



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia



UNIDADE DE PESQUISA DO
MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



CAROLINA GALHARDO

**PLANEJAMENTO URBANO E ÁREAS DE RISCO DE
DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS: um estudo de caso do
município de Pouso Alegre**

2022

CAROLINA GALHARDO

**PLANEJAMENTO URBANO E ÁREAS DE RISCO HIDROMETEREOLÓGICOS: um
estudo de caso no município de Pouso Alegre**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE pelo Programa de Pós-Graduação em DESASTRES NATURAIS.

Área: Desastres Naturais. Linha de pesquisa: Desastres associados a eventos extremos, inundações e movimentos de massa.

Orientadora: Dra. Ana Paula Martins do Amaral Cunha

Coorientadora: Dra. Regina Célia dos Santos Alvalá

São José dos Campos

2022

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2022]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Galhardo, Carolina

PLANEJAMENTO URBANO E ÁREAS DE RISCO HIDROMETEREOLÓGICOS: um estudo de caso no município de Pouso Alegre / Carolina Galhardo. - São José dos Campos : [s.n.], 2022.
45 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Desastres Naturais - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2022.

Orientadora: Ana Paula Martins Do Amaral Cunha

Coorientadora: Regina Célia dos Santos Alvalá

1. Expansão urbana. 2. Inundação. 3. Gestão do risco de desastres. I. Cunha, Ana Paula Martins Do Amaral, orient. II. Alvalá, Regina Célia dos Santos, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - Unesp. V. Universidade Estadual Paulista (Unesp). VI. Título.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Ana Paula Martins do Amaral Cunha (Orientadora)

Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN

Dr. Antônio Carlos Varela Saraiva

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP

Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT

Campus São José dos Campos - SP

Dr. Francisco José Cardoso

Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL

Instituto de Ciência e Tecnologia - ICT

Campus Poços de Caldas - MG

São José dos Campos, 29 de abril de 2022.

À Dona Nina e ao Sr. Hélio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Cláudia e Sérgio, por me ensinarem através de suas condutas o valor do trabalho árduo, da dedicação e do comprometimento, maneiras únicas de se construir uma base e um legado. Agradeço ainda por terem sempre priorizado, desde muito cedo, meus estudos, motivo pelo qual continuo a colher frutos generosos em minha vida profissional e acadêmica.

Às minhas avós Nina e Maria José, por me acolherem incondicionalmente com todo amor e carinho que contêm em seus abraços, olhares, colos, gestos e palavras.

Ao meu companheiro Adriano, por acreditar tanto em mim. Por ter me incentivado e auxiliado, colaborando e sendo tão presente e dedicado nesta trajetória do início ao fim, por ser fortaleza quando minhas forças se esvaíram, por “topar qualquer roubada”, por aceitar ir longe, partilhando desse caminho de mãos dadas.

Aos meus irmãos João Fábio e Fernanda, por serem lar, família, aconchego, leveza, puxão de orelha, choro e muita risada. Por serem sempre um porto seguro. Às minhas irmãs Helena e Lara, e à minha prima Helena, por me inspirarem a dar sempre o meu melhor, a ser exemplo e segurança em suas vidas.

Às minhas tias Josiane, Viviane, Regiane e Elisângela, por sempre me acolher, ouvir e orientar, ensinando e me auxiliando a buscar bons caminhos em minha vida.

Aos amigos Carol, Isabela, Laís, Laiana, Bruno, Marília, Fernandinho, Guilherme, Amon, Gustavo, Juliana, Luiz, Chico, Ida, D. Terezinha, Ana Rita, Sandra, Léa e Sr. Antônio, por estarem sempre na torcida, acompanhando minhas conquistas, hora longe, hora perto, mas sempre com imensa ternura, incentivo e sinceridade.

À minha orientadora Dra. Ana Paula, pela maneira incrível como conduziu todo o processo, pelas incontáveis reuniões realizadas e não somente por todo seu conhecimento e inteligência, mas também pelo cuidado, incentivo e compreensão nos momentos mais difíceis, o que muito me ensinou e tornou possível a finalização deste trabalho.

À minha coorientadora Dra. Regina, por toda sua sabedoria, perspicácia e pontuações tão certas acerca do trabalho. Também por sua sensibilidade e intuição, trazendo palavras nos momentos mais oportunos, que marcaram e modificaram minha conduta como pessoa, pesquisadora, mulher e professora.

Aos membros da banca de qualificação, Dr. Pedro e Dr. Antônio, que colaboraram de maneira imprescindível para o amadurecimento e finalização deste trabalho, com apontamentos muito pertinentes e enriquecedores.

Aos docentes e apoio técnico do Programa de Pós-Graduação em Desastres Naturais, sempre solícitos e comprometidos a oferecer a assistência necessária.

Por fim, agradeço às forças divinas da natureza, que me permitiram nascer neste mundo e me ensinaram a renascer todos os dias dessa minha vida.

“Não é necessário que você veja toda a escada.

Apenas dê o primeiro passo”.

Martin Luther King Junior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 A ocupação urbana e o perigo de inundações e enxurrada	13
2.2 Instrumentos normativos para prevenção do risco de desastres	16
3 ÁREA DE ESTUDO.....	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1 Análise dos eventos extremos de chuva na área de estudo	19
4.2 Áreas de Risco a Enxurradas e Inundações.....	20
4.3 Caracterização socioeconômica da área de estudo.....	21
4.4 Caracterização espaço-temporal da ocorrência de desastres hidrometeorológicos e expansão urbana.....	23
4.5 Instrumentos legais para gestão do risco de desastres.....	24
5. RESULTADOS.....	25
5.1 Análise dos eventos extremos	25
5.2 Caracterização da vulnerabilidade.....	26
5.3 Ocorrência de desastres e expansão urbana	28
5.4 Efetividade dos Instrumentos legais de planejamento no contexto da capacidade adaptativa.....	37
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

GALHARDO, C. Planejamento Urbano e Áreas de Risco de Desastres Hidrometeorológicos: um estudo de caso no município de Pouso Alegre. **São José dos Campos: Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), 2022.**

RESUMO

A expansão das áreas urbanas ao longo dos últimos anos tem se singularizado pelo crescimento desordenado, que traz inúmeras consequências para muitas cidades no mundo todo. Uma dessas consequências é o agravamento da exposição de pessoas ao risco de desastres de diversas naturezas, devido à ocupação sem planejamento integrado, de áreas suscetíveis a inundações, enchentes, alagamentos, entre tantos outros desastres que afetam áreas construídas no meio urbano. O município de Pouso Alegre, que será objeto de estudo deste trabalho, possui histórico de desastres hidrometeorológicos, como enchentes e inundações, que assolam a população e comprometem a qualidade de vida em meio urbano. Assim, o objetivo geral deste estudo é analisar a efetividade dos instrumentos urbanos legais vigentes em relação ao ambiente consolidado, no que se refere às áreas de risco de desastres associados a inundações e enchentes. E, a partir disso, identificar possíveis lacunas nos instrumentos municipais de planejamento urbano que dificultam ou impedem a gestão do risco. Para se alcançar o objetivo geral, inicialmente foi realizada uma avaliação sobre a recorrência de desastres hidrometeorológicos e impactos no município de Pouso Alegre, bem como a análise da vulnerabilidade social da população, e da correlação entre a expansão urbana e o histórico de ocorrências de desastres já registrados. As análises aqui realizadas demonstram o quão abrangente podem ser as circunstâncias que interferem na ocorrência de um desastre, apontando para a criação de estratégias multidisciplinares para o planejamento, ou seja, orientadas por perspectivas de diferentes campos do conhecimento de maneira integrada, a fim de se minimizar os impactos causados na vida da população.

Palavras-chave: Expansão urbana. Inundação. Gestão do risco de desastres.

GALHARDO, C. *Urban Planning and Disaster Risk Areas: a case study in Pouso Alegre municipality.* São José dos Campos: São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology, National Center for Monitoring and Early Warning of Natural Disasters (Cemaden), 2022.

ABSTRACT

The expansion of urban areas over the last few years has been distinguished by their disorderly growth, which has innumerable consequences for many cities around the world. One of these consequences is the aggravation of people exposure to the risk of disasters, due to the occupation without integrated planning of areas susceptible to flooding, flooding, inundation, among many other disasters that affect urban areas. The municipality of Pouso Alegre, which will be the object of study of this work, has a history of hydrometeorological disasters, such as floods, which affect its population in a negative way and compromise the quality of their lives. Thus, the general objective of this study is to analyze the effectiveness of legal instruments in relation to the urban environment, with regard to areas at risk of disasters associated with floods and inundations. From this, it is intended to identify possible gaps in municipal urban planning instruments that make risk management difficult. In order to achieve the general objective, an assessment was initially carried out on the recurrence of hydrometeorological disasters and impacts in the municipality of Pouso Alegre, as well as the analysis of the social vulnerability of the population, and the correlation between urban expansion and history of disaster registered occurrences. The analyzes carried out here demonstrate how comprehensive the circumstances that interfere in the occurrence of a disaster can be, pointing to the creation of multidisciplinary strategies for planning, that is, guided by perspectives from different fields of knowledge in an integrated way, in order to minimize the impacts caused on the lives of the population.

Keywords: Urban expansion. Flash floods. Disaster risk management.

1 INTRODUÇÃO

O Escritório das Nações Unidas para Redução do Risco de Desastres (UNDRR, 2017) apresenta a definição de desastre como uma séria interrupção do funcionamento de uma comunidade ou uma sociedade, em qualquer escala, devido a eventos perigosos que interagem com condições de exposição, vulnerabilidade e capacidade, levando a uma ou mais das seguintes consequências: perdas e impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais.

Acerca deste panorama é relatado por Jha et al. (2012) que a ocorrência de inundações é o mais frequente de todos os desastres naturais, sendo considerada por Doocy (2013) a principal causa de mortes por desastres naturais em todo o mundo. Nos últimos vinte anos, 7.348 eventos de desastres foram registrados em todo o mundo pelo EM-DAT (<https://www.emdat.be/>), um dos principais bancos de dados internacionais desses eventos. Ainda de acordo com o órgão, entre 2000 e 2019, houve 510.837 mortes e 3,9 bilhões de pessoas afetadas por 6.681 desastres relacionados ao clima (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, 2020a) sendo que, as inundações foram consideradas os eventos mais mortais, representando 43,5% das mortes apenas no ano de 2019 (CRED, 2020b).

No contexto do Brasil, de acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013), considerando o período de 1991 a 2012, a maior parte dos municípios afetados por enxurradas e inundações localizam-se na região Sudeste, com um total de 1.625 ocorrências registradas nesse período. Dentre estas ocorrências, 1.050 registros (65%) ocorreram no estado de Minas Gerais, eventos estes principalmente concentrados nas porções sul e leste do estado. Nesse período avaliado, as enxurradas e inundações culminaram em 72% das fatalidades por desastres no Brasil. Segundo Ribeiro et al. (2021), no período de 2000 a 2018 ocorreram 75 eventos de inundações e enxurradas em pequenos municípios do Estado de Minas Gerais (com populações variando de 20.001 a 100.000 habitantes).

Genser (2013, p.7) afirma que a rápida urbanização e degradação do solo, a globalização socioeconômica, o aquecimento global e as mudanças climáticas estão entre as tendências que afetam o mundo em geral e, se não são a causa, acabam sendo os agravantes dos desastres de origem hidrometeorológico tais como enxurradas e inundações. De acordo com o documento Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios (2007), a ausência ou má aplicação de uma política de habitação e de desenvolvimento urbano, levou boa parte da população a ocupar áreas ambientalmente frágeis, especialmente em margens de rios e encostas. Sendo assim, como explica a publicação “Governos Locais e Redução de Riscos de

Desastres” das Nações Unidas, “o risco urbano, o planejamento da cidade e o papel dos governos locais em lidar com a redução de riscos foram reconhecidos como fatores-chave para construir comunidades e nações resilientes” (UN, 2010).

Adotado na 3ª Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres pelas Nações Unidas, o Marco de Sendai (2015) relata evidências de que a exposição de pessoas e ativos em todos os países cresce mais rapidamente do que a redução da vulnerabilidade. No documento ainda é constatado que tal evidência gera novos riscos, além de aumentar constantemente as perdas por desastres, com significativo impacto sobre a economia, a sociedade, a saúde, a cultura e o meio ambiente, a curto, médio e longo prazo, especialmente nos níveis local e comunitário. Portanto, pode-se aferir sobre a importância em se planejar e executar medidas para prevenção ou minimização de desastres em articulação com outros temas e setores, segmentos governamentais ou não governamentais e sociedade (Coutinho et al., 2015).

