, é um dos principais fatores que causam as enxurradas e os alagamentos. Somado a isso, tem-se a impermeabilização da superfície, impedindo que a água infiltre, direcionando-a para os fundos de vale onde o córrego recebe uma quantidade maior de água do que é capaz de dar vazão.

Esse córrego sofreu intenso processo de transformação, cuja morfologia e cujos processos fluviais foram fortemente alterados. Mas antes de aprofundar a análise dos riscos e vulnerabilidades aos eventos extremos de origem pluviais (enchentes, inundações e alagamentos), é importante destacar que a maneira como ocorreu o processo de apropriação e ocupação desse fundo de vale, sobretudo a ação dos agentes de produção do espaço urbano, desempenhou importante papel no surgimento e na intensificação dos riscos e vulnerabilidades.

A década de 1980 foi marcada pela canalização do Córrego Olaria, com a realização de intervenções que esculturaram o relevo desse fundo de vale. O córrego passou por um processo de "urbanização" cuja lógica adotada envolveu uma série de intervenções, resultando na remoção da cobertura vegetal (mata ciliar), retificação, impermeabilização e canalização do canal fluvial. Todas essas intervenções provocaram um desequilíbrio no ambiente, o que resultou em problemas ambientais urbanos para uma parcela da população de Capinópolis, especialmente durante os períodos de chuvas.

De modo geral e historicamente, a gestão pública e grande parte dos moradores de uma cidade acreditam que a urbanização dos fundos de vale representa melhoria tanto na estética quanto no saneamento da área, especialmente no que tange à canalização de córregos, por "esconder" elementos naturais comumente associados a sujeira ou disseminação de doenças. No entanto, a canalização do córrego presente no sítio urbano não deixava claro quais seriam os efeitos e as respostas na dinâmica dos processos naturais. Diante de tamanha alteração da morfologia, principalmente devido à retificação, a canalização do canal fluvial, associada à impermeabilização das vertentes e topos, alterou toda a capacidade de drenagem das águas pluviais nos períodos de chuvas intensas e constantes.

Assim, o córrego, devido a sua imposição natural, teve o canal retificado e canalizado (fechada e aberta) e suas margens impermeabilizadas por meio da ocupação do leito maior. Essas intervenções, diretas e indiretas, impostas às margens e no próprio canal do Córrego Olaria, contribuíram para gerar áreas de riscos ambientais (Foto 1). No caso da Foto 1, identificam-se residências instaladas às margens do córrego, muito próximas à sua canalização; após um colapso da tubulação, rompendo com a canalização, uma das casas foi "engolida" e outras duas tiveram sua estrutura afetada. Isso deixou a população ocupante dos leitos menor e maior em uma situação de vulnerabilidade.

Parte da canalização do córrego foi removida no final de 2014, no mandato da prefeita Dinair Isaac, após uma avaliação técnica que identificou o rompimento da tubulação do córrego que se apresentava fechada. O rompimento foi provocado pelo esgoto que atingiu a tubulação. Com a retirada da tubulação, o canal ficou exposto e em obras, o que contribui para o agravamento da situação de risco e vulnerabilidade no local, uma vez que as chuvas ocorridas após o episódio promoveram o solapamento e a erosão das margens do córrego até atingir as residências que ocupavam os leitos menor e maior do canal.

Foto 1 – Residência que ocupava área de risco

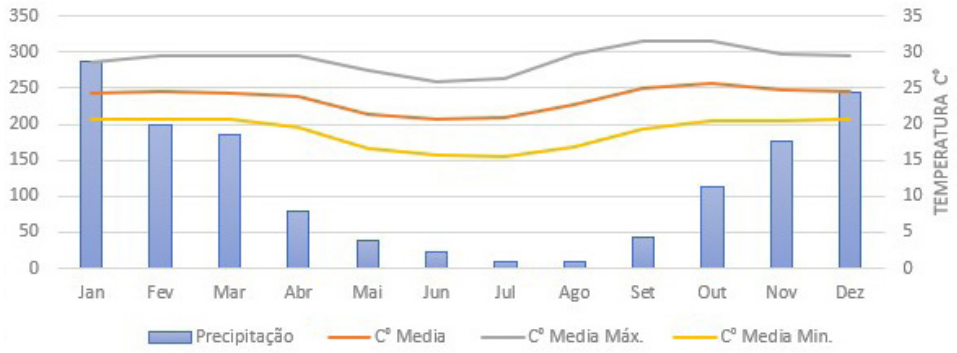


Fonte: *Tudo em Dia*, 2014.

