

IX-088 – MAPEAMENTO DE DESASTRES HIDROLÓGICOS NA ÁREA URBANA DE CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL (MS)

Rafael Brandão Ferreira de Moraes ⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG) na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Mestre e Doutorando em Tecnologias Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTA/UFMS).

Fábio Veríssimo Gonçalves ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP). Mestre em Tecnologias Ambientais pelo PPGTA/UFMS. Doutor em Engenharia Civil pelo Instituto Superior Técnico (IST) de Lisboa - Portugal.

Endereço ⁽¹⁾: Avenida Costa e Silva, Cidade Universitária – Pioneiros – Campo Grande – MS – CEP: 79070-900 – Brasil – Tel: (67) 3345-7392 – e-mail: rafael.moraes@ufms.br

RESUMO

A crescente urbanização atrelada à alteração do uso do solo e planejamento inadequado das cidades tem modificado as características das Microbacias Hidrográficas Urbanas (MHUs), contribuindo para a ocorrência de desastres hidrológicos, como alagamentos e inundações, nas áreas urbanas de diversos municípios. Assim, é fundamental identificar e monitorar os locais susceptíveis a desastres hidrológicos provenientes de precipitações, a fim de auxiliar na formulação de medidas políticas, diretrizes e normas legais adequadas para o ordenamento do território e indicar áreas que exigem mais atenção do poder público. Nesse contexto, destaca-se o levantamento de pontos susceptíveis a desastres hidrológicos a partir de pesquisas históricas em mídias de informação e a utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG), que permite gerar um banco de dados georreferenciados, análises espaciais e produção de mapas capazes de auxiliarem na elaboração de estratégias de manejo e conservação. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi realizar o mapeamento dos locais exatos onde aconteceram alagamentos e inundações na área urbana de Campo Grande – Mato Grosso do Sul (MS) no período de 2018 a 2022, a partir de levantamento de notícias e aplicação da função estatística de Kernel no *software Quantum Geographic Information System (QGIS)*. As áreas com elevadas taxas de densidade populacional, edificações e impermeabilização do solo, assim como próximas a corpos hídricos assoreados, foram responsáveis pelas maiores concentrações de desastres hidrológicos urbanos, resultantes da ocupação inadequada do solo, alta geração de resíduos sólidos e gestão municipal ineficiente na instalação e manutenção de sistemas de drenagem e desassoreamento de corpos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Alagamento, Inundação, Kernel, QGIS, Microbacias.

INTRODUÇÃO

A crescente urbanização atrelada à alteração do uso do solo e planejamento inadequado das cidades tem modificado as características das Microbacias Hidrográficas Urbanas (MHUs), contribuindo para a ocorrência de desastres hidrológicos, como alagamentos e inundações, nas áreas urbanas de diversos municípios. Esses fenômenos são severamente sentidos em países em desenvolvimento (Dash e Sar, 2020), ameaçando vidas humanas e condições econômicas.

Bui et al. (2019) concluíram que aproximadamente 200 milhões de pessoas são afetadas anualmente por alagamentos em todo o mundo. Especificamente no Brasil, segundo a ANA (2021), 49,4% dos municípios brasileiros decretaram situação de emergência ou estado de calamidade pública por causa de alagamentos, inundações e enxurradas pelo menos uma vez entre 2003 e 2020. Em 2020, mais de 800 mil pessoas foram afetadas por esses desastres hidrológicos no Brasil (ANA, 2021).

Dessa forma, é fundamental identificar e monitorar áreas urbanas susceptíveis a desastres hidrológicos oriundos de precipitações, a fim de auxiliar na formulação de medidas políticas, diretrizes e normas legais adequadas para o ordenamento do território e indicar áreas mais vulneráveis que exigem atenção e ações mitigatórias do poder público