IMPORTÂNCIA DA COLETA E TRATAMENTO DE DADOS PARA A GESTÃO DE RISCO EM EVENTOS HIDROMETEOROLÓGICOS: TESTE DE APLICAÇÃO NO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS-SP.

Rodrigues, K. K.[1]; Miyasaka E. L[2]; Menezes D. B.[3]

Resumo – Com o aumento no número de ocorrências de desastres e eventos hidrometeorológicos extremos em muitos municípios, a padronização e digitalização de informações para otimizar a tomada de decisão passa a ter maior relevância nos estudos. O trabalho explora a importância desses processos por meio de um estudo de caso sobre São Carlos-SP, destaca como foi realizada a gestão de dados do projeto UFAS-S para a melhoria dos sistemas de previsão. Utiliza dados históricos e geoespaciais, armazenados em plataformas digitais e fontes primárias, que foram integrados a Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e ao banco de dados, o estudo evidencia como a estruturação adequada das informações melhora a identificação de áreas vulneráveis e a eficácia das respostas emergenciais. Os resultados mostram que a organização sistemática das informações facilita análises, previsões e ações preventivas, contribui para uma gestão de risco mais eficiente e resiliente. E evidencia a precariedade do armazenamento de dados municipais, além de indicar procedimentos a serem adotados para organização de dados.

Abstract – With the increasing number of disasters and extreme hydrometeorological events in many municipalities, the standardization and digitization of information to optimize decision-making is becoming more relevant in studies. This work explores the importance of these processes through a case study on São Carlos-SP, highlighting how data management was conducted in the UFAS-S project to improve forecasting systems. Using historical and geospatial data, stored on digital platforms and physical sources, which were integrated into Geographic Information Systems (GIS) and the database, the study demonstrates how proper information structuring enhances the identification of vulnerable areas and the effectiveness of emergency responses. The results show that the systematic organization of information facilitates analyses, forecasts, and preventive actions, contributing to more efficient and resilient risk management. It also highlights the precariousness of municipal data storage, suggesting a procedure to be adopted for data organization.

Palavras-Chave – Banco de dados; Registros históricos; SIG; Eventos extremos .

[1]Graduanda, DCAm, Universidade Federal de São Carlos, (16) 99402-4530, kkrodrigues@estudante.ufscar.br
[2]Arquiteta e Urbanista, professora doutora Universidade Federal de São Carlos, (16) 99796-2292, elza.miyasakal@ufscar.br
[3]Geóloga, professora doutora Universidade Federal de São Carlos, (16) 99111-4329, denisebm@ufscar.br

1. INTRODUÇÃO

A susceptibilidade a eventos extremos tem se intensificado cada vez mais no cenário brasileiro, devido às constantes oscilações temporais e ao processo desenfreado de urbanização, como é o caso do município de São Carlos-SP (Fava *et al*., 2022). Esses eventos resultam em prejuízos econômicos, sociais e ambientais, exigem estratégias que auxiliem as tomadas de decisão e a gestão de risco. A coleta, tratamento e organização de dados desempenham papel crucial para este fim, otimiza a criação de modelos de previsão e consequentemente a diminuição dos impactos desses riscos, fornece subsídios para ações de prevenção e respostas eficazes.

Nesse sentido, visto a crescente necessidade de respostas rápidas frente a desastres naturais, ressalta-se a importância do tratamento de dados, principalmente quando integrados aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). As informações provenientes de diferentes fontes, quando combinadas a sistemas de geoprocessamento, oferecem uma visão abrangente das áreas vulneráveis e seus processos (Tomaszewski *et al*., 2015).

De acordo com Moraes *et al*. (2021), o conjunto de dados voltado para a prevenção de riscos deve atender a certos critérios para garantir sua qualidade. Em primeiro lugar, a exatidão, pois os dados precisam representar fielmente os acontecimentos descritos, seguido pela relevância, que deve ser considerada para garantir que os dados atendam aos requisitos do uso pretendido e a completude, que procura evitar valores ou registros de dados ausentes. Além disso, outro aspecto importante é a oportunidade, ou seja, os dados devem estar sempre atualizados e, por fim, a consistência, a qual garante que os dados estejam no formato esperado e possam ser combinados, o que produz resultados satisfatórios (Moraes *et al*, 2021).