Dados pluviométricos, reportagens como fonte de análise sobre os eventos extremos no Córrego Olaria

Ao abordar eventos extremos, torna-se necessário compreender a origem destes, bem como a caracterização da dinâmica pluviométrica da área de interesse. Uma das maneiras mais eficientes é identificar os padrões a partir das médias anuais relacionadas à precipitação. Diante disso, as informações apresentadas aqui seguem uma progressão do geral para o particular. Inicialmente, identificando-se médias anuais e mensais e, posteriormente, apresentando dados diários que justificam a classificação de eventos extremos. Com base na série histórica dos dados termopluviométricos do Município de Capinópolis-MG de 1997 a 2017 (Gráfico 1), foi possível obter informações e observações que permitiram chegar a algumas interpretações.

Gráfico 1 – Termopluviograma de Capinópolis-MG – Série histórica de 1997 a 2017



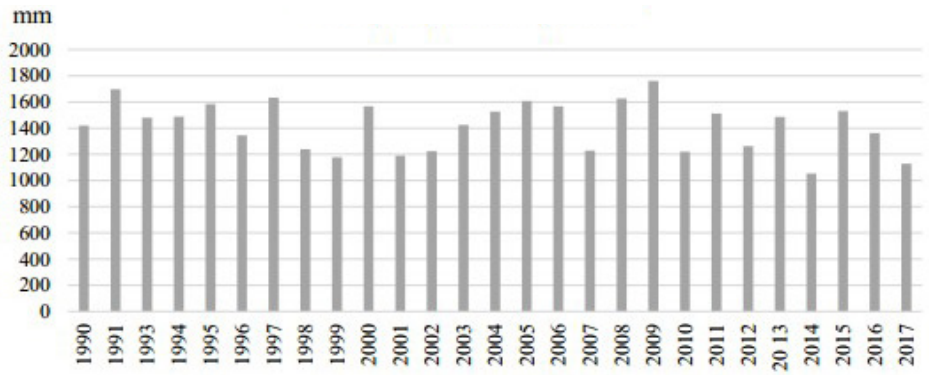
Fonte: Inmet (2019).

Em relação à sazonalidade climática característica de Capinópolis, pode ser resumida a um período quente e chuvoso (outubro a março) e outro mais ameno e seco (abril a setembro). Na série histórica apresentada pode-se verificar que a média de precipitação acumulada anual foi de 1.408 mm. A temperatura média anual identificada foi de 23,6 graus Celsius (ºC), e a média máxima verificada para o período foi de 36,4 ºC (31 outubro 1994), e a média mínima, de – 11,0 ºC (31 julho 1976). Essas características termopluviométricas são importantes para se entender o comportamento dos eventos extremos de precipitação que vêm ocorrendo ao longo do tempo na área de estudo.

No sentido de aprofundar a análise dos eventos extremos, das áreas de risco e das vulnerabilidades encontradas ao longo do Córrego Olaria, é importante nesse momento compreender um pouco a dinâmica da precipitação do município.

Foram considerados na caraterização da dinâmica de precipitação o período que compreende os anos de 1990 até 2017, percebendo alguns aspectos interessantes que levaram a reflexões sobre a quantidade de precipitação e eventos extremos ligados a enchentes, inundações e alagamentos na área de estudo (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Precipitação total por ano referente ao período de 1990-2017



Fonte: Inmet (2017), Costa (2019).

É interessante destacar que no período de 2014 até 2017 os dados referentes às precipitações totais por ano demonstraram que os meses mais chuvosos (Figura 8) ocorreram nos anos de 1991, 1997, 2005, 2008 e 2009, que tiveram um registro dos dados de precipitação que ultrapassaram os 1.600 mm, considerado dentro da média para a região em que o município está inserido. Um segundo grupo de meses mais chuvosos foi nos anos de 1993, 1994, 2000, 2003, 2004, 2005, 2006, 2011, 2013 e 2015, cujos dados de precipitação ultrapassaram os 1.400 mm. No estudo dos riscos e das vulnerabilidades, voltado aos eventos extremos de precipitação, é importante considerar não apenas o comportamento anual de precipitação, mas sobretudo o mensal e o diário, entre outros fatores ligados à ocupação das formas do relevo.

Pensando nisso, foram analisadas as consequências de um evento extremo ocorrido no ano de 2017, que resultou em uma série de perdas e danos para uma parcela da população de Capinópolis, direta ou indiretamente atingida pelo evento. É interessante

destacar que, no Gráfico 2, que representa a precipitação total por ano, o ano de 2017 apresentou o segundo menor volume de precipitação anual do período (1937-2017). No entanto, há registros de eventos extremos que deram origem a enchentes, inundações e alagamentos no Córrego Olaria e adjacências, que expuseram a população a uma situação de risco e vulnerabilidade.