Considerando o cenário descrito, o presente estudo objetiva realizar uma análise da efetividade dos instrumentos urbanos legais vigentes em relação ao ambiente consolidado, no que se refere à gestão do risco de desastres associados às inundações e enchentes. A partir disso, identificar possíveis lacunas nos instrumentos municipais de planejamento urbano que dificultam ou impedem a gestão do risco. Para isso, um estudo de caso foi realizado para o município de Pouso Alegre, Minas Gerais, que possui conhecido histórico de ocorrência de desastres associados à inundação e enchentes. A escolha do local deve-se ao fato de se constituir em um município monitorado pelo CEMADEN e, sabendo-se da ocorrência de eventos relevantes no passado, é possível o acesso a dados pertinentes ao trabalho. Ademais, o Plano Diretor Municipal, neste momento, encontra-se em fase de revisão.

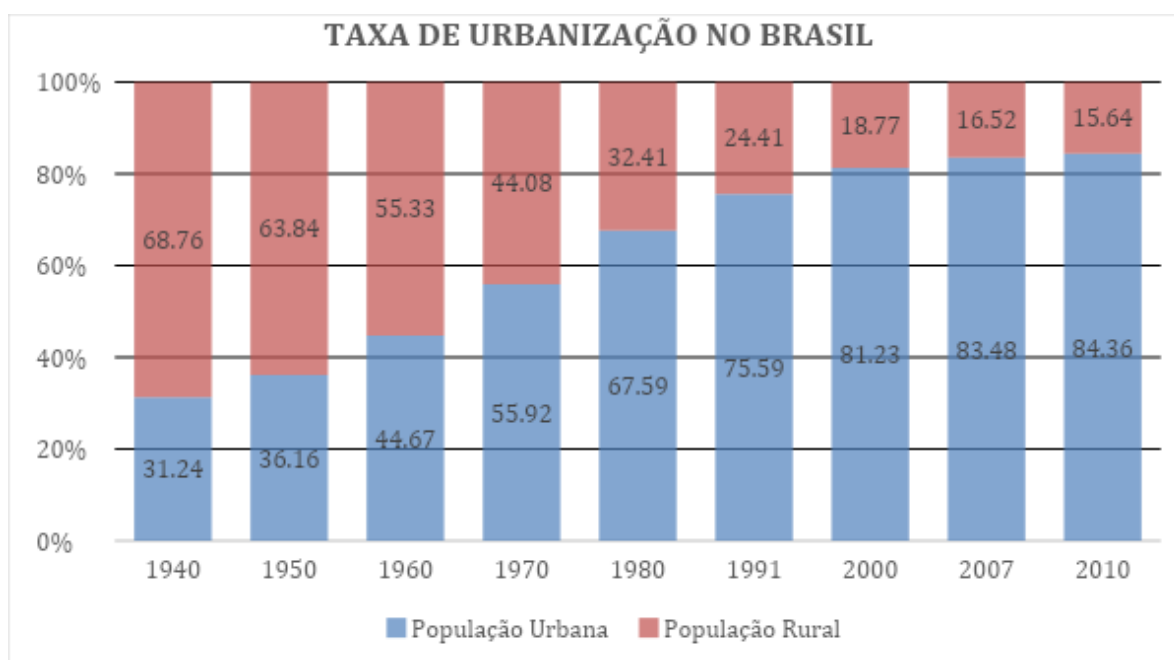
Em pesquisas bibliográficas foram encontrados estudos acerca de inundações no município e levantamentos das áreas atingidas por inundações e enchentes ao longo dos anos de 1997 a 2010. Porém, nota-se uma lacuna no conhecimento no que se refere à abordagem integrada à abordagem entre a expansão urbana, a recorrência dos desastres e políticas de gestão do risco. Assim, primeiramente foi realizada a avaliação de caracterização da recorrência de desastres associados às inundações e enchentes no município de Pouso Alegre, bem como a uma análise entre a expansão urbana do município, o seu histórico de ocorrências de inundações e enchentes. Posteriormente, é apresentada uma análise qualitativa sobre a efetividade dos instrumentos urbanos legais vigentes em relação ao ambiente consolidado, no que se refere à gestão do risco de desastres no município.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A ocupação urbana e o perigo de inundações e enxurrada

O crescimento urbano nos países em desenvolvimento tem sido realizado de forma insustentável com deterioração da qualidade de vida e do meio ambiente (TUCCI, 2005) e o crescimento populacional urbano tem sido maior. É notável que, à medida que o mundo tende a se urbanizar, os desafios do desenvolvimento sustentável, entre os quais a ocorrência dos desastres, permanecerão concentrados nos centros urbanos, principalmente em países de renda média baixa, onde a urbanização tem sido mais acelerada (UN, 2014). Fica claro, portanto, o desafio de se integrar políticas para redução do risco de desastres no meio urbano.

Figura 1 – Taxa de Urbanização no Brasil de 1940 a 2010.



Fonte: IBGE, Censo demográfico 1940-2010. Séries Históricas e Estatísticas.

Sobre a ocupação de áreas ambientalmente frágeis ou ilegais, ou seja, de ocupação não permitida pelos órgãos públicos, Maricato (2003) afirma que “no meio urbano, o investimento público orientado pelos lobbies bem organizados alimenta a relação legislação / mercado imobiliário restrito / exclusão social”.

Rolnik (2000) discorre sobre a ocupação, por parte da população de baixa renda, de localidades periféricas impróprias ao uso como sendo a única possibilidade para essa parcela

dos habitantes, já que são áreas de baixo custo por não possuírem infraestrutura, na grande maioria dos casos. Acerca de enchentes e erosão que vêm a ocorrer em função dessas ocupações, constata que, quando esses eventos acontecem, atingem a cidade como um todo, porém, o impacto maior recai sobre os moradores desses locais.

Muito além do desastre compreendido como um evento pontual, autores têm discutido a construção social do risco e, nesse sentido, Oliver-Smith et al. (2017) afirmam sobre a ocorrência, em todo o mundo, de processos sociais e econômicos que culminam no risco de desastres. Determinam ainda, como fator-chave na ocorrência de um desastre, a existência de abordagens de desenvolvimento que favorecem o crescimento econômico em detrimento de valores e prioridades sociais e ambientais.

Segundo as definições do Escritório das Nações Unidas para Redução de Risco de Desastres (UNDRR) entende-se o risco de desastres como perda potencial de vidas, ferimentos ou bens destruídos ou danificados que podem ocorrer a um sistema, sociedade ou comunidade em um período específico de tempo, determinado probabilisticamente em função do perigo, exposição, vulnerabilidade e capacidade (UNDRR, 2020) ou $\text{Risco de Desastre} = (A \times [V / C]) - M$, onde A é a ameaça, V é a vulnerabilidade, C é a capacidade de proteção individual e M, políticas públicas de mitigação (WISNER, 2012).

Oliver-Smith et al. (2017) consideram ainda que os desastres são processos sistêmicos e atrelam suas causas à história da sociedade, concluindo, conseqüentemente, que o histórico de vida de um desastre se inicia em fatos anteriores ao seu devido acontecimento. Apesar disso, constata que a prática do gerenciamento do risco ainda se encontra focada na reação e na resposta ao desastre, e não na prevenção do risco. Sob este ponto de vista, destacam a importância em se identificar claramente as causas que contribuem para o risco e investigar formas como tais causas podem ser reduzidas e evitadas.

Sob tal perspectiva, pode-se considerar relevante a inserção do tema risco e desastres em propostas de planejamento territorial. Canil (2020) considera tal inserção um grande desafio que requer mudanças profundas de políticas de Estado. “Contudo, considerando que tal mudança seja produto de um longo e contínuo processo, muitas iniciativas podem partir em função das leis já aprovadas.” (CANIL, 2020, p. 400).

Ainda sobre a relevância do tema abordado, acerca da área de estudo, pode-se observar na Figura 2, o Mapa de inundações no Brasil de 1991 a 2012 (CEPED, 2013), que o estado de Minas Gerais apresentou quantidade relevante de ocorrências quando comparado ao restante do país. Segundo o documento, a região onde se concentra os municípios mais

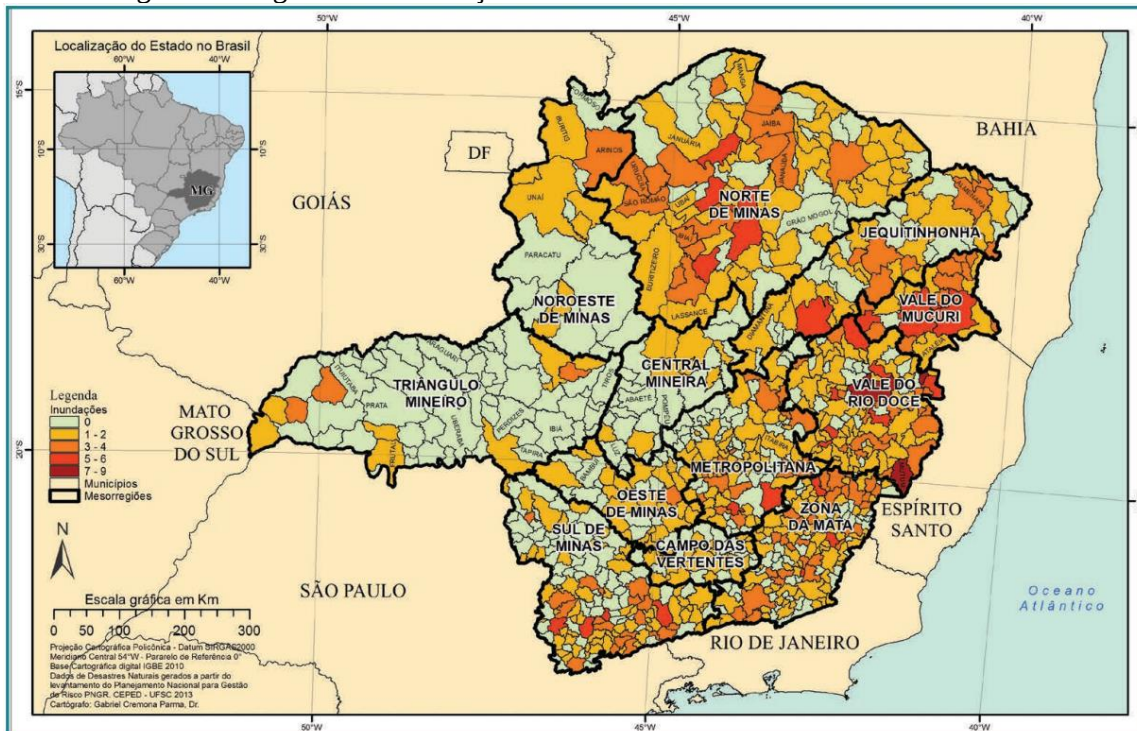
afetados é a Sudeste, com um total de 1.625 ocorrências registradas, dentre as quais 1.052 são registros oficiais de inundações apresentadas pelo estado de Minas Gerais.

Figura 2 – Registros de inundações no Brasil de 1991 a 2012.



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013).

Figura 3 – Registros de inundações no Estado de Minas Gerais de 1991 a 2012.



Fonte: Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED, 2013).

Na Figura 3, o mapa dos Registros de inundações no Estado de Minas Gerais de 1991 a 2012, podemos observar as regiões afetadas, dentre as quais, o Sul/Sudoeste de Minas, que registrou um total de 163 ocorrências, consistindo na terceira região mais afetada do estado naquele período (CEPED, 2013).

2.2 Instrumentos normativos para prevenção do risco de desastres

Relativo à legislação urbana no Brasil, a Constituição Federal de 1988 apresenta instrumentos políticos que abrangem e estabelecem diretrizes acerca do assunto. Em seu art. 30, VII, o documento atribuiu aos municípios competência para: “Promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano” (Brasil, 1988).

Gadens e Bel (2018) explicam a importância junto à Constituição Federal de 1988 ao estabelecer, por meio dos artigos 182 e 183 (que traçam diretrizes gerais da política urbana no Brasil e dá outras providências) considerando-se o marco da política urbana no Brasil. Em julho de 2001, a Lei Federal nº 10.257, conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal do Brasil, e estabelece o Plano Diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

O Estatuto, para todos os efeitos de Lei, estabelece em seu Art. 1º “normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental”, consolidando, assim, a política urbana do país. Através dele, o Plano Diretor tornou-se obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes constituindo-se no instrumento básico da política urbana brasileira junto ao desenvolvimento e expansão das cidades, definição de parâmetros de uso e ocupação do território, assim como seu ordenamento.

Ainda na Constituição Federal de 1988, está determinado ser competência da União planejar e promover a defesa permanente contra calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações (BRASIL, inciso art. 21, XVIII). Somente em abril de 2012, a Lei nº 12.608 vem regulamentar esse artigo, instituindo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. A fim de criar diretrizes para a gestão de riscos de desastres no Brasil, a lei dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC, autorizando a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres e dá outras providências acerca do assunto.