A presença de materiais impressos em jornais, documentos e dissertações ressalta a necessidade da digitalização do material para a devida integração ao banco de dados. Desse modo, para garantir a utilização adequada das informações que serão obtidas a partir de diferentes fontes e formatos, será de suma importância que a organização e padronização dos arquivos em pastas seja efetuada da melhor forma possível, de modo a promover o melhor controle e otimização para o uso das informações (CPRM, 2018).

No projeto *Urban Flood Alert System* (UFA-S)[4] a armazenagem dos dados foi realizada no complemento *Google Drive,* onde se destinaram pastas para cada categoria, englobando fotos, vídeos, notícias, planos de contingência (Defesa Civil) e referencial teórico. Os dados geoespaciais do projeto foram armazenados da mesma forma, evidenciando as fontes de coleta, data, escala, coordenadas geográficas e DATUM, de maneira que haja o controle e garantia da veracidade das informações divulgadas.

De acordo com Paz *et al*. (2020), apesar do uso frequente de banco de dados no planejamento e gestão urbana, os métodos propostos para sua estruturação e gerenciamento ainda estão em constante desenvolvimento. Ademais, é necessária a maior clareza na realização dos procedimentos para a sua formulação, onde sejam disponibilizadas as formas de sistematização de acordo com o volume de dados e regras para o seu controle (Paz *et al*., 2020). Com a presença de grande quantidade de informações obtidas até o momento no projeto UFA-S, é evidente que ainda serão necessários métodos mais robustos para o tratamento e organização desses materiais, visando o melhor aproveitamento e promoção da qualidade.

1.1 - Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa édefinir estratégias para organizar e analisar séries históricas das intercorrências de inundações e alagamentos na cidade de São Carlos para a melhor gestão de riscos em eventos extremos.

[4] Financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq

1.1.1 - Objetivos Específicos

Foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Coletar, tratar e organizar os dados de eventos extremos;
- Otimizar ações e respostas a desastres naturais com a estruturação adequada das informações;
- Propor um padrão de digitalização, padronização e organização de dados, visando potencializar o armazenamento e o acesso às informações;
- Evidenciar a importância da organização de um banco de dados para aprimorar a gestão de riscos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende o município de São Carlos, situado na região central do estado de São Paulo. De acordo com os dados do IBGE (2022; 2023), o município possui uma extensão territorial de 1.137 km², sendo 79,87 km² referentes à zona urbana com aproximadamente 254.857 habitantes. O território do município abrange duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a UGRHI 13 (Tietê-Jacaré) e UGRHI 9 (Mogi Guaçu), onde o clima predominante é classificado como Tropical Úmido-Seco (Cwa), de inverno seco e verão chuvoso (Mendonça; Oliveira, 2007).

Para a realização da Figura 1 foi utilizado o mapa de substrato rochoso de Pons (2006) na escala 1:20000.