A ocorrência desses eventos, mesmo num ano em que a precipitação de chuvas foi considerada menor (quando comparada com os outros anos), indica que outros fatores atuaram para que existissem as enchentes, as inundações e os alagamentos. Daí a importância dos estudos integrados envolvendo dados pluviométricos, uma análise da ocupação do relevo, da atuação dos agentes de produção do espaço urbano e dos efeitos e resposta do ambiente diante dessa complexa relação (sociedade e natureza).

A impermeabilização do relevo impossibilitou a infiltração e percolação das águas pluviais nos solos, gerando o escoamento superficial volumoso e concentrado, caracterizando as enxurradas. Esse escoamento impacta diretamente a capacidade de drenagem e escoamento do canal fluvial, pois com a impermeabilização do solo refletiu no aumento do volume de água, ao qual o córrego não consegue dar vazão.

A consequência disso foi a aceleração dos processos de enchentes seguidos de inundações nas margens, ou melhor, no leito maior dos córregos. A deficiência do sistema de drenagem urbana permite a formação de alagamentos em determinados pontos da cidade e foram noticiados nas mídias eletrônicas, sendo o Córrego Olaria e adjacências os locais onde a precipitação provocou uma série de perdas e danos à população ocupante. O episódio aconteceu no dia 29 de novembro de 2017 (Foto 2).

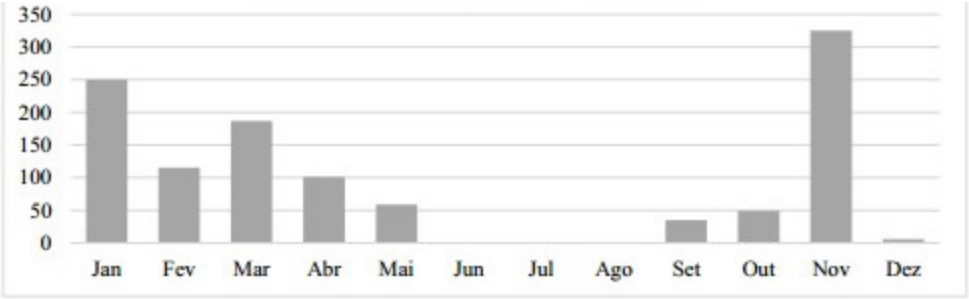
Foto 2 – A primeira imagem é uma captura de tela de um vídeo de enxurrada registrado pela população residente no bairro Wagner de Paula. A segunda imagem demonstra o interior de uma residência que ficou alagada no bairro São João. As imagens foram registradas nos bairros que foram implantados nas vertentes e no fundo de vale do Córrego Olaria (29/11/2017)



Fonte: Jornal eletrônico *Tudo em Dia*, 2017.

Observando os aspectos pluviométricos do ano 2017, foi elaborado um gráfico da precipitação mensal para o município, a fim de obter dados e informações que permitissem compreender melhor a temática da pesquisa. Assim, o gráfico apresentou a distribuição pluviométrica mensal do ano de 2017 (Gráfico 3), com o intuito de relacioná-los com o evento extremo no dia 29 novembro. O gráfico tem o intuito de demonstrar que o mês de novembro apresenta alta precipitação, acima dos 300mm, bem mais do que demais. No entanto, a ideia não é comparar um mês com outro, mas chamar a atenção para o mês em destaque e buscar compreender como se deu a distribuição de chuvas ao longo dos trinta dias, visto que o evento extremo consiste nas discrepâncias e concentrações que ocasionam os impactos.

Gráfico 3 – Precipitação mensal de 2017



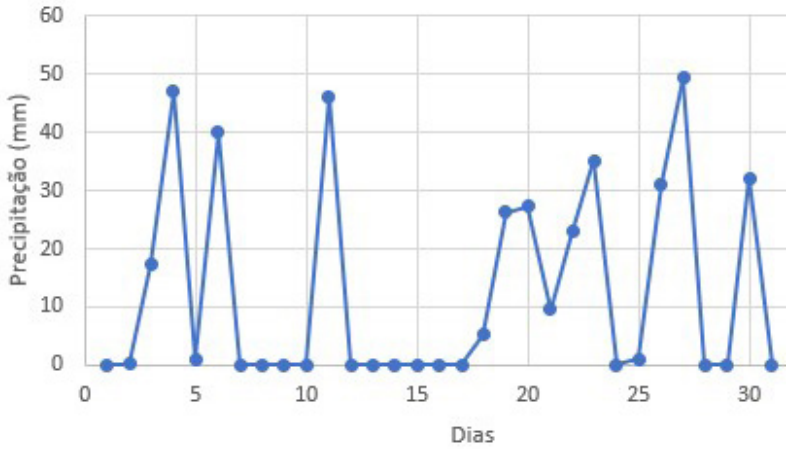
Fonte: Inmet, 2019.