O Art. 2º da Lei 12.608 confere aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios o dever de adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre e um dos objetivos da lei, contido no Art. 5º, inciso XI, consiste em combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas.

Além dos instrumentos de regulamentação urbana citados, existem também ferramentas que estão diretamente relacionadas a questões construtivas das edificações, como o Código de Obras e a Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais (NBR 15.575-1 de 2013). O Código de Obras é um instrumento municipal que, apesar de não possuir obrigatoriedade legal, deve ser elaborado em consonância como Estatuto da Cidade e o Plano Diretor, a fim “definir os procedimentos para aprovação de projetos e licenciamento para execução de obras, bem como as diretrizes para a fiscalização” (BAHIA, 2012, p. 26). Dessa forma, o documento aborda delimitações quanto à “estrutura, função, forma, segurança e salubridade das construções, especialmente das edificações, tanto das zonas urbanas quanto rurais do município” (BAHIA, 2012, p. 26).

Já a Norma de Desempenho trata sobre os “requisitos dos usuários para o edifício habitacional e seus sistemas, quanto ao seu comportamento em uso e não na prescrição de como os sistemas são construídos” (BRASIL, 2013, p.11). Em suma, o documento traz definições de requisitos, critérios e métodos de avaliação que permitem a mensuração do desempenho de edificações habitacionais.

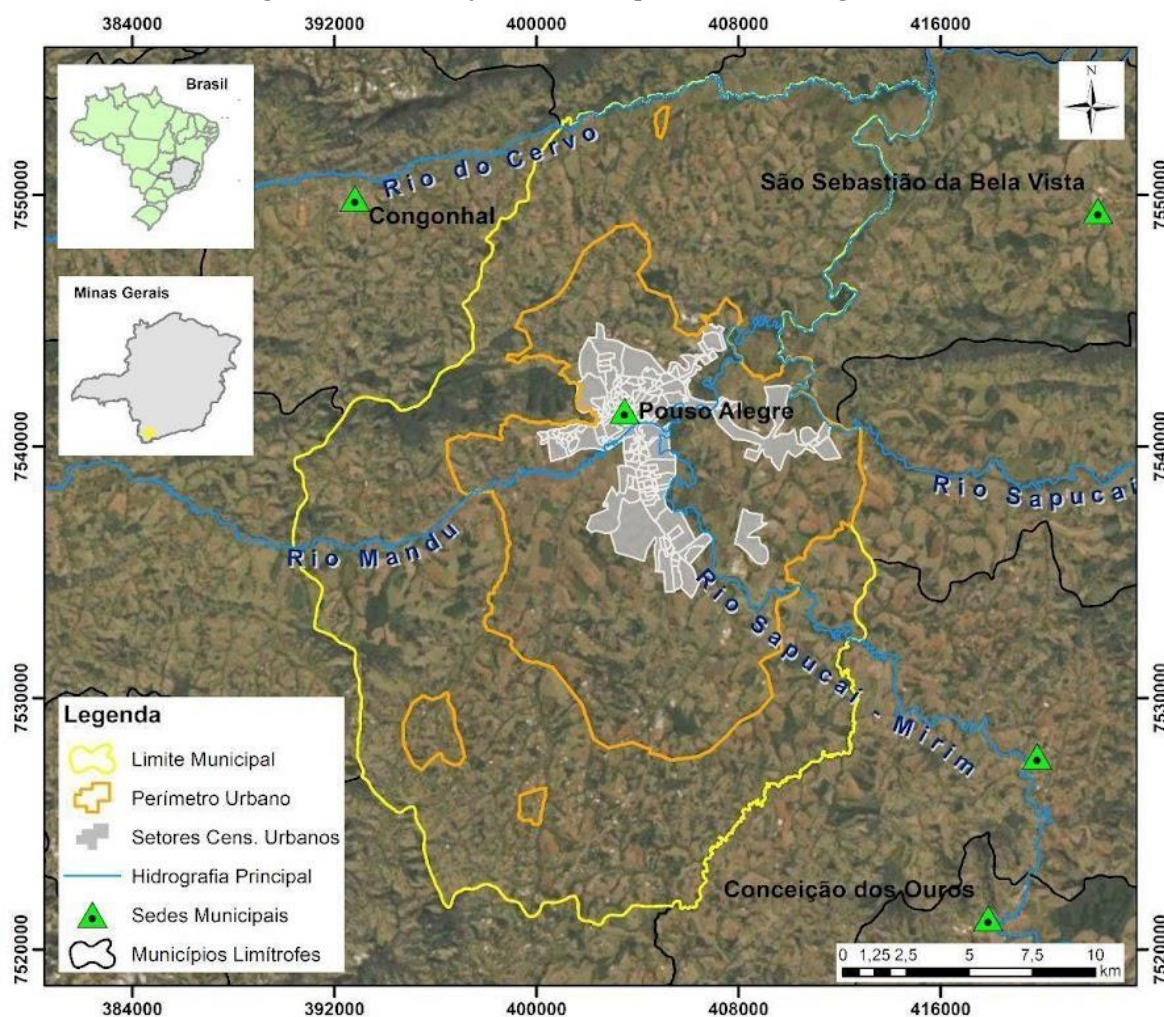
Visto que a NBR 15.575/2013 trata sobre características indispensáveis quanto à habitabilidade no que diz respeito a conforto, acessibilidade, higiene, estabilidade, vida útil da construção e segurança estrutural, pode-se inferir que o perfil construtivo de uma edificação está diretamente relacionado com o conceito de vulnerabilidade, aqui entendido por “condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas aos impactos dos perigos” (UNDRR, 2020).

Por fim, reitera-se a importância do estudo das áreas de risco de desastres no país em associação com o planejamento territorial e legislação pertinente, uma vez que a população aproximada em áreas de risco de desastres no Brasil, alcançava, em 2010, 8.270.127 habitantes e 2.471.349 domicílios particulares permanentes, de acordo com o estudo População em Áreas de Risco no Brasil, realizado pelo IBGE e CEMADEN em 2018. O estudo ainda enfatiza os diferentes padrões de distribuição espacial da população em áreas de risco determinados pelas características físicas do território e formas de ocupação.

3 ÁREA DE ESTUDO

O município de Pouso Alegre está situado na região sul de Minas Gerais, na microrregião do Vale do Sapucaí. Faz parte da Bacia Hidrográfica do Sapucaí e se localiza a Latitude 22° 13' 48" Sul e Longitude 45° 56' 11" Oeste, com altitude de 832 metros. A altitude máxima encontrada no município é de 1347 metros (na Serra de Santo Antônio) e a altitude mínima encontrada no município é de 810 metros (na foz do Rio Cervo). A Figura 4 apresenta a localização do município.

Figura 4 – Localização do Município de Pouso Alegre, MG.



Fonte: elaborado pela autora.

O município possui uma população estimada de 152.549 habitantes e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,774 (IBGE, 2018), considerado IDHM Alto (PNUD, 2013), e consiste em um importante polo industrial e comercial para a região devido, principalmente, à sua localização às margens da Rodovia Fernão Dias, a 180 km de São Paulo, a 373 km de Belo Horizonte e a 391 km do Rio de Janeiro.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Uma vez que o risco de desastres é definido como uma combinação da exposição da região ao evento natural (ameaça), da vulnerabilidade da sociedade ao evento, bem como sua capacidade de enfrentamento (UNDRR, 2017), na metodologia adotada considerou-se avaliação dos elementos do risco: i) Análise da ameaça (extremos de chuvas que podem causar enxurradas e inundações), ii) Análise da exposição (delimitação das áreas de risco), iii) Análise das vulnerabilidades aos desastres e iv) Análise da capacidade adaptativa, feita através da análise da efetividade dos instrumentos legais.

4.1 Análise dos eventos extremos de chuva na área de estudo

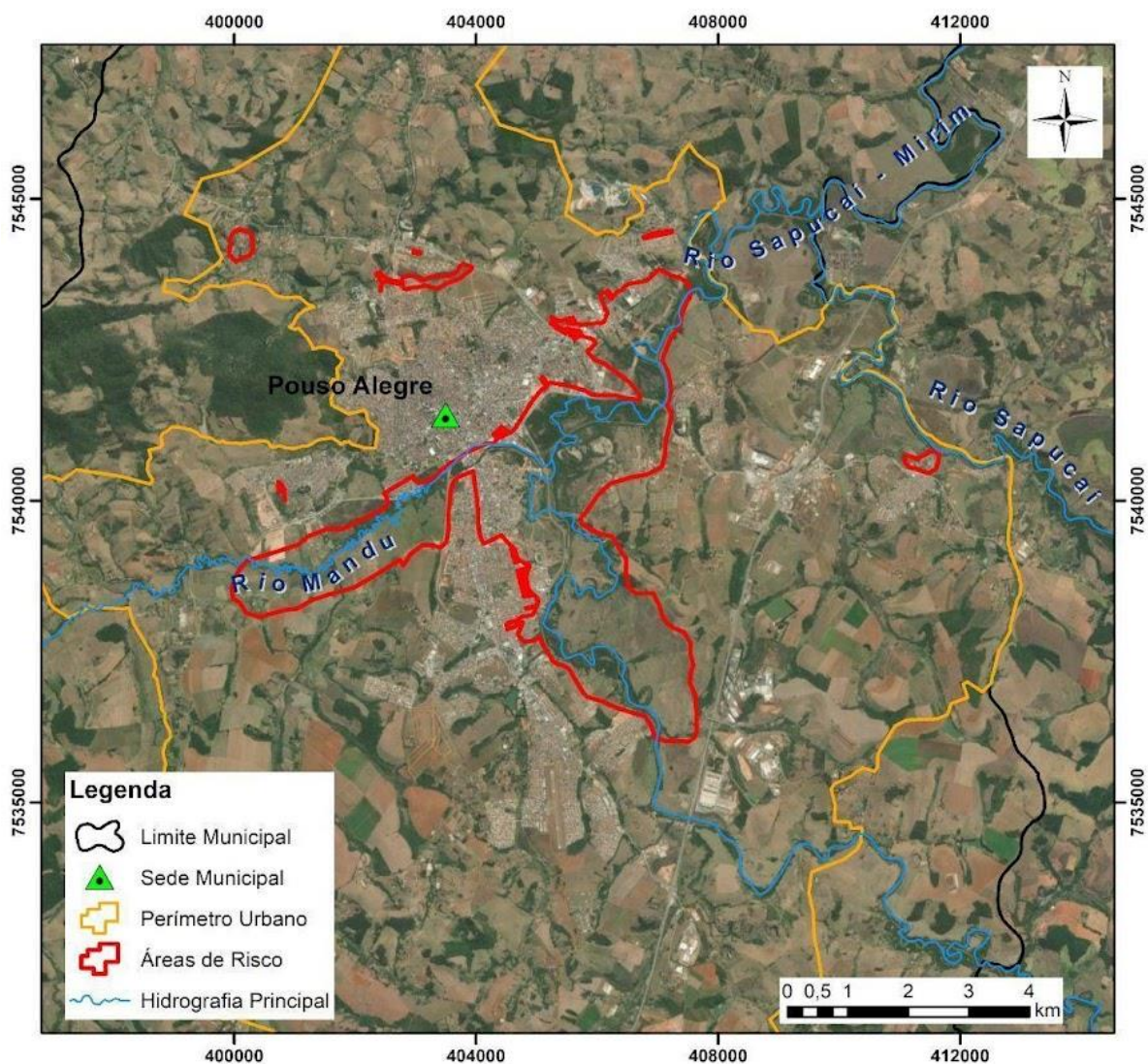
A primeira etapa do estudo consistiu em avaliar os extremos hidrometeorológicos que possam ter causado os desastres associados às inundações e enchentes no município de Pouso Alegre. Para isso dados diários de precipitação foram obtidos através do Banco de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, <https://bdmep.inmet.gov.br/>) e da plataforma HIDROWEB da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>). Uma vez que a maior parte das estações meteorológicas na área de estudo apresentam falhas em suas séries históricas, todas as estações disponíveis inseridas na área de estudo (região do município de Pouso Alegre, Figura 1) foram utilizadas para criar uma série histórica consistente para o período de 1980 a 2021.

Com a finalidade de avaliar os eventos extremos de chuvas no município que podem estar associados às ocorrências de desastres, os índices climáticos Precipitação máxima anual de um dia (Rx1) e Precipitação máxima de 5 dias consecutivos (Rx15) foram calculados a partir da série temporal de dados diários de precipitação (1980-2021). Tais índices têm sido amplamente utilizados em estudos de extremos climáticos, conforme indicado pelo “Expert Team on Climate Change Detection and Indices” (ETCCDI) e pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM, 2009). O teste de tendência linear de Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) foi aplicado à série temporal de Rx5 para avaliar se existe alguma tendência (positiva ou negativa) na ocorrência de eventos extremos de chuva no município de Pouso Alegre.