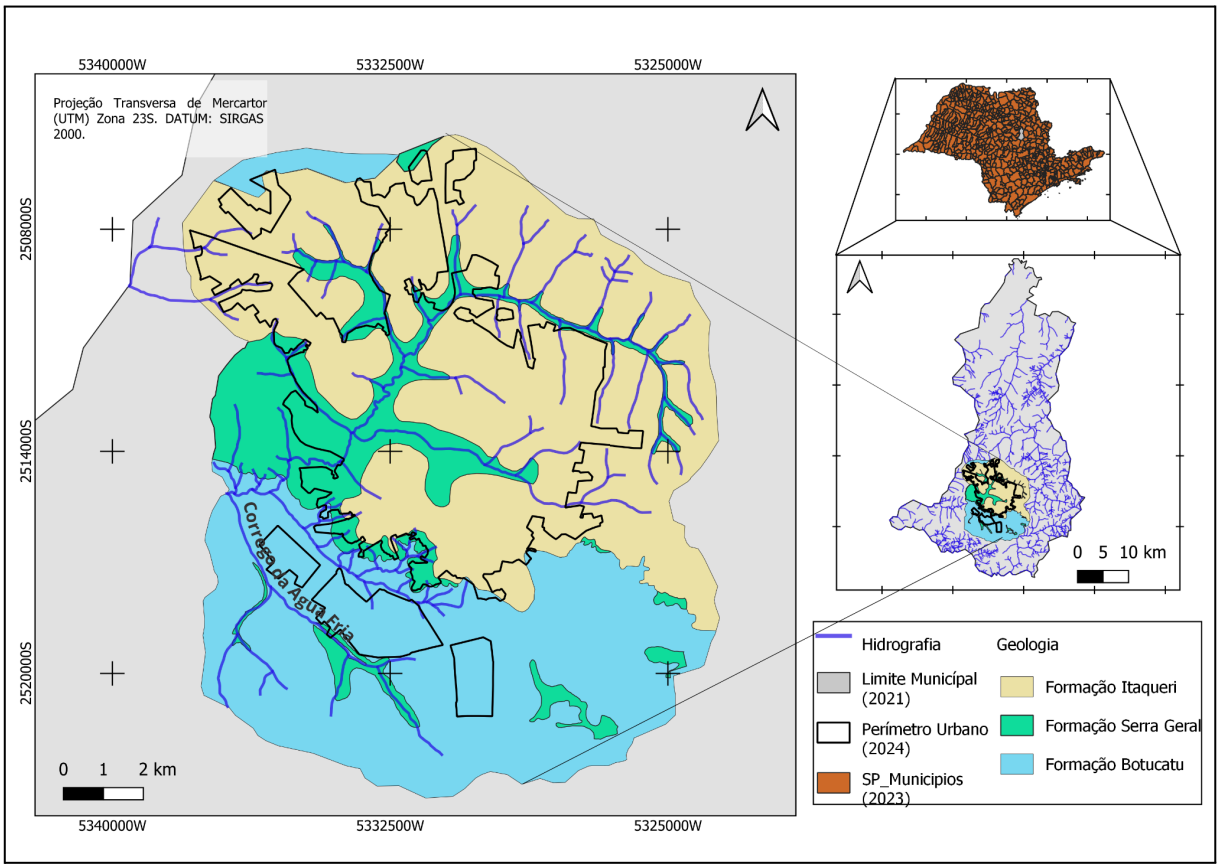

Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Modificado de Pons (2006). Org.

Em relação ao substrato geológico no município de São Carlos, as formações Botucatu, Serra Geral e Itaqueri fazem parte da Bacia do Paraná e apresentam características geológicas

distintas e inter-relacionadas. A formação Botucatu apresenta arenitos de origem eólica, com estratificações de médio a grande porte, em geral poroso, mas contendo níveis silicificados próximo aos derrames básicos no seu topo. A formação Serra Geral é composta por extensos derrames basálticos e sills de diabásio, associados ao magmatismo de abertura do oceano Atlântico, sendo uma das maiores sequências de basaltos continentais do mundo. Por fim, recobrindo grande parte da área estudada, ocorre a formação Itaqueri, caracterizada pelos depósitos de sedimentos finos, com intercalações de arenitos e folhelhos e seixos basais de leques aluviais. (Pons, 2006; Ricomini, 1997).

3. MÉTODO

Assim como elaborado pelo trabalho de Amaral *et al*. (2021), o levantamento de dados realizado para o teste de aplicação se fundamenta em pesquisa documental e bibliográfica da área de estudo entre os anos de 1930 a 2024, sendo que os dados divididos em formatos de fontes oficiais e não oficiais. Em relação às fontes oficiais, foram consultadas as instituições do município, tais como a Defesa Civil e a Biblioteca da Câmara Municipal, onde foram obtidas fichas de ocorrências tanto em meio digital quanto impresso. No que diz respeito às fontes não oficiais, elencou-se os principais jornais, notícias, assim como as dissertações de Lima (2012), Eiras (2017) e Mendes (2007). A Figura 2 apresenta um diagrama da coleta dos dados com a definição de períodos onde foram encontradas informações.