Analisando os dados, o foco torna-se o mês de novembro, por ter sido o mês mais chuvoso. Ao relacioná-lo com os eventos extremos de precipitação que foram divulgados pela mídia eletrônica, foi possível identificar aspectos importantes sobre a dinâmica de precipitação, bem como os efeitos e respostas do ambiente.

No pluviograma (Gráfico 4), elaborado a partir dos dados de precipitação diária do mês de novembro de 2019, foi possível verificar que as maiores precipitações (superiores a 30 mm/dia) registradas pelo Inmet (2019) se deram: dia 4 de novembro com 47 mm, dia 6 com 40 mm, dia 11 com 46,2 mm, no dia 23 com 35,2 mm, dia 26 com 31,1 mm, dia 27, com precipitação de 49,4 mm, e dia 30 com 32,2mm. Somando, tem-se um total de 281 mm.

Quando comparados os dados de precipitação do Inmet (2019) com as reportagens das mídias digitais, que abordavam as perdas e danos decorrentes dos eventos extremos de precipitação, todas citavam as precipitações ocorridas no dia 29 de novembro de 2017. Apenas foram registradas precipitações pela estação meteorológica do Inmet no dia 30 de novembro. No dia 29 não foi realizado nenhum registro. Isso pode ser explicado pelo fato de a estação estar localizada na área rural, onde não ocorreram chuvas intensas e concentradas no local de coleta de dados.

Gráfico 4 – Precipitação diária de novembro de 2017 em mm de Capinópolis-MG



Fonte: Inmet (2017), Costa (2019).

Diante disso, para se entender melhor esses eventos extremos foram utilizados como fonte de pesquisa os dados e informações disponibilizados pelas mídias digitais (Quadro 1). As duas primeiras reportagens relataram a ocorrência de precipitações do dia 29/11/2017, e foram extraídas do jornal *Tudo em Dia*. Na matéria foi possível identificar informações que apontam para uma precipitação de 160 mm, conforme dados obtidos no sindicato dos produtores rurais de Capinópolis. No texto da reportagem é relatado que a concentração desse volume de chuva em poucas horas provocou alagamentos que afetaram ruas, casas e comércios, a inundação do Córrego Olaria atingiu casas instaladas no leito do canal, provocando perdas materiais aos moradores da área. A precipitação durou cerca de duas horas, mas seus impactos perduraram e resultou no alagamento de casas do Bairro Novo Horizonte, localizado às margens do Córrego Olaria. A terceira reportagem, retirada do jornal *Pontal em Foco*, descreveu a precipitação ocorrida no dia 29/11/2017 e apresentou a seguinte manchete: “Forte chuva causou vários alagamentos na cidade de Capinópolis”; abordou também a quantidade de precipitação correspondente aos 160 mm em aproximadamente duas horas. Além dessa informação, apresentou várias fotos do alagamento ocorrido nas proximidades do córrego.

Quadro 1 – Reportagens referentes aos eventos extremos pluviais, enchentes e inundações no dia 29/11/2017

Notícia	Jornal	Trecho destacado sobre o evento
"Capinópolis recebeu 160 mm de chuva em menos de duas horas" (29/11/2017).		"Uma chuva torrencial atingiu Capinópolis na última quarta-feira, 29 de novembro, e alagou ruas, inundou casas, comércios e causou muitos prejuízos."
"Chuva forte causa estragos e muitos prejuízos em Capinópolis" (29/11/2017).		"O caso mais crítico foi no local conhecido como Chácaras Balaieiro, onde a água chegou quase ao teto das residências – um veículo ficou totalmente submerso pelas águas. Moradores improvisaram um barco, utilizando um colchão inflável para fugirem da morte. O local já tinha histórico de alagamento, mas a situação ficou pior após a pavimentação do bairro Barbosa".
"Forte chuva causou vários alagamentos na cidade de Capinópolis" (29/11/2017).		Uma chuva torrencial atingiu Capinópolis na última quarta-feira, 29 de novembro, e alagou ruas, inundou casas, comércios e causou muitos prejuízos. Segundo o Sindicato dos Produtores Rurais de Capinópolis, foram 160 mm de chuvas em Capinópolis. A chuva teve início por volta das 18h20 e durou quase duas horas.
"Prefeitura de Capinópolis estima prejuízo de R$ 1 milhão com chuvas dos últimos meses" (23/02/2018) sobre a chuva de 29/11/2017.		"No dia 29 de novembro de 2017, choveu mais de 200 mm em menos de duas horas e o abastecimento de água na cidade ficou prejudicado. Na ocasião, a Defesa Civil declarou estado de emergência no município."

Fonte: *Tudo em Dia*, 2017.