4.2 Áreas de Risco a Enxurradas e Inundações

Os dados referentes às áreas de risco à inundação e movimentos de massa no município foram obtidas através do relatório “Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: Pouso Alegre, MG” (CPRM, <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/19251>) e complementados com a Base Territorial Estatística de áreas de risco - BATER disponibilizados em CEMADEN, IBGE; <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estudos-ambientais/21538-populacao-em-areas-de-risco-no-brasil.html?=&t=sobre>) e em Alvalá et al. (2019). A Figura 5 apresenta as áreas de riscos de inundações e de movimentos de massa do município.

Figura 5 – Áreas de risco à inundação e movimentos de massa de do município.



Fonte: adaptado de CPRM (2014).

Os referidos relatórios mostraram que o município tem 4.915 domicílios e 17.244 pessoas vivendo em áreas de riscos de inundações e de movimentos de massa (13,20 % da população total), em 7 Bases Territoriais Estatística de Áreas de Risco - BATER (Assis Dias et al., 2018; Alvalá et al., 2019). A BATER constitui uma generalização territorial, ou seja, não representa quantitativamente a população residindo em áreas de riscos, mas oferece uma estimativa da população vivendo em áreas de riscos. Portanto, trata-se de uma associação das geometrias das áreas de riscos com dados sociodemográficos derivados de faces de quadra e/ou setores censitários. Além disso, a cidade é considerada prioritária para monitoramento pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN/MCTI no que se refere aos riscos de desastres deflagrados por eventos hidrometeorológicos extremos que culminam em inundações e enchentes.

4.3 Caracterização socioeconômica da área de estudo

Nesta etapa foi construído o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) a partir de metodologia de IPECE (2018). Os dados necessários para a estimativa do IVS foram extraídos do Censo de 2010 fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>) a nível de setores censitários, de situação 1 e 3, ou seja, aqueles situados em áreas urbanas. No presente estudo foram abordadas 4 dimensões para a identificação da vulnerabilidade, sendo: (i) Habitação e Saneamento; (ii) Renda; (iii) Educação e (iv) Situação Social. A Tabela 1 apresenta os indicadores utilizados dentre as dimensões selecionadas.

Tabela 1 - Indicadores utilizados na construção do IVS segundo as dimensões utilizadas.

Habitação e Saneamento	% de moradores em domicílios próprios.
	% de moradores em domicílios ligados à rede geral de água.
	% de moradores em domicílios ligados à rede geral de esgoto ou com fossa séptica.
	% de moradores em domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza.
	% de moradores em domicílios com energia elétrica.
Renda	Renda média mensal domiciliar.
	% de domicílios com renda per capita inferior a ½ salário-mínimo.
	Variância da renda média domiciliar.
Educação	% da população com 15 anos ou mais de idade analfabeta.
	% de chefes de domicílio analfabetos.
	Média de moradores por domicílio.
Situação Social	Razão de dependência.
	% de mulheres chefes de domicílios.
	% de agregados a família.

Fonte: IPECE (2018) e IBGE (2010) *Dados obtidos em <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>

Segundo o IPECE (2018), dos quinze indicadores, sete deles são inversamente proporcionais à vulnerabilidade social, isto é: % de moradores em domicílios próprios; % de moradores em domicílios ligados à rede geral de água; % de moradores em domicílios ligados à rede geral de esgoto ou com fossa séptica; % de moradores em domicílios com lixo coletado por serviço de limpeza; % de moradores em domicílios com energia elétrica e renda média mensal domiciliar. Ou seja, quanto maiores os valores dos indicadores acima, menos vulnerável é a população. Por outro lado, os demais 8 indicadores são diretamente proporcionais com a vulnerabilidade social, portanto, quanto maior o valor do indicador, maior a vulnerabilidade.

Tratando-se de diferentes valores e ordens de grandeza, torna-se necessário a padronização dos valores obtidos. Para isso, o indicador padronizado no setor censitário “s” foi obtido através da Equação (I) (IPECE, 2018) explicita abaixo:

$$Ips = (Is - IV_{\min}) / (IV_{\max} - IV_{\min}) \quad (I)$$

em que:

Ips = Valor padronizado do indicador “I” no setor censitário “s”;

I_s = Valor do indicador “I” no setor censitário “s”;

IV_{min} = Menor valor do indicador “I” dentre o universo de setores censitários;

$IV_{máx}$ = Maior valor do indicador “I” dentre o universo de setores censitários.

Na execução do cálculo, nos casos em que há uma relação diretamente proporcionais à vulnerabilidade, tem-se $IV_{min} = I_{min}$ e $IV_{máx} = I_{máx}$. Já nos casos de relação inversamente proporcional com a vulnerabilidade, do qual o menor valor aponta maior vulnerabilidade, tem-se $IV_{máx} = I_{min}$ e $IV_{min} = I_{máx}$. O índice de vulnerabilidade social (IVS) foi obtido através do valor médio e desvio padrão dos indicadores, tendo por base a seguinte classificação:

(i) Alta Vulnerabilidade: valores superiores ao índice médio somado ao valor do desvio-padrão;

(ii) Média-alta Vulnerabilidade: valores maiores que o valor médio e menores que a média somada ao desvio-padrão;

(iii) Média-baixa Vulnerabilidade: valores inferiores à média e superiores à média menos um desvio-padrão;

(iv) Baixa Vulnerabilidade: valores inferiores à média menos um desvio-padrão.

Por fim, após cálculo do índice por meio de planilha eletrônica, foi realizada a manipulação e espacialização dos dados em ambiente SIG através do software ArcGIS Pro®.

4.4 Caracterização espaço-temporal da ocorrência de desastres hidrometeorológicos e expansão urbana

Os registros de ocorrências de desastres foram extraídos do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD, <https://s2id.mi.gov.br/paginas/series/>), a partir do qual foram adquiridas as séries históricas das ocorrências, estas complementadas com dados advindos da Sala de Situação do CEMADEN/MCTI.

Para analisar a correlação entre a expansão urbana do município e o histórico de ocorrências de desastres registrados, foram cruzadas as informações obtidas por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, visando obter a espacialização dessas informações. É importante ressaltar que quando os registros não possuíam coordenadas geográficas disponíveis, tais localizações foram aproximadas através de nomes de ruas e ou bairros, juntamente aos centróides, com auxílio do software Google Earth Pro

(<https://www.google.com.br/earth/versions/#download-pro>).

Além disso, foi realizada uma análise do crescimento populacional (densidade urbana), bem como a análise do número de registro de desastres hidrometeorológicos e sua distribuição de acordo com a densidade populacional do município, conforme preconizado por Ludwig, Mattedi e Avila (2020), que abordaram a relação entre desastres socioambientais e planejamento urbano sob a definição das estratégias de expansão urbana para a cidade de Blumenau, SC.

Os dados relativos à expansão urbana foram extraídos da plataforma MapBiomas (<https://mapbiomas.org/download>) a partir da qual, através da camada “Infraestrutura Urbana” foi possível analisar a expansão em um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esta camada apresenta as áreas urbanizadas com predomínio de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, vias e construções (Souza et al., 2020) sendo possível verificar as áreas urbanas de interesse. Além disso, foi utilizado o produto denominado ‘Coleção 5’, a partir do qual foi possível obter dados de uso e cobertura do solo de 1985 a 2019, período este que abrange o considerado na presente pesquisa. É importante destacar que a metodologia proposta por Souza et al. (2020) é utilizada em inúmeros projetos que demandam dados de uso e cobertura do solo. Por fim, dados como limite municipal, perímetro urbano e similares foram adquiridos junto à Prefeitura Municipal e Defesa Civil de Pouso Alegre.

4.5 Instrumentos legais para gestão do risco de desastres

A pesquisa documental referente ao levantamento de instrumentos legais associados à gestão de riscos para o município consistiu na identificação dos principais documentos disponíveis relacionados ao planejamento urbano, como políticas, decretos e planos. Vale ressaltar que, apesar do contexto da presente pesquisa ser municipal, determinadas políticas (estaduais e federais) precisaram ser consultadas, a fim de se conhecer o contexto e necessidades do município. Além disso, para identificar a presença de determinados Instrumentos no município, foram consultados os dados da MUNIC (2020) - Pesquisa de Informações Básicas Municipais (IBGE, <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?=&t=o-que-e>). Levando em conta os objetivos aqui enumerados, dentre os documentos mais relevantes estão o Plano Diretor Municipal e o Macrozoneamento Urbano.

5 RESULTADOS

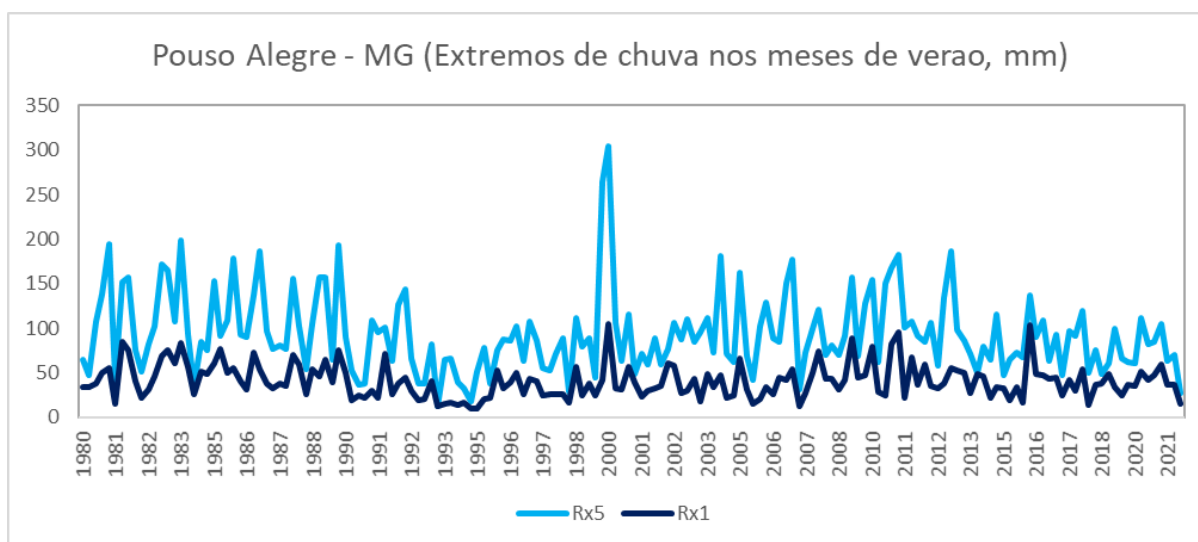
Neste tópico serão descritos os resultados da presente pesquisa, de acordo com a ordem dos itens: 4.1) Análise dos eventos extremos; 4.2) Caracterização da vulnerabilidade; 4.3) Ocorrência de desastres e expansão urbana e 4.4) Instrumentos legais de planejamento no contexto da capacidade adaptativa.

5.1 Análise dos eventos extremos

De acordo com o índice Rx5, que indica o acumulado máximo de precipitação em cinco dias consecutivos, o evento mais extremo de chuva ocorreu entre dezembro de 1999 (264 mm) e janeiro de 2000 (304 mm). Após este evento, outros de menores magnitudes foram observados em fevereiro de 2004 (181 mm), janeiro de 2005 (162 mm), janeiro de 2007 (177 mm), fevereiro de 2009 (158 mm), janeiro de 2011 (183 mm) e janeiro de 2013 (186 mm).

A partir do Rx1, destacam-se os acumulados diários de chuvas em janeiro de 2000 (104 mm/24h), de janeiro de 2011 (96 mm/24h) e janeiro de 2016 (103 mm/24h).

Figura 6 – Evolução temporal de Rx5 e Rx1 para o município de Pouso Alegre, MG.



Fonte: elaborado pela autora.

Destaca-se que, de acordo com o teste de tendência linear realizada, apesar de uma tendência negativa na ocorrência de extremos de chuva (Tau de Kendal = -0.015), estes não

são estatisticamente significativos ($p\text{-value} = 0.629$). Assim, de acordo com os dados de precipitação observados no município de Pouso Alegre, não foi verificada tendência de aumento na ocorrência de extremos de chuva nos últimos 40 anos.

5.2 Caracterização da vulnerabilidade

Os resultados obtidos para o IVS mostraram que os setores censitários de interesse no município abrangeram cerca de 36,96 km² de um total de 196,66 km², o que contempla 18,79 % do perímetro urbano. Vale lembrar que os setores escolhidos foram os de situação 1 e 3 que, em conformidade com IBGE (2010), apresentam áreas urbanizadas de cidade ou vila e urbanizadas mais isoladas. Tal situação deve-se à exclusão de determinados setores onde dados não estavam disponíveis junto às bases ou por serem considerados setores rurais. Sendo assim, foram utilizados dados de 139 setores censitários de um total de 165 delimitados no município, o que corresponde a cerca de 84,24% do total de setores. Em termos populacionais, os setores contaram com uma abrangência de 110.230 habitantes que, neste caso, representou 84,40 % da população total (130.615), de acordo com IBGE (2010).