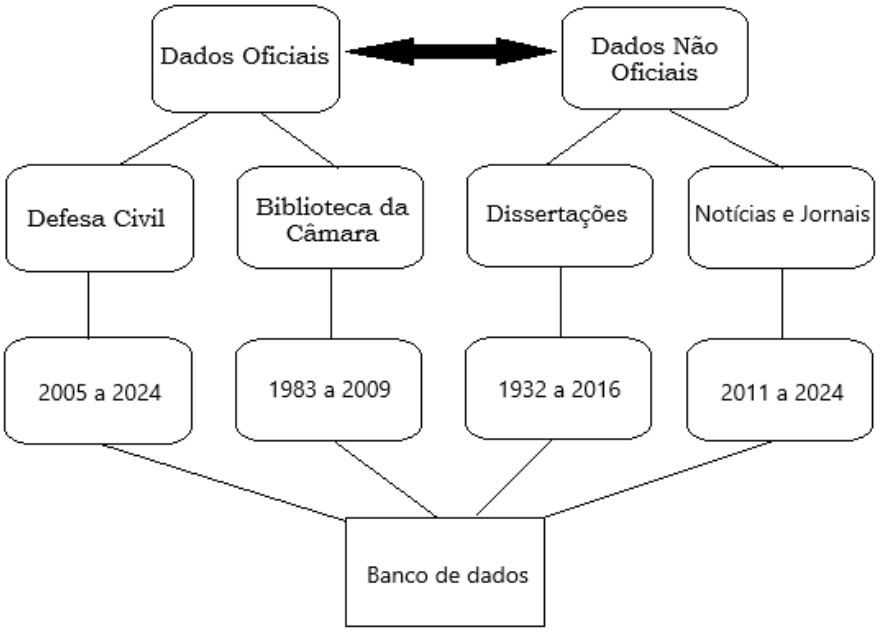

Figura 2. Diagrama da coleta para a constituição do banco de dados. Fonte: elaborado pelos autores.

4. RESULTADOS

De acordo com o Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2018) é de extrema importância que as informações obtidas para a gestão de riscos através do geoprocessamento sejam devidamente armazenadas, visto que a sua proteção e controle são essenciais para evitar a possível perda dos

dados. Tendo isso em mente, para melhor compreensão do conceito foi disponibilizada a Figura 3, esquematizando como foi organizado o banco de dados georreferenciados para o projeto UFA-S.

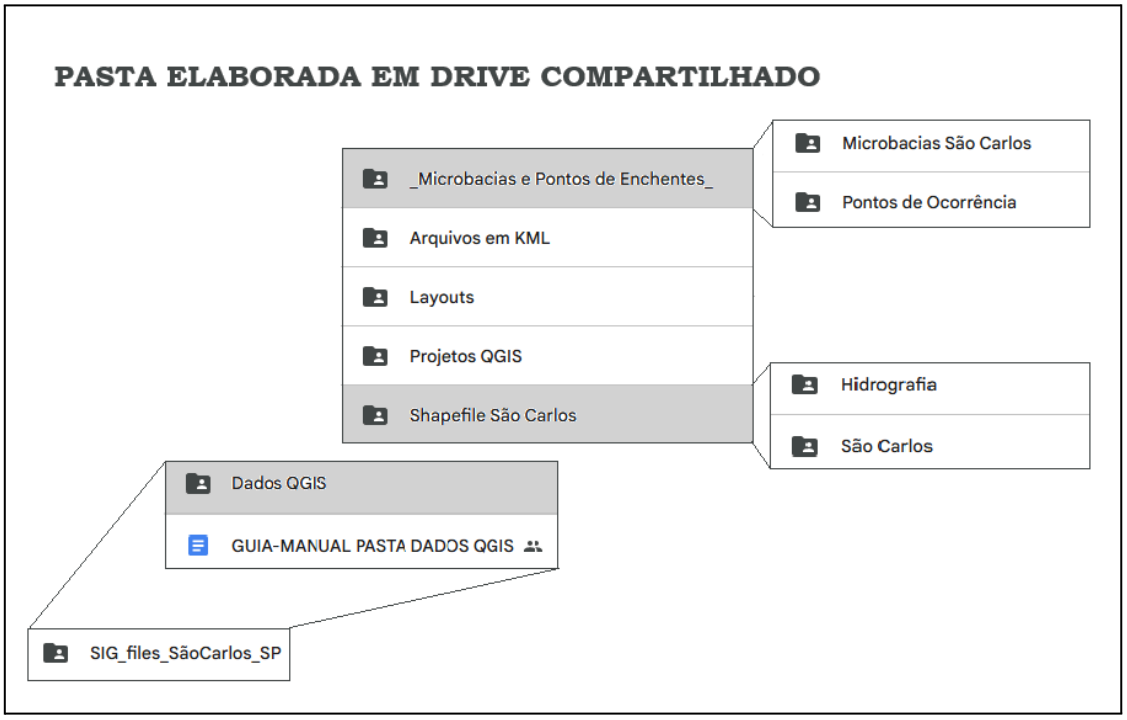

Figura 3. Esquematização do banco de dados geoespaciais. Fonte: elaborado pelos autores.