A quarta reportagem, publicada em 23 de fevereiro de 2018, extraída do *site G1 MGTV*, faz um resgate das chuvas ocorridas no mês de novembro. Em especial, apresenta um *link* para a reportagem produzida pelo MGTV 2ª edição, que foi ao ar no dia 30/11/2017, com a seguinte chamada: "Segundo a Prefeitura, volume de chuva chegou a mais de 200 milímetros na noite da última quarta-feira (29). Abastecimento só deve

ser normalizado nesta sexta-feira (1º).” O volume de chuva concentrado em menos de duas horas, dentre outros impactos, ocasionou a suspensão do abastecimento de água na cidade.

Na mesma reportagem, em 23/02/2018 (na qual se apresenta a seguinte manchete: “Prefeitura de Capinópolis estima prejuízos de R$ 1 milhão com chuvas dos últimos meses”), são trazidas informações que indicam o acúmulo de impactos das chuvas concentradas entre os meses de novembro, dezembro e janeiro. Dentre os impactos é citada recuperação de vias pavimentadas e pontes.

A análise das reportagens sobre o evento extremo de precipitação do dia 29 de novembro de 2017, associado aos dados pluviométricos e trabalhos de campo, permitiu concluir que existe uma relação direta entre os elementos naturais e aqueles inseridos pelos seres humanos. Os fatores climáticos, morfologia do relevo e a maneira como se deu o processo de apropriação e ocupação das formas do relevo na área de estudo (envolvendo decisões e apontamento a partir de um planejamento urbano) resultaram nesses problemas ambientais urbanos. Evidenciados por meio das áreas de risco, com enchentes, inundações e alagamentos presentes na cidade de Capinópolis, esses problemas ambientais urbanos ocorrem sobretudo no Córrego Olaria, nas margens ou no recorte em que se encontra canalizado, visto que a canalização do córrego cria uma área plana que recebe escoamento pluvial; devido à ineficiência do sistema de drenagem, acumula momentaneamente esse volume de água.

A primeira reportagem, por exemplo, assegura que houve a precipitação de aproximadamente 160 mm de chuva dentro de um intervalo de duas horas, dados confirmados pelo Sindicato dos Produtores Rurais. Na reportagem, afirma-se ainda que a chuva teve início por volta das 18 horas e causou, entre outros impactos, a inundação do Córrego Olaria, informações que foram mais bem descritas na segunda reportagem destacada.

A manchete “Chuva forte causa estragos e muitos prejuízos em Capinópolis” destaca o risco ao qual uma parcela da população foi exposta durante chuva intensa, principalmente aos moradores da Chácara dos Balaieiros. A mesma notícia destaca, ainda, a relação entre a impermeabilização das vertentes e o aumento do fluxo de água destinado ao canal fluvial, representado aqui pela pavimentação do bairro Barbosa.

A concentração de chuva nesse curto intervalo de tempo fez com que o Córrego Olaria inundasse, atingindo as casas instaladas no leito maior (Foto 3), localizadas na “Chácara dos Balaieiros”, no bairro Wagner de Paula. A inundação foi tão expressiva que permitiu registrar o nível de água nas residências, que chegou a atingir as janelas das casas que ocupavam as áreas de risco ambiental em eventos extremos de precipitação. A chamada Chácara dos Balaieiros, localizada nas margens do Córrego Olaria, fazendo parte do bairro Wagner de Paula, é numa área de risco de enchentes seguidas de inundação, na qual havia seis casas que foram afetadas pelo evento noticiado e representado na Foto 3, causando perdas e danos aos ocupantes.

Analisando as manchetes e o conteúdo das matérias sobre o evento de precipitação ocorrido no dia 29 de novembro de 2017, observa-se certo padrão de ocupação,

promovido por uma parcela da população com menor poder aquisitivo. A ocupação em área inadequada associada à vulnerabilidade socioambiental nos permite compreender que alguns grupos sociais, que ocupam os fundos de vale do Córrego Olaria, estão sendo mais afetados pelos eventos extremos de precipitação na área de estudo. Esse fato está ligado diretamente às condições socioeconômicas desses ocupantes e principalmente por ocuparem uma área que exibe fragilidade ambiental à ocupação do relevo (fundos de vale às margens do córrego), resultado este oriundo da lógica de produção do espaço urbano, especialmente motivados mais por interesses particulares do que coletivos.

Foto 3 – Inundação do Córrego do Olaria no dia 29/11/2017



Fonte: *Tudo em Dia*, 2017.

Os fundos de vale tendem a receber a água advinda das chuvas. No caso das cidades, esse processo é acelerado a partir do momento em que se impermeabiliza a superfície do relevo, que impossibilita a infiltração da água. A água que antes infiltrava passa a escoar superficialmente, concentrando-se nas chamadas enxurradas, tonando-se um fluxo que ganha velocidade na medida em que a declividade da vertente aumenta, podendo resultar em alagamentos no momento em que não há para onde escoar (Foto 4).