O valor obtido para IVSméd (IVS médio) calculado foi igual a 0,247 (adimensional) e o IVS σ (desvio padrão) de 0,079. Na Tabela 2 apresenta-se uma síntese das classes do IVS, suas respectivas áreas, setores censitários e população residente.

Tabela 2 - Síntese dos resultados obtidos a partir do Índice de Vulnerabilidade Social.

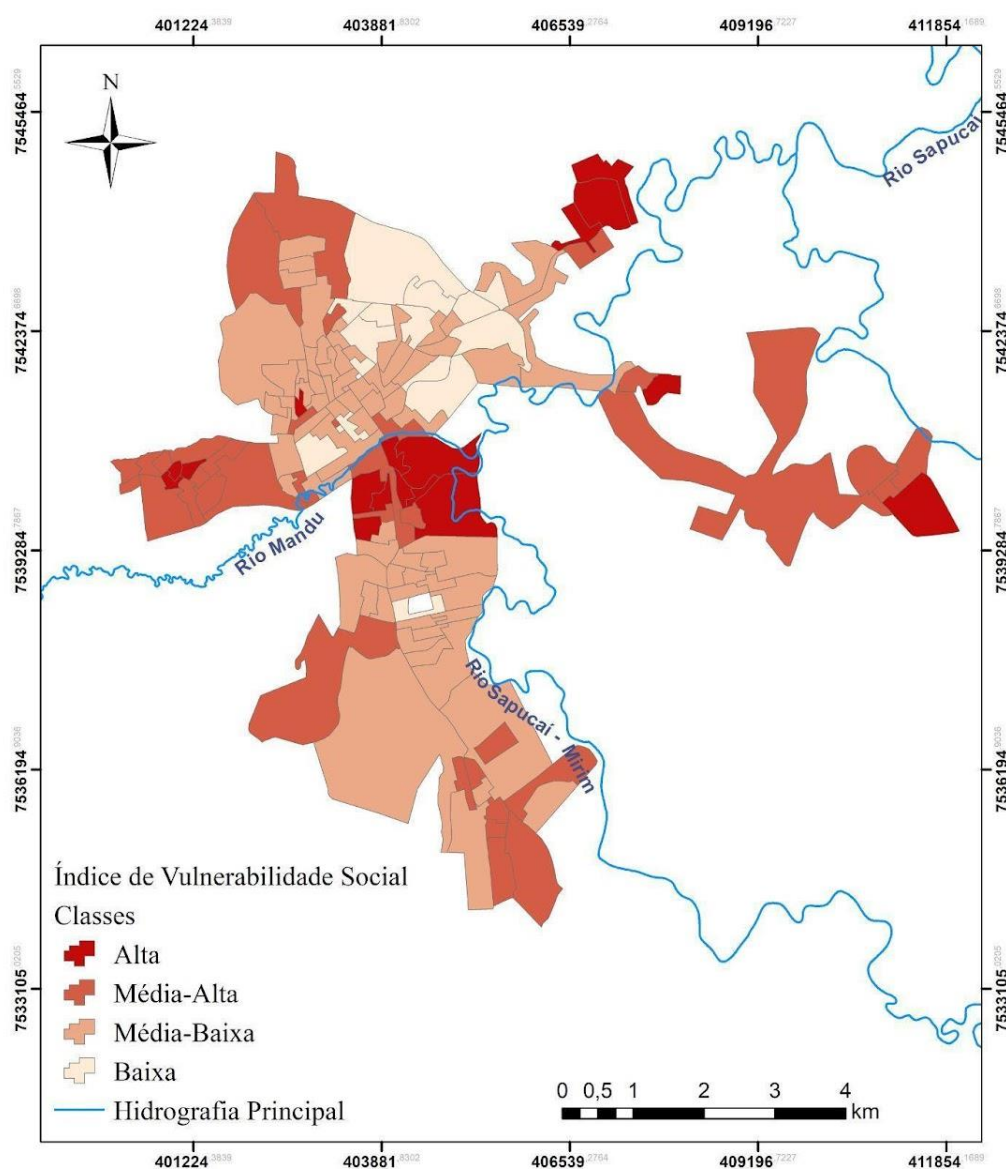
Classes - IVS	Áreas (km ²)	Setores Censitários (nº)	População (nº)
Alta (IVS > 0,326)	3,71	17	14657
Média-Alta (0,326 < IVS < 0,247)	13,44	37	27630
Média-Baixa (0,168 < IVS < 0,247)	15,67	69	56106
Baixa (IVS < 0,168)	4,14	16	11837
Total	36,96	139	110230

Fonte: adaptado de Censo Demográfico de 2010.

A partir da Tabela 2, observa-se que as classes do IVS com maiores abrangências em termos de área no município seguiram a ordem: Média-Baixa > Média-Alta > Alta > Baixa. Com as maiores áreas, as classes Média-Baixa e Média-Alta concentraram, consequentemente, os maiores números de setores, assim como da população residente (aproximadamente 76%).

É importante ressaltar que, embora a classe de Baixa vulnerabilidade seja aproximadamente 12 vezes maior em termos de área do que a classe de Alta vulnerabilidade, esta última conta com 13,30 % da população, enquanto a primeira conta com 10,73 % da população dos setores. Na Figura 7 apresenta-se a espacialização do IVS para o município em estudo.

Figura 7 – Espacialização do Índice de Vulnerabilidade Social.



Fonte: elaborado pela autora.

Diante a espacialização do IVS, é possível perceber que as áreas periféricas do município compreendem áreas de vulnerabilidade Média-Baixa, Média-Alta e Alta (estas duas últimas concentradas a nordeste do mapa. Além dos setores a nordeste do mapa, é possível perceber uma concentração de Alta vulnerabilidade social ao centro do mapa, sobretudo ao entroncamento dos rios Mandu e Sapucaí-Mirim. As áreas de Baixa vulnerabilidade concentraram-se ao norte do mapa, especialmente àquelas localizadas ao centro do município.

5.3 Ocorrência de desastres e expansão urbana

O município de Pouso Alegre, MG, tem sua origem a partir do histórico de ocupação das planícies dos rios Sapucaí-Mirim e Mandú e suas proximidades. Como relatou Gouvêa (2004), onde originalmente corria o Rio Mandú foi construída uma avenida perimetral e, dessa forma, o rio teve seu leito natural modificado e seu canal passou por uma retificação. O autor ressaltou ainda sobre este rio ter passado a receber grande volume de esgoto e produtos químicos industriais e que, anualmente, havia um represamento provindo do encontro das águas de ambos os rios, submergindo regiões da cidade.

De acordo com o estudo intitulado “Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa” realizado com foco no município de Pouso Alegre pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2014), relatos de moradores e funcionários da Defesa Civil pontuam a existência de histórico de inundações e enchentes ocorridas nos anos de 2000, 2007, 2009 e 2011, sendo os eventos dos anos 2000 e 2011 considerados de maior impacto em relação aos demais. Conforme apresentado previamente (Figura 3), as análises de eventos extremos de chuva a partir dos índices Rx1 e Rx5 mostraram que o ano de 2000 correspondeu ao evento com o maior acumulado de chuva em 24 horas (104 mm/24h) e em 5 dias consecutivos (304 mm/120 horas).

O relatório cita bairros como São Geraldo, Jardim Yara, São José, Jardim Guanabara, Santa Cecília, Faisqueira, Fátima III, Shangrillá, Ipiranga, Francisca Rios, São Carlos e Foch II, situados na área de inundação dos rios Sapucaí-Mirim e Mandú, onde, no ano de 2011, a água atingiu o nível de 2,00 metros nas residências mais próximas ao leito do rio, com média entre 0,50 e 1,00 metro nas demais edificações (CPRM, 2014). De acordo com o índice Rx1, em janeiro de 2011, o acumulado máximo diário foi de 96 mm/24h (Figura 3).

Em consulta realizada no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres (S2iD), foram encontrados registros de desastres hidrometeorológicos no município a partir de 1997,

sendo que os últimos eventos que constam nesta fonte datam do ano de 2016. Os eventos ocorridos posteriormente foram registrados na Sala de Situação do CEMADEN/MCTI (Tabela 3).

Tabela 3 – Desastres registrados no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres e pela Sala de Situação do CEMADEN/MCTI.

Data	Tipo/ Fonte	Evento	Descrição
07/01/1997	Portaria	Enxurradas	Reconhecimento, em virtude de intensas precipitações e inundações, a situação de emergência no município.
18/01/2000	Portaria	Inundações	Reconhecimento, em virtude de intensas precipitações pluviométricas, do estado de calamidade pública pelo prazo de 30 dias.
24/02/2004	Avadan	Inundações	Chuvas fortes e ininterruptas por período de sete dias, provocaram alagamento, desabamento, deslizamento de encostas e inundações em diversas áreas do município.
08/01/2007	Avadan	Inundações	Enchentes causadas por chuvas que elevaram o nível dos Rios Mandú e Sapucaí Mirim 4,5 acima de seu nível normal, causando danos e prejuízos nas áreas urbana e rural, agravada por uma chuva no dia 08/01/2007.
04/05/2009	Avadan	Tempestade Local/ Convectiva	Chuva intensa ocorrida por um período de 30 minutos, de grande intensidade, com granizos de aproximadamente 5 cm de diâmetro, provocando destruição total de diversas lavouras.
04/01/2011	Avadan	Inundações	Chuvas de 140 mm ocorridas por um período de 72 horas com precipitações pluviométricas de grande intensidade e longa duração, que culminaram na cheia dos rios Mandu, numa cota de 3,00 m, e Sapucaí Mirim, de 4,25 m. houve inundação, atingindo várias famílias. As águas causaram inundação em escolas, postos médicos, residências, danos em pontes e outras edificações públicas e privadas.
23/02/2013	Fide	Enxurradas	Ruas e avenidas na área central e dos bairros Jardim Noronha, Primavera, Shangri-lá, Francisca Rios (árvore grande) e São Carlos foram atingidas por fortes enxurradas. No bairro Vale das Andorinhas houve enchente. Fortes chuvas, acima de 25mm, 1 hora em média, causaram fortes enxurradas e enchentes devido ao transbordamento do córrego Ribeirão das Mortes, que corta o bairro Vale das Andorinhas.

31/12/2014	Fide	Alagamentos	Bairros da área central, e periféricos, como centro da cidade, Bairro Solar das Andorinhas, Bairro São Geraldo, Jardim Mariosa, Bairro Shangri-lá, Bairro Fatima I, Bairro Faisqueira. Chuva muito forte entre 10 e 15 mm em pouco espaço de tempo, acompanhada de fortes vendavais, causaram inundações bruscas em vários bairros, atingindo residências e comércio, destelhando vários imóveis residenciais e comerciais, além de derrubar várias árvores de grande porte, que ao caírem sobre a rede elétrica, causam o desligamento da mesma deixando vários bairros sem energia.
03/01/2016	CEMADEN/ MCTI	Enxurrada/ Alagamento	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: AUSENTE Localização da ocorrência no mapa: lat:-22.2480373 ; long:-45.94201179999999
15/01/2016	CEMADEN/ MCTI	Inundação	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: BAIXA PRECISÃO. Bairros Faisqueira, Colina de São Francisco, Pão de Açúcar, Bela Itália, São Geraldo e Foch II.
16/01/2016	Fide	Alagamentos	Bairros afetados: Faisqueira, Vale das Andorinhas, Santa Edwiges, Morumbi, Colina Verde, Centro, São João, (Gabirolva na zona rural). Volume de chuva de 90 mm, num período de 6 horas ininterruptas, veio a causar cheias nos ribeirões que cortam a zona urbana causando inundações nos bairros próximos aos mesmos, além da captação pluvial deficitária em vários bairros. Na zona rural a cheia do ribeirão do pântano causou o isolamento da Vila Vintém no bairro Gabirolva.
17/01/2016	CEMADEN/ MCTI	Inundação	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: AUSENTE Localização da ocorrência no mapa: lat:-22.2480373 ; long:-45.94201179999999
23/03/2016	Fide	Alagamentos	Chuva intensa com volume médio de 90 mm, no período das 19.30 h às 21.40 h, veio a causar fortes enxurradas e alagamentos nos bairros Faisqueira, Recanto dos Fernandes, Vale das Andorinhas, Bairro Shangri-lá, Centro, Jardim América e Jardim Noronha.
23/03/2016	CEMADEN/ MCTI	Inundação/ Enxurrada	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: BAIXA PRECISÃO. Bairros Faisqueira, Xangrilá, Jardim América, Recanto dos Fernandes e Vale das Andorinhas. Vários pontos de alagamento. Não há registro de desalojados e desabrigados.