A organização de arquivos em pastas estruturadas são medidas indispensáveis para garantir a integridade, o controle e a utilidade desses dados em tomadas de decisão. Os *shapefiles* foram coletados a partir do banco de dados de instituições e portais como o IBGE, DATAGEO e GEOSANCA onde foram obtidos dados de hidrografia, limite municipal, limite estadual, sub-bacias e microbacias.

O mesmo padrão foi utilizado para o armazenamento de fotos, vídeos, notícias, planos de contingência e referencial teórico. As pastas principais são nomeadas: “Bibliografia”, onde estão as referências bibliográficas; “Dados intermediários”, que armazena dados secundários; “Obras - Dados e notícias” onde estão disponíveis teses, dissertações, relatórios e levantamentos, “Inundações - registros jornal-noticias” que inclui imagens, vídeos, postagens e “Mapeamentos” onde situam-se as sub-pastas que armazenam dados de SIG (camadas shapefiles, KML, bases, layouts) como o mostrado na Figura 1.

No *drive* também foram elaboradas planilhas a partir no complemento *Google Sheets,* nas quais se encontram os registros de ocorrências de enchentes, inundações e alagamentos coletados no município de São Carlos-SP. As informações presentes na planilha principal envolvem nove colunas, apresentando número de identificação da ocorrência (contagem), data, tipo de evento (alagamento, enchente ou inundação), área abrangida pelo desastre, coordenadas geográficas, autor do registro, local de armazenamento da informação e a precipitação em milímetros no dia, como mostra a Figura 4.

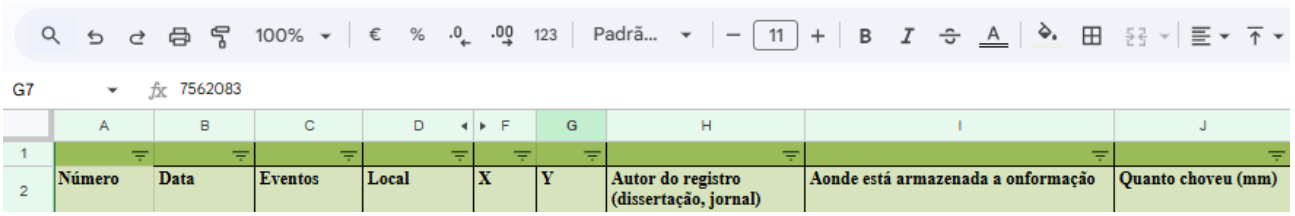

Figura 4. Banco de dados de eventos extremos utilizando o *Google Sheets.* Fonte: elaborado pelos autores.

Atualmente a planilha apresentada conta com mais de 800 linhas de dados de ocorrências de alagamentos, enchentes e inundações no município de São Carlos, abrangendo o período de 1932 a 2023.

A Figura 5 apresenta um mapa com os pontos de ocorrência de alagamentos, enchentes e inundações no município de São Carlos-SP elaborados a partir das coordenadas geográficas, local e data contidos no banco de dados *Sheets* (Figura 4). Cerca de 821 linhas presentes na planilha entre os anos 1932 e 2023 foram unidas em uma camada vetorial através do software de geoprocessamento *Quantum GIS* (QGIS) em forma de pontos, cada esfera vermelha representa um local de atingimento, e a intensidade da cor indica quais locais foram mais afetados por eventos hidrometeorológicos extremos. O mapa demonstra que a região central do município é uma das partes mais afetadas pelas chuvas, isso pode estar relacionado com o padrão de crescimento da cidade, que teve como ponto de partida o centro.