Nota-se que a relação entre diferentes processos, seja a infiltração, seja o escoamento ou a impermeabilização, na área urbana, provoca enxurradas, que, devido à inclinação das vertentes, passam a direcionar uma grande quantidade de água para os fundos de vale, como o que acontece no Córrego Olaria. Isso acaba influenciando diretamente a dinâmica das enchentes, inundações e alagamentos. A expansão da malha urbana e consequentemente a forma como o relevo tem sido apropriado e ocupado têm impermeabilizado cada vez mais a superfície do solo na área urbana, resultando no aumento do escoamento superficial. No entanto, associada a isso, pode-se citar a maneira como se tem implantado o sistema de drenagem das águas pluviais nas áreas urbanas, que na maioria dos casos são insuficientes e não conseguem drenar as águas para evitar as enxurradas, inundações e alagamentos.

Foto 4 – Casa invadida por enxurrada próximo à Avenida 99, perto do fundo de vale do Córrego Olaria (canalizado)



Fonte: *Tudo em Dia*, 20017.

Cabe ressaltar que a expansão da malha urbana não é necessariamente o problema, mas sim a combinação entre as formas de apropriação e ocupação do relevo e a ausência de um planejamento urbano que considere as dinâmicas naturais da área, visando reduzir os impactos do processo de ocupação do relevo. As enxurradas, enchentes, inundações e alagamentos que ocorrem na área urbana de Capinópolis se concentram no fundo de vale, principalmente onde se encontra o Córrego Olaria, e são resultantes da lógica de apropriação e ocupação do relevo e dos próprios agentes de produção do espaço urbano que criam e aplicam políticas públicas de urbanização e reurbanização dos fundos de vale sem considerar a dinâmica dos processos naturais. Toda essa complexa relação tem se manifestado em áreas de risco ambiental ligadas aos eventos extremos de precipitação e deixado a população dessas áreas vulnerável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, foi possível realizar ao longo do texto algumas considerações sobre a inter-relação dos eventos extremos de precipitação, a questão da apropriação e ocupação do relevo e a lógica de produção do espaço urbano voltados aos fundos de vale.

É importante descartar que, apesar dos estudos científicos sobre os riscos e as vulnerabilidades nas áreas urbanas estarem consolidados (visto que inúmeras obras já foram publicadas), ainda se pode dizer que há necessidade de se realizarem pesquisas nessa temática. Isso se justifica principalmente pelo fato da grande complexidade que envolve essa temática, pois são inúmeros os fatores, as variáveis, conceitos norteadores e métodos analíticos que podem ser realizados, principalmente a partir da perspectiva geográfico-geomorfológica.

São inúmeros os enfoques que buscam compreender a relação entre as dinâmicas da sociedade e da natureza a fim de identificar os efeitos e respostas do ambiente frente à ocupação do relevo e à ocorrência dos eventos extremos, sendo todos esses importantes para subsidiar a tomada de decisões, orientar um planejamento urbano-ambiental eficaz, além de guiar as políticas públicas de urbanização e reurbanização dos fundos de vale.

Os riscos e as vulnerabilidades são perceptíveis em diferentes níveis e intensidades, isso devido às características físicas, econômicas e sociais da área e do grupo ocupante. No caso de Capinópolis, isso foi perceptível, uma vez que as políticas públicas empregadas na produção do espaço urbano direcionaram a forma de apropriação e a ocupação dos topos, das vertentes e dos fundos de vale. Essa lógica buscou a adequação do solo (relevo) no setor sul (eixo de expansão territorial) onde tais políticas foram responsáveis por diferentes usos da terra, que acabaram criando várias situações de risco em determinados partes da cidade, além de vulnerabilizar alguns grupos ocupantes.

Na cidade em estudo, para as políticas públicas voltadas à urbanização e reurbanização dos fundos de vale, adotou-se um modelo que desconsiderou totalmente as características naturais do local (relevo, hidrografia, rochas, vegetação, clima), que de certa forma apresentam uma fragilidade natural à ocupação, pois as intervenções ligadas ao processo de terraplanagem, a retificação, canalização, a impermeabilização dos canais fluviais e, por fim, a ocupação dos fundos de vale.

Observa-se, de fato, que o acréscimo de ocorrências relacionadas à dinâmica de ocupação do relevo, a lógica de produção do espaço urbano, a expansão da malha urbana e as dinâmicas dos processos naturais são ignorados durante esse processo. Tal prática tem promovido e acentuado os casos de enxurradas, bem como a ocorrência de alagamentos em pontos que anteriormente não seriam considerados como áreas de risco a alagamento.