20/11/2017	CEMADEN/ MCTI	Inundação/ Alagamento	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: MÉDIA PRECISÃO Rua José Augusto da Silva, Bairro Shangrilá.
09/01/2018	CEMADEN/ MCTI	Inundação	Precisão de localização da ocorrência: MÉDIA PRECISÃO rua Antônio Scodeller, Centro, bairros Faisqueira, Santa Edwirge e Nossa Senhora do Pilar Precisão de localização da ocorrência: MÉDIA PRECISÃO. Rua Antônio Scodeller. Número de afetados: 200
07/04/2019	CEMADEN/ MCTI	Enxurrada/ Alagamento	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: BAIXA PRECISÃO. Bairros São Judas Tadeu e Faisqueira.
11/02/2020	CEMADEN/ MCTI	Inundação	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: MÉDIA PRECISÃO. Avenida Antônio Scodeller.
08/03/2020	CEMADEN/ MCTI	Enxurrada	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: AUSENTE Localização da ocorrência no mapa: lat:-22.264900939042427 ; long:-45.93997119936775
14/12/2020	CEMADEN/ MCTI	Alagamento	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: MÉDIA PRECISÃO Rua Comendador José Garcia
07/01/2021	CEMADEN/ MCTI	Enxurrada	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: BAIXA PRECISÃO Paróquia de São Cristóvão - Avenida 19 de Outubro - São Cristóvão.
09/02/2021	CEMADEN/ MCTI	Alagamento	Magnitude do Evento: Pequeno Porte Precisão de localização da ocorrência: MÉDIA PRECISÃO Avenida Prefeito Olavo Gomes de Oliveira.

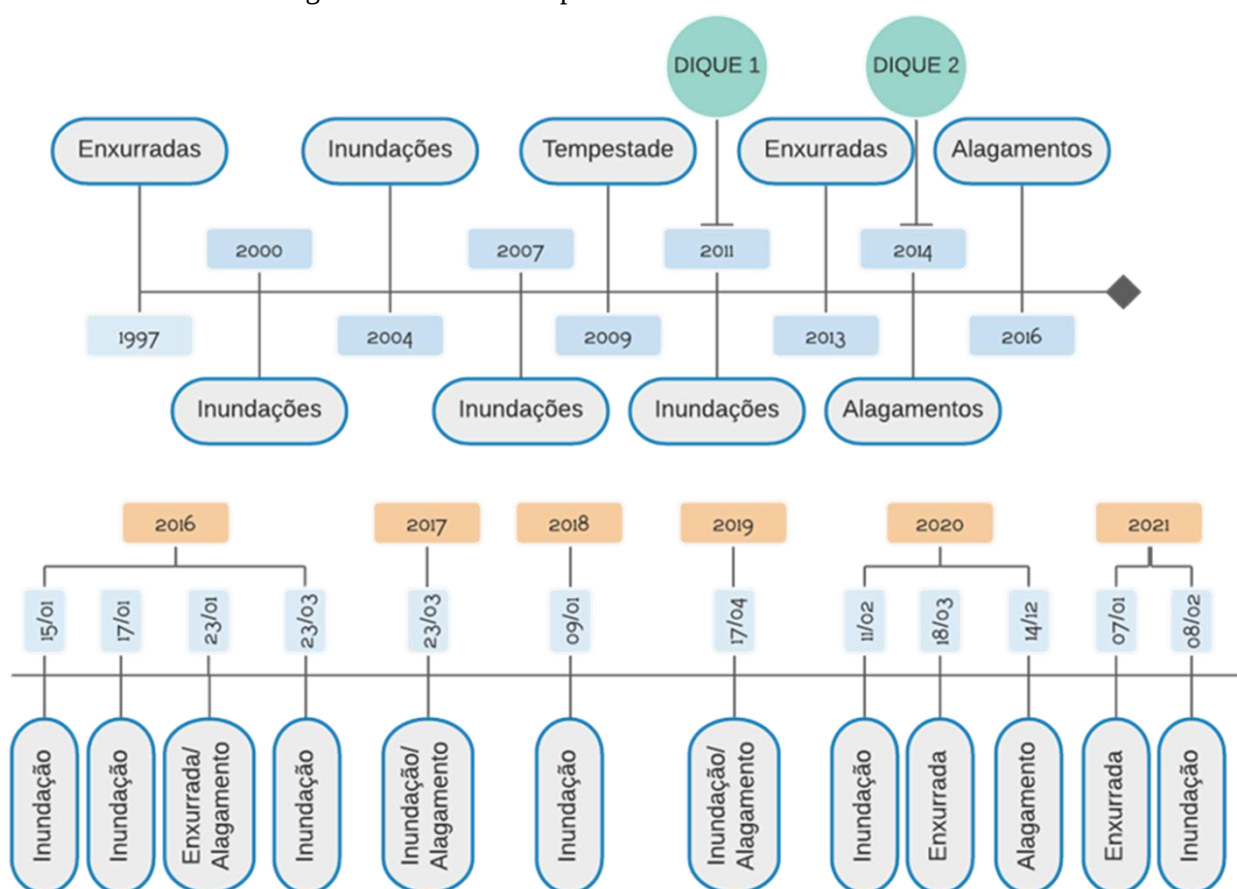
Fonte: elaborado pela autora com informações do S2iD e CEMADEN/MCTI

Apesar da inexistência de registros mais recentes nas plataformas consultadas, em pesquisa documental foram encontrados relatos acerca de ocorrências de inundações frequentes até o ano de 2022. Em reportagens da mídia, há relatos sobre a frequência de situações nas quais os moradores ficam impossibilitados de se locomover pelas ruas ou têm o interior de suas casas invadido pelas águas, principalmente em períodos do ano quando as

chuvas se tornam mais recorrentes¹. Recentemente, no dia 6 de janeiro de 2022, uma chuva forte ocorreu no município e ruas do Bairro São Geraldo foram inundadas, deixando cerca de 200 famílias desalojadas, das quais, segundo reportagem, 16 delas foram para abrigos temporários e o restante, para casas de parentes e amigos².

Utilizando os mesmos dados da Tabela 3, foi elaborada uma linha do tempo (Figura 8) que apresenta os eventos distribuídos ao longo dos anos e, além disso, foram adicionadas à figura o momento da construção das chamadas “Dique 1” e “Dique 2”.

Figura 8 - Linha do tempo das ocorrências levantadas.



Fonte: elaborado pela autora com informações do S2iD e CEMADEN/MCTI

Os diques são construções que foram realizadas a fim de se represar as águas dos rios Sapucaí Mirim e Mandú, cujas áreas de inundação extravasam o Bairro São Geraldo. Após a construção dessas estruturas, a magnitude dos eventos extremos de chuva diminuiu; porém, podemos observar na Figura 8 que a frequência de inundação e de alagamento continuou

¹ <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2019/04/08/moradores-e-prefeitura-limpam-casas-e-ruas-apos-chuvas-em-pouso-alegre-mg.ghtml>

² <https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2022/01/10/sobe-para-200-o-numero-de-familias-atingidas-pela-chuva-no-bairro-sao-geraldo-em-pouso-alegre-mg.ghtml>

expressiva, ainda que não tenha sido verificada uma tendência de aumento na ocorrência de extremos de chuva, como destacado no item 4.1 (Figura 3). Como medida emergencial, diante da continuidade das ocorrências, a prefeitura municipal tem utilizado bombas de sucção para retirar a água que acumula na região e, em janeiro de 2020, precisaram ser ligadas para auxiliar no escoamento da água acumulada nas áreas habitadas^{3 4}.

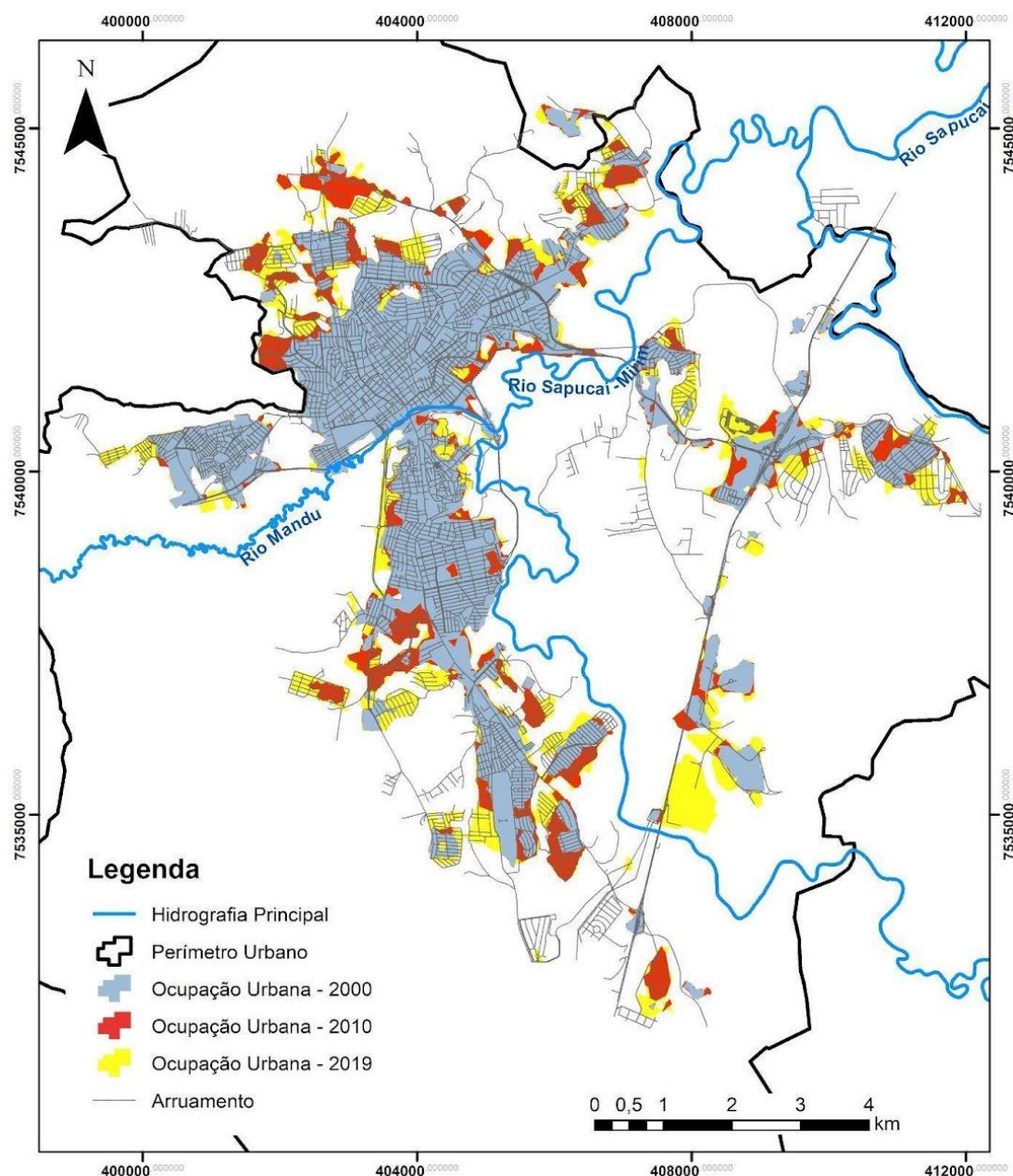
Uma vez observado que a ocorrência dos desastres no período analisado não aumenta em proporção direta com os extremos de chuvas, pode-se inferir que outros fatores podem estar associados com os acontecimentos. Dentre estes, inclui-se a expansão urbana como parâmetro relevante e capaz de afetar diretamente a localização e a constância das ocorrências com o passar dos anos.

A Figura 9 apresenta o mapa de evolução das áreas urbanizadas do município, onde as manchas cinzas representam a área desenvolvida até o ano de 2000; as manchas vermelhas, o quanto essa área aumentou de 2001 a 2010; e, as amarelas, até o ano de 2019.