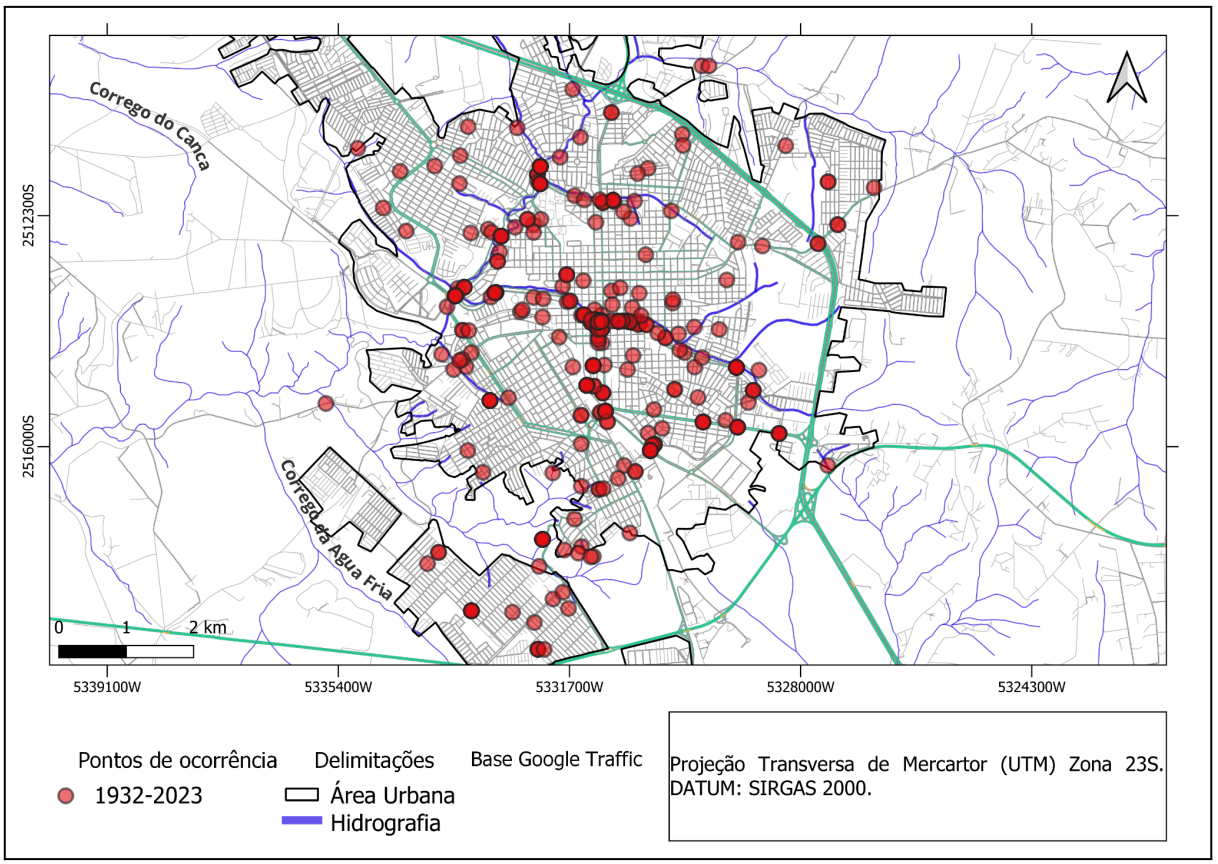

Figura 5. Mapa de pontos de ocorrências de enchentes, alagamentos e inundações de 1932 a 2023 na área urbana de São Carlos - SP. Fonte: elaborado pelos autores.

5. CONCLUSÃO

A análise realizada demonstrou que a integração de dados em formato digital e a digitalização de materiais impressos facilitaram a construção de mapas detalhados para a identificação de áreas de risco hidrometeorológico em São Carlos-SP. A adoção de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitiu o cruzamento de informações como hidrologia, bases do município e dados históricos de precipitação e pontos de ocorrência, que ampliam a precisão nas previsões e identificações de áreas vulneráveis. Os dados precisaram de um tratamento e uniformização, inclusive de coordenadas e *datum* utilizados, nem sempre precisos ou existentes nos registros originais.

Ademais, a padronização e estruturação dos dados em pastas específicas garantiram maior controle sobre as informações coletadas, que contribuiram para o seu processamento durante o estudo. A organização possibilitou uma análise mais fluida e a rápida recuperação de informações relevantes, destaca-se a importância de protocolos claros para gerenciar o crescente volume de informações geradas em estudos de risco hidrometeorológico.

A forma de armazenar os dados em pastas sequenciadas contribuiu para a otimização dos processos e atividades realizadas pelo projeto, colaboram com a realização de visitas de campo, produções científicas, análises integradas e compartilhamento de informações Em suma, a gestão de dados é fundamental para reduzir os riscos associados a eventos extremos. A devida integração de dados geoespaciais combinados aos dados históricos climáticos pode melhorar significativamente a resiliência urbana, utilizam estratégias baseadas em organização e tratamento de dados que devem ser priorizadas para lidar com os desafios crescentes das mudanças climáticas.