É interessante ressaltar que a dinâmica dos processos naturais deve ser incorporada ao planejamento urbano, pois do contrário passam a permitir o surgimento de uma série de impactos ambientais e transtornos que influenciam diretamente a qualidade de vida da população ocupante e do ambiente. Compreender a morfologia, a função dos compartimentos do relevo, os processos naturais de infiltração, percolação, escoamento sub e superficial além de outros aspectos físicos (solo, clima, vegetação, rocha), culturais, econômicos, políticos pode mitigar ou até mesmo evitar o surgimento de novas áreas de risco na cidade de Capinópolis-MG

REFERÊNCIAS

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. *Revista São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 20, nº 1, p. 44-60, jan./mar. 2006.

AMARAL, R.; GUTJAHR, M. R. *Desastres naturais*. São Paulo: IG/SMA, 2011.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. *Inundações e enchentes*. TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMAARAL, R. (org.). *Desastres naturais:* conhecer para prevenir. São Paulo: IG, 2009.

BECK, U. *Risk society:* towards a new modernity. Londres: Sage Publications, 1992.

CAMPOS, A. S. *Educación y prevención de desastres.* Red de Estúdios Sociales en Prevención de Desastres em América Latina, 1999. Disponível em: http://www.desenredando.org/public/libros/index.html Acesso em: 14 mar. 2019.

CAPINÓPOLIS recebeu 160 mm de chuva em menos de duas horas. *Tudo em Dia*. 29 de novembro de 2017. Disponível em: https://www.tudoemdia.com/2017/11/30/capinopolis-recebeu-160mm-de-chuva-em-menos-de-duas-horas/. Acesso em: 13 out. 2019.

CARDONA, O. D. A. La necesidad de repensar de manera holistica los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. *In*: *International Work-Conference On Vulner Bility In Disaster Theory And Pr Ctice. Annals... Wageningen* (Holanda): Wageningen University and Research Centre, 2001. 18 p. Disponível em: http://www.desenredando.org/public/articulos/index.html. Acesso em: 15 out. 2019.

CASSETI, Valter. *Ambiente e apropriação do relevo*. Contexto: São Paulo, 1991.

CEPREDENAC – *Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central*. La Gestión Local Del Riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica. Guatemala, 2003.

CHUVA forte causa estragos e muitos prejuízos em Capinópolis. *Tudo em Dia*, 29 nov. 2017. Disponível em: https://www.tudoemdia.com/2017/11/29/chuva-forte-causa-estragos-e-muitos-prejuizos-em-capinopolis/. Acesso em: 13 out. 2019.

COSTA, H. R. O. *O risco ambiental em uma cidade pequena:* análise da morfodinâmica atual e sua relação com as áreas de risco a enchentes, inundações e alagamentos na cidade de Capinópolis/MG. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia – Área de Concentração: Produção do espaço e as dinâmicas ambientais) – Instituto de Ciências Humanas do Pontal – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba-MG, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30072/3/RiscoAmbientalCidade.pdf.

COSTA, H. R. O.; PEDRO MIYAZAKI, L. C. A relação entre ocupação do relevo e os episódios de alagamentos na cidade de Capinópolis/MG. *In*: PEREZ FILHO, Archimedes; AMORIM, Raul Reis (org.). *Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento*. 1. ed. Campinas: Instituto de Geociências, 2017, v. 1, p. 4150-4161. 2017. Disponível em: https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2568 Acesso em: abr. 2020.

COSTA, H. R. O.; PEDRO MIYAZAKI, L. C. Impactos ambientais oriundos da apropriação e ocupação do relevo em cidades pequenas: o caso de Capinópolis/MG. *Revista de Geografia*, v. 1, p. 86-106, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.34019/2236-837X.2022.v1.36572.

COSTA, H. R. O. Cidade, ambiente e injustiça: o papel do planejamento urbano na qualidade ambiental. *Geografia*, Rio Claro-SP, v. 48, nº 1, p. 1-25, 2023. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/16648.

FORTE chuva causou vários alagamentos na cidade de Capinópolis. *Pontal em Foco*, 30 nov. 2017. Disponível em: http://pontalemfoco.com.br/meio-ambiente/forte-chuva-causou-varios-alagamentos-na-cidade-de-capinopolis. Acesso em: 13 out. 2019.

GEORGE, P. *Geografia urbana*. Tradução pelo Grupo de Estudos Franceses de Interpretação e Tradução. São Paulo: Difel, 1983.