³ (<http://www.2005-2015.agenciaminas.mg.gov.br/multimidia/galerias/obras-do-governo-de-minas-vaio-evitar-grandes-enchentes-em-pouso-alegre-3/>)

⁴ https://www.pousoalegre.mg.gov.br/noticias-detalle.asp?id_not=2441

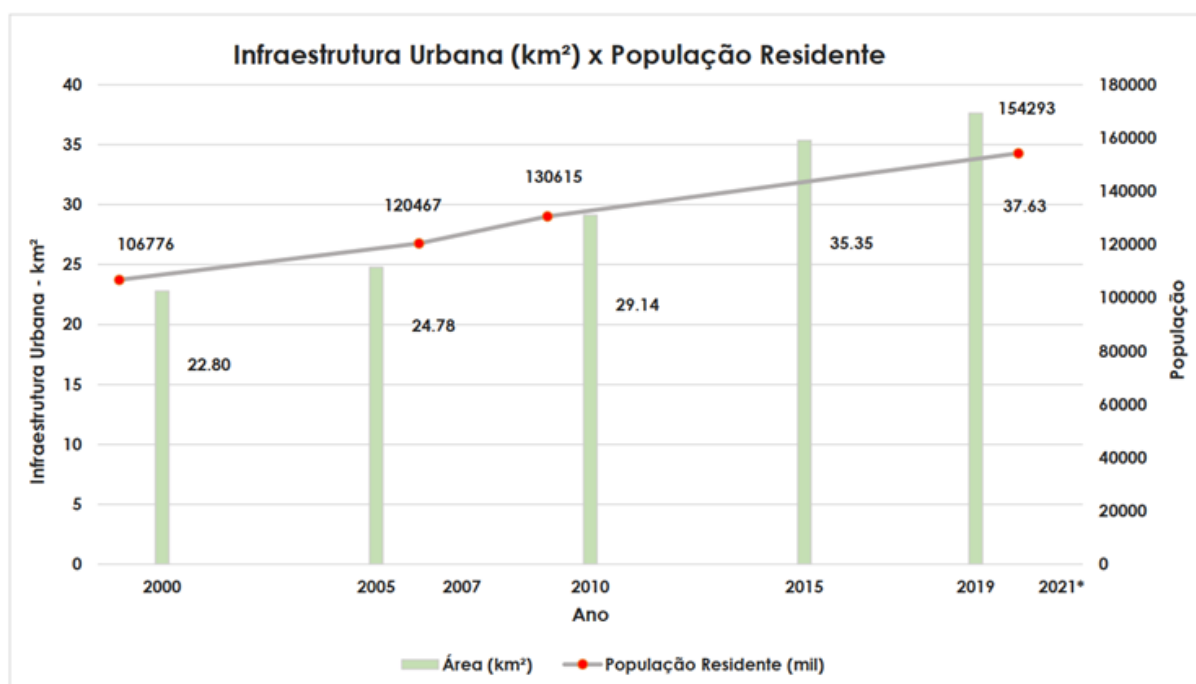
Figura 9 – Mapa de evolução das áreas urbanizadas.



Fonte: elaborado pela autora com base nas informações do MapBiomias, S2iD e CEMADEN/MCTI.

A Figura 10 apresenta um comparativo entre a expansão urbana e o aumento da população ao longo de quase 10 anos. A partir do gráfico, infere-se que o crescimento da malha urbana, que aumentou em 14,83 km² entre os anos de 2000 e 2019 acompanhou o crescimento da população, que era de 106.776 no ano 2000 e foi estimada em 154.293 habitantes no ano de 2020.

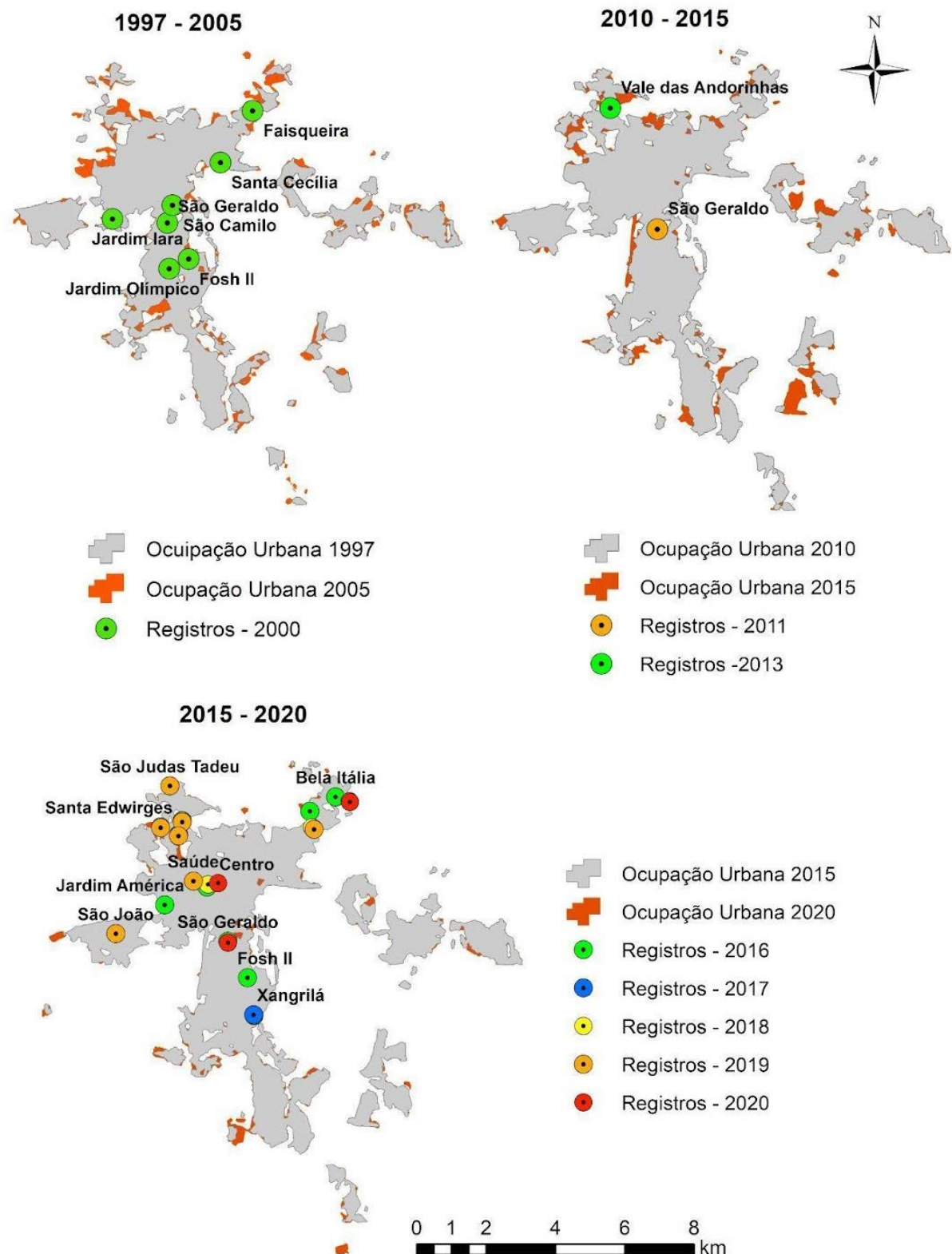
Figura 10 – Gráfico comparativo Área x População.



Fonte: IBGE (2010); MapBiomas (2000 a 2020).

A partir dos dados de expansão destacados na Figura 10, foi feita uma demonstração (Figura 11) espacial das ocorrências descritas na Tabela 3, compreendendo os seguintes períodos: 1997 a 2005, 2010 a 2015 e 2015 a 2020. Para os anos de 2004, 2007 e 2009 não foram registradas as localidades exatas das ocorrências, portanto, estes eventos não estão espacializados no mapa.

Figura 11 – Espacialização de ocorrências nos períodos 1997/2005; 2010/2015 e 2015/2020.



Fonte: elaborado pela autora com base nas informações do Mapbiomas, S2iD e CEMADEN/MCTI.

Pode-se observar que, enquanto alguns bairros deixaram de registrar ocorrências, outros como São Geraldo, Faisqueira e Foch II continuam a apresentar novos registros ao longo dos anos, sendo o São Geraldo o local com maior constância de eventos no período estudado. Além disso, nota-se que a partir do ano de 2016 eventos são registrados em locais que, até então, não havia nenhum registro, além de não serem compreendidos pelas áreas de risco a desastres (Figura 5).

Vale ressaltar que, apesar de ser possível verificar através de reportagens que a construção dos diques foi benéfica quanto a dimensão dos desastres ocorridos, não foram encontrados dados oficiais quanto a magnitude destes eventos para os anos compreendidos entre 1997 e 2015. Nos anos subsequentes a este período, a magnitude da maioria dos eventos foi classificada como sendo de pequeno porte.

5.4 Efetividade dos Instrumentos legais de planejamento no contexto da capacidade adaptativa

A legislação urbana no Brasil tem seu início a partir da Constituição Federal de 1988, cujo documento apresenta instrumentos políticos e diretrizes acerca do assunto. Gadens e Bel (2018) ressaltaram a importância desta constituição, dado o fato de a mesma estabelecer os artigos 182 e 183, que traçam diretrizes gerais da política urbana no Brasil e dá outras providências, considerando-se este o marco da política urbana no Brasil. Em julho de 2001, a Lei Federal nº 10.257, conhecida como Estatuto da Cidade, regulamenta tais artigos e estabelece o Plano Diretor como instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana.

Ainda sobre a Constituição Federal de 1988, está determinado ser competência da União planejar e promover a defesa permanente contra calamidades públicas, especialmente as secas e as inundações (BRASIL, inciso art. 21, XVIII). Somente em abril de 2012, a Lei nº 12.608 vem regulamentar esse artigo, instituindo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC. O Art. 2º da Lei 12.608 confere aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios o dever de adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre e um dos objetivos da lei, contido no Art. 5º, inciso XI, consiste em combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas. Mais recentemente, no dia 24 de dezembro de 2020, foi promulgado o decreto nº 10.593, que Dispõe sobre a organização e o funcionamento do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil e do Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil e sobre o Plano Nacional

de Proteção e Defesa Civil e o Sistema Nacional de Informações sobre Desastres.

O município de Pouso Alegre conta com a proposição de dois planos diretores: o primeiro, que data do ano de 2008 (PDM-2008), e o segundo, aprovado recentemente, em agosto de 2021 (PDM-2021). Ainda que formulado após a inundação ocorrida no ano de 2000, esta é considerada o evento de maior impacto negativo aos munícipes, o primeiro plano diretor da cidade aborda de maneira superficial o assunto, traçando mais estratégias relacionadas ao controle da ocupação e do adensamento populacional, expansão urbana e meio ambiente. Diretamente relacionado aos desastres aqui discorridos, o plano determina áreas de reassentamento de população localizada em áreas de risco ou proteção ambiental.

Nos anos subsequentes à aprovação do PDM-2008, o município passou por desenvolvimento econômico expressivo, com a abertura de empresas e indústrias que se tornaram atrativos para mão de obra provida de outras localidades. Com o consequente aumento da população, o crescimento desordenado e a queda na qualidade dos serviços públicos ofertados tornaram-se notáveis e, também, motivos de descontentamento por parte da população.

Para o desenvolvimento do plano mais recente, foi elaborado um diagnóstico, cujo relatório gerou os chamados “Produtos”, a partir dos quais foram apresentados os resultados obtidos relativos aos aspectos socioeconômicos, ambientais e culturais. A partir de um dos documentos gerados por este processo, o “Produto 9: Resumo Executivo e Normativas Técnicas”, foi possível verificar trechos que abordam o tema de desastres no município.

No prognóstico geral acerca do saneamento, o documento considera o acelerado processo de urbanização uma das causas de eventuais problemas ambientais, citando, por exemplo, a ocupação de áreas urbanas mais vulneráveis, como os fundos de vales. Ressalta que o município não possui um plano diretor de macrodrenagem e destaca a existência de problemas com o escoamento de águas superficiais, sendo a bacia do bairro Primavera citada como uma das regiões mais problemáticas em relação às inundações.

No PDM-2021, o tema “desastre” foi encontrado com maior frequência quando comparado ao plano anterior, trazendo como um de seus “Princípios, Diretrizes e Objetivos”, o controle da expansão urbana, a fim de evitar a ocupação de áreas de riscos e a urbanização de áreas precárias. Nesse sentido, foram criadas diretrizes de estratégia territorial a partir das chamadas “Macrozonas” - ordenadoras do território urbano e rural, e dos “Eixos de Estruturação de Transformação” - compostos pela malha viária, o sistema hídrico e as áreas de risco do município.

Dentre os eixos criados, está a “Rede Estrutural de Resiliência Urbana”, que, segundo o documento, corresponde ao sistema de controle de enchentes e riscos de inundação, e tem como principal objetivo conter possíveis enchentes do Rio Sapucaí, Sapucaí Mirim e Mandu, contribuindo para redução da vulnerabilidade a eventos extremos de chuvas e desastres.

Quanto ao macrozoneamento, foram criadas as Zonas Especiais de Projetos Urbanos (ZEPU), que destinam vazios urbanos do território à criação de projetos urbanos que venham a contribuir com a redução de riscos e desastres, assim como conferir melhor qualidade de vida à população. Ainda abrangendo o tema em questão, pode-se citar as Zonas Especiais de Preservação Ambiental de Áreas de Proteção à Riscos de Desastres (ZEPAM 3), que abrangem áreas sujeitas a inundação, onde ficam vetados o parcelamento do solo, os usos “residenciais e não-residenciais, exceto agropecuários, extrativistas, de interesse turístico, lazer, preservação ambiental, geração de energia de fontes alternativas e sustentáveis e obras de infraestrutura para controle de enchentes e alagamentos” (PMPA, 2020).