Em contrapartida, métodos eficazes de coleta, tratamento e estruturação de dados ainda estão em desenvolvimento. Dessa forma, para promover a melhor organização de informações há a necessidade do aprofundamento em ferramentas, *softwares* e técnicas que auxiliem o armazenamento e facilitem o acesso ao público, que promovam a inclusão.

A busca pela melhora da organização das informações presentes no banco de dados é contínua, sendo necessária a avaliação criteriosa para a inclusão de novas fontes, com a finalidade de realizar atualizações que sejam consideradas pertinentes de maneira precisa e verídica. Essa estruturação de dados montada será apresentada à municipalidade, com sugestão de continuidade de registros para uma gestão mais eficiente.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao CNPq pelo fomento à pesquisa e à bolsa de pesquisa, e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU) pelo suporte oferecido.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. D. L; MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p. Resenha. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 22, n. 3, 2011. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/9983 . Acesso em: 13 fev. 2025.

AMARAL, G. C; TIEZZI, R; FERREIRA A. M. Levantamento de banco de dados de desastres naturais através de fontes oficiais e não oficiais. In: XXIV SBRH – Simpósio brasileiro de recursos hídricos, 2021, Belo Horizonte. **Anais[...]** XXIV SBRH – Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ISSN 2318-0358, 2021.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Manual Técnico para Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa** – Projeto GIDES. Coordenação: Jorge Pimentel e Thiago Dutra dos Santos. Rio de Janeiro: CPRM/SGB, 2018. 213 p. ISBN 978-85-7499-448-2.

EIRAS, C. G. S. **Mapeamento da suscetibilidade a eventos perigosos de natureza geológica e hidrológica em São Carlos-SP**. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2017.

FAVA, M; MACEDO, M; BUARQUE, A; SARAIVA, A; DELBEM, A; & MENDIONDO, E. Linking Urban Floods to Citizen Science and Low Impact Development in Poorly Gauged Basins under Climate Changes for Dynamic Resilience Evaluation. **Water**, 2022. https://doi.org/10.3390/w14091467.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Panorama São Carlos – SP**. 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-carlos/panorama . 2025.

LIMA, A. P. Análise de impactos associados à precipitação na cidade de São Carlos-SP. **Dissertação de mestrado**, Universidade Estadual Paulista, 2012.

MARCUZZO, F. F. N. Mapas de chuva espacializada mensal e anual no território do município de São Carlos/SP. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017. **Anais [...]** Florianópolis: ABRH, 2017.

MAZZUCO G. G *et al.* Avaliação da efetividade das políticas públicas voltadas para a proteção das áreas de captação de água: estudo de caso no município de São Carlos-SP. **Revista Águas Subterrâneas,** v. 32, n. 1, p. 154-161, 2018. DOI: https://doi.org/10.14295/ras.v32i1.28977

MENDES, H. C e MENDIONDO, E. M. Histórico da expansão urbana e incidência de inundações: o caso da bacia do Gregório, São Carlos-SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 1, p. 17-27, 2007. DOI: 10.21168/rbrh.v12n1.p17-27

MORAES, O. L. L *et al*. **Banco de dados de desastres: importância, desafios e limitações**. Escritório Regional da UNDRR, Panamá, 2021.

PAZ, O. L. DE S; DAL PAI, M. O; PAULA, E. V. DE. Proposta metodológica para elaboração de base de dados geoespaciais como subsídio a estudos ambientais: aplicação em unidades de conservação do litoral norte do Paraná. **Revista Brasileira De Geografia Física**, v. 13, n. 02, p.613–629. https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p613-629, 2020.

PONS, N. A. D. Levantamento e diagnóstico geológico geotécnico de áreas degradadas na cidade de São Carlos– SP, com o auxílio de geoprocessamento. **Tese de Doutorado**. Departamento de Geotecnia. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2v. São Carlos. 2006.

RICCOMINI, C. Considerações sobre a posição estratigráfica e tectonismo deformador da Formação Itaqueri na porção centro-leste do Estado de São Paulo. **Revista IG**, v. 18, n. 1/2, p. 41-48, 1997.

TOMASZEWSKI, B. M; JUDEX, M; SZARZYNSKI, J; RADESTOCK, C; WIRKUS, L. Geographic Information Systems for Disaster Response: A Review. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, v. 12, p. 571-602, 2015. DOI: https://doi.org/10.1515/jhsem-2014-0082