HOGAN, D. J. *et al*. Urbanização e vulnerabilidade socioambiental: o caso de Campinas. *In*: HOGAN, D. J.; CARMO, R. L.; CUNHA, J. M. P.; BAENINGER, R. (org.) *Migração e ambiente nas aglomerações urbanas.* Campinas: Nepo/Unicamp, 2001. p. 395-418.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *IBGE Cidades*. 2020. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/capinopolis/panorama. Acessado em: 18 fev. 2020.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. INMET, 2019. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal. Acesso em: 15 nov. 2019.

MARANDOLA, JR. E.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. *Anais...* II Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade – ANPPAS. Maio de 2004. Disponível em: http://www.anppas.org.br. Acesso em: 10 dez. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT – Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. *Apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo:* análise dos impactos e da vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente e Marília/SP. 2014. Tese (Doutorado em Geografia – Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP, 2014.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba/MG. *Espaço em Revista*, Goiânia, v. 19, nº 2, 2018. DOI: https://doi.org/10.5216/er.v19i2.49966. Disponível em: https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco/article/view/49966. Acesso em: 28 ago. 2023.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; FUSHIMI, M. Concepções do conceito de vulnerabilidade aplicado aos estudos socioambientais. *In*: DIAS, M. B. G.; NUNES, J. O. R. *Trilhando pelos solos:* construções de um percurso. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura, 2017. p. 196-209.

PEDRO MIYAZAKI, L. C.; NUNES, J. O. R. Análise da vulnerabilidade socioambiental à ocupação do relevo na cidade de Presidente Prudente/SP. *Brazilian Geopraphical Journal*, v. 9, p. 51-81, 2018.

PEDRO, L. C. *Ambiente e apropriação dos compartimentos geomorfológicos do Conjunto Habitacional jardim Humberto Salvador e Condomínio Fechado Damha, Presidente Prudente-SP*. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia – Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Planejamento Ambiental) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP, 2008.

PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R. A relação entre processos morfodinâmicos e os desastres naturais: uma leitura das áreas vulneráveis a inundações e alagamentos em Presidente Prudente-SP. *Carderno Prudentino de Geografia*, v. 2, p. 81-96, 2012.

PREFEITURA de Capinópolis estima prejuízo de R$ 1 milhão com chuvas dos últimos meses. *G1 MGTV*, 23 fev. 2018. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/triangulo-mineiro/noticia/prefeitura-de-capinopolis-estima-prejuizo-de-r-1-milhao-com-chuvas-dos-ultimos-meses.ghtml. Acesso em: 13 out. 2019.

SOUZA, L. B.; ZANELLA, M. E. *Percepção de riscos ambientais:* teoria e aplicações. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

SOUZA, M. C. C.; AMORIM, M. C. C. T. Risco e vulnerabilidade socioespacial: o exemplo da bacia hidrográfica do Córrego do Veado em Presidente Prudente (SP). *Boletim Goiano de Geografia*, Maringá, v. 36, nº 1, p. 17-29, 2018.

UNDP. *Reducing disaster risk: a challenge for development, a global report*. UNDP Bureau for Crisis Prevention and Recovery. New York: UNDP, 2004.

SOBRE A AUTORA

LEDA CORREIA PEDRO MIYAZAKI – Doutora em Geografia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus de Presidente Prudente, na qual foi bolsista CAPES e FAPESP. Possui licenciatura (2003), bacharelado (2005) e mestrado (2008) em Geografia pela mesma universidade, onde foi bolsista do CNPq e da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Atualmente é Professora Associada nível I do Curso de Graduação em Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal (PPGEP) do Instituto de Ciências Humanas (ICHPO) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Pontal, Ituiutaba-MG. Coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geomorfologia, Pedologia e Dinâmicas Ambientais (GEPDA). É pesquisadora do Grupo de Pesquisa Interações na superfície terrestre, água e atmosfera (GAIA) da FCT/UNESP. Desenvolve pesquisa e atividades de ensino no Laboratório de Estudos e Pesquisa em Pedologia, Geomorfologia e Geografia Física (PEDOGEO), que encontra-se sob sua coordenação. Tem experiência na área de Geografia Física, atuando principalmente nos temas ligados a geomorfologia urbana, solos, vulnerabilidade de ambientes e ensino de geografia.

E-mail: lecpgeo@gmail.com

HURBIO RODRIGUES DE OLIVEIRA COSTA – Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal (2015), mestrado pela Universidade Federal de Uberlândia, Campus Pontal (2019), e é doutorando em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (atual). Membro desde 2014 do Grupo de Estudos e Pesquisas em Geomorfologia, Pedologia e Dinâmicas Ambientais (GEPDA), e no ano de 2021 passou a integrar o grupo Interações na superfície terrestre, água e atmosfera (GAIA). Tem interesse na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Geomorfologia, vulnerabilidade, áreas de risco, mapeamento geomorfológico e ambiente.

E-mail: hurbio.costa@unesp.br.