O PDM-2021 promove a utilização de Instrumentos de Política Urbana, como a transferência do direito de construir, quando se tratar de imóvel lindeiro ou situado em área de riscos ambientais, e Zona Especial de Preservação Ambiental de Proteção à Riscos e Desastres (ZEPAM 3). Além disso, estipula prazos para a criação de políticas como a Política municipal de redução de risco e a Política de saneamento básico municipal. Por fim, o tema educação ambiental foi tratado vagamente em alguns trechos e a Defesa Civil não foi mencionada.

Quanto às modificações realizadas no Macrozoneamento existente, destaca-se a ampliação das Zonas de Expansão Urbana (ZEU), que passam a abranger áreas da sub zona de amortecimento do Parque Municipal e Reserva Biológica de Pouso Alegre, permitindo a construção de prédios e o adensamento populacional em áreas consideradas estratégicas para a conservação ambiental.

Vale ressaltar que, anteriormente à aprovação do projeto de lei que dispunha sobre o novo Plano Diretor (PDM-2021), o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) se posicionou manifestando preocupação quanto à ampliação das ZEU, afirmando que tal medida culminaria em efeitos negativos ao meio ambiente e ao saneamento ambiental, além de prejudicar a paisagem urbana local⁵.

Dada a recente aprovação do PDM-2021, não foi possível avaliar sua efetividade,

⁵ <https://www.caumg.gov.br/manifesto-revisao-plano-diretor-de-pouso-alegre/>.

que será demonstrada através de resultados obtidos ao longo dos próximos anos. Portanto, discorrendo de maneira geral acerca de planos diretores, para que haja eficácia em suas estratégias, é necessário, além de fiscalização, o fortalecimento da participação popular e o fomento de políticas que deem suporte ao que está previsto em lei, assim como uma boa estrutura técnica e administrativa para sua implementação.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho pretendeu investigar possíveis relações entre a expansão urbana e as ocorrências de desastres hidrometeorológicos no município de Pouso Alegre, MG, a partir da análise de dados que dizem respeito à evolução da malha urbana, aos eventos extremos, à vulnerabilidade social e aos instrumentos legais de planejamento urbano no contexto da capacidade de resposta. A partir disso, buscou-se identificar possíveis deficiências em estratégias contidas nos planos diretores e nas ações já realizadas no município a fim de sanar ou mitigar os impactos de enchentes e inundações.

Quanto às ocorrências de eventos extremos, foi observado que a tendência de eventos extremos de chuvas não é de aumento no município de Pouso Alegre, ao contrário do que se nota nos registros de ocorrência de alagamentos, enchentes e inundações, nos quais permanece a existência de ocorrências de inundações inclusive em áreas do município onde nos anos anteriores não era observado o risco desse tipo de desastre. Além disso, foi constatado também que as áreas socialmente mais vulneráveis coincidem com as áreas mapeadas pela CPRM, consideradas mais suscetíveis ao risco de desastres.

A respeito dos Planos Diretores aqui analisados, nota-se grande avanço na proposta de ações em prol da gestão do risco de desastres quando comparados o PDM-2008 com o PDM-2021, uma vez que, neste último, o assunto é abrangido mais amplamente, além de existir a criação de estratégias mais direcionadas à real necessidade do município.

Porém, a despeito da melhora observada, faltam medidas em prol da educação para a percepção do risco e educação ambiental integradas às demais áreas de atuação, assim como uma política ambiental sob a perspectiva do desastre. Há também uma carência de políticas públicas consistentes para a redução da vulnerabilidade da população que habita as áreas de risco a desastres. Além disso, pode-se considerar contraditória a estratégia de ampliação e adensamento da ZEU, pois, ainda que a zona citada não esteja situada em uma área de risco a desastres, o impacto para ações neste âmbito deve ser avaliado de maneira a abranger o território como um todo.

Por fim, as análises aqui realizadas demonstram o quão abrangente podem ser as circunstâncias que interferem na ocorrência de um desastre. Portanto, ações tomadas frente a este contexto devem compreender estratégias de natureza multidisciplinar, orientadas por perspectivas de diferentes campos do conhecimento de maneira integrada a fim de se minimizar os impactos causados na vida da população.

REFERÊNCIAS

DOS SANTOS ALVALÁ, Regina Célia; DE ASSIS DIAS, Mariane Carvalho; SAITO, Silvia Midori; *et al.* Mapping characteristics of at-risk population to disasters in the context of Brazilian early warning system. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 41, p. 101326, 2019. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221242091930545X>. Acesso em: 2 abr. 2022. doi: 10.1016/j.ijdr.2019.101326.

BAHIA, Sergio Rodrigues. **Elaboração e atualização do código de obras e edificações**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBAM/DUMA, ELETROBRAS/PROCEL, 2012. Disponível em: https://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/guia_codigo_obras_1.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, compilado até a Emenda Constitucional no 105/2019**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2020. 397 p. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/566968/CF88_EC105_livro.pdf. Acesso em: 9 jan. 2021.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Institui o Estatuto da Cidade. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições técnicas, [2008]. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 70, p. 1, 11 abr. 2012. MPV 547/2011.

BRASIL. [Ministério das Cidades / Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT]. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Organizado por Celso S. Carvalho, Eduardo S. de Macedo e Agostinho T. Ogura. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007. 176 p.

IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Perfil dos municípios brasileiros: 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 118 p., 2021.

CANIL, Kátia; LAMPIS, Andrea; SANTOS, Kauê Lopes dos. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Cadernos metrópole**, v. 22, n. 48, p. 397–416, 2020. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2236-99962020000200397&tlng=pt. Acesso em: 15 set. 2021. doi: 10.1590/2236-9996.2020-4803.

CEPED - CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012**. Volume Brasil. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. Florianópolis: 2013. 165 p.

COUTINHO, Marcos Pellegrini; LONDE, Luciana de Resende; SANTOS, Leonardo Bacelar Lima; et al. Instrumentos de planejamento e preparo dos municípios brasileiros à Política de Proteção e Defesa Civil. **urbe. Revista brasileira de gestão urbana**, v. 7, n. 3, p. 383–396, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692015000300383&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 2 nov. 2022. doi: 10.1590/2175-3369.007.003.AO06.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa - Pouso Alegre - Minas Gerais**. Pouso Alegre, 2014.

CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. **The human cost of disasters: an overview of the last 20 years (2000-2019)**. Disponível em: <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>. Acesso em: 2 nov. 2022.

CRED. **Natural Disasters 2019. Brussels**: CRED; 2020. Disponível em: https://emdat.be/sites/default/files/adrs_2019.pdf

DOOCY, Shannon; DANIELS, Amy; MURRAY, Sarah; et al. The Human Impact of Floods: a Historical Review of Events 1980-2009 and Systematic Literature Review. **PLoS Currents**, 2013. Disponível em: <https://currents.plos.org/disasters/index.html%3Fp=6695.html>. Acesso em: 5 nov. 2021. doi: 10.1371/currents.dis.f4deb457904936b07c09daa98ee8171a.

GADENS, Letícia Nerone; BEL, Joaquin Sabaté. Planejamento urbano flexível na cidade contemporânea: contribuições a partir da análise do Plano 22@ Barcelona. **urbe. Revista brasileira de gestão urbana**, v. 10, n. 3, p. 558–575, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-33692018000300558&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 25 jul. 2021. doi: 10.1590/2175-3369.010.003.AO05.

Gencer, E.A. (2013) Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview. In: Gencer, E.A., Ed., **The interplay between urban development, vulnerability, and risk management**, Mediterranean Studies, Vol. 7, Chap. 2, Springer-Verlag, Berlin, 7-43. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/917f/0e289b1d2f2db4f89479cdcc174e4c49fddb.pdf?_ga=2.88676754.84385161.1580589443-702973470.1580589443. Acesso em: 12 jul. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 1940-2010. Séries Históricas e Estatísticas**, Rio de Janeiro, 2007 Disponível em: <https://serieestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122>. Acesso em: 14 dez. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA; CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **População em áreas de risco no Brasil**. Rio de Janeiro, 2018.

IPCE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Índice Municipal de Alerta 2010**. IPECE, 2010. Disponível em:

https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2014/05/IMA_2010.pdf. Acesso em: 15 fev. 2022

JHA, A.K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. **Cidades e Inundações - um guia para a gestão integrada do risco de inundação urbana para o século XXI. Um resumo para os formuladores de políticas**. Washington, D.C.: The World Bank, GFDRR, 2012. Disponível em: <http://documents.worldbank.org/curated/en/927951468152965134/Cidades-e-Inunda%C3%A7%C3%B5es-Um-guia-para-a-Gest%C3%A3o-Integrada-do-Risco-de-Inunda%C3%A7%C3%A3o-Urbana-para-o-S%C3%A9culo-XXI>. Acesso em 2 mai. 2021.

KENDALL, M.G. **Rank correlation Methods**. 4.ed. Londres: Charles Griffin, 1975.

LUDWIG, Leandro; MATTEDI, Marcos Antonio; AVILA, Maria Roseli. Urban Planning and Socioenvironmental Disasters: The Myth of Urban Expansion in Blumenau/SC. **Cuadernos de Vivienda y Urbanismo**, v. 13, 2020. Disponível em: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/31336>. Acesso em: 2 nov. 2022.

MANN, Henry B. **Nonparametric Tests Against Trend**. *Econometrica*, v. 13, n. 3, p. 245, 1945. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1907187?origin=crossref>. Acesso em: 2 nov. 2022.

MARICATO, E. Conhecer para resolver a cidade ilegal. In: CASTRIOTA, L. B. **Urbanização Brasileira: Redescobertas**. Arte, 2003. p. 78-96.

NÚCLEO ESTRATÉGICO INTERDISCIPLINAR EM RESILIÊNCIA URBANA. **Produto 9: Resumo Executivo e Normativas Técnicas**. Itajubá: Universidade Federal de Itajubá, 2020. Disponível em: [https://neiru.org/files/shares/Pouso%20Alegre/Documentos%20Oficiais/Produto%209/2020-03-31%20-%20PRODUTO%209%20-%20RESUMO%20EXECUTIVO%20\[V.PR%C3%89VIA\]%20-%20compressed.pdf](https://neiru.org/files/shares/Pouso%20Alegre/Documentos%20Oficiais/Produto%209/2020-03-31%20-%20PRODUTO%209%20-%20RESUMO%20EXECUTIVO%20[V.PR%C3%89VIA]%20-%20compressed.pdf). Acesso em: 12 ago. 2020.

OLIVER-SMITH, Anthony; ALCANTARA-AYALA, Irasema; BURTON, Ian; LAVELL, Allan. **A construção social do risco de desastres: em busca das causas básicas**. In MARCHEZINI, Victor; WISNER, Ben; LONDE, Luciana R.; SAITO, Silvia S. Redução de vulnerabilidade a desastres: do conhecimento à ação. São Carlos: RiMa, 2017. p. 97-114.

POUSO ALEGRE. Lei Ordinária nº 4707, de 30 de junho de 2008. **Plano Diretor do Município de Pouso Alegre**. Pouso Alegre: Câmara Municipal de Pouso Alegre, 2008.

POUSO ALEGRE. Lei ordinária nº 6476, de 23 de setembro de 2021. **Plano Diretor do Município de Pouso Alegre**. Pouso Alegre: Câmara Municipal de Pouso Alegre, 2021.

UNDP. **O que é o IDH | United Nations Development Programme**. UNDP. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/o-que-%C3%A9-o-idh>. Acesso em: 2 nov. 2022.

ROLNIK, R. e CYMBALISTA, R. **Regulação urbanística no Brasil: Conquistas e desafios de um modelo em construção**. Anais do Seminário Internaciona: GESTÃO DA TERRA URBANA E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, PUCCAMP, 2000, p.1-19.

SOUZA, Carlos M.; Z. SHIMBO, Julia; ROSA, Marcos R.; et al. **Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine**. Remote Sensing, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735>. Acesso em: 2 nov. 2022.

TUCCI, C.E.M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.

UNDRR. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Terminology on disaster risk reduction**. 2017. Disponível em <<https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk>> Acesso em: 12 dez. 2020.

UNISDR – International Strategy for Disaster Reduction. 2015. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015 – 2030**. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf. Acesso em: 14/12/2020.

UNITED NATIONS. **Local governments and disaster risk reduction good practices and lessons learned**. Geneva: 2010.

WMO. World Meteorological Organization. Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. WMO, Geneva, p. 56, 2009.

WISNER, B.; GAILLARD, J. C.; KELMAN, I. Framing disaster: theories and stories seeking to understand hazards, vulnerability and risk. In: **The routledge handbook of hazards and disaster risk reduction**. p.18-34. London: Routledge, 2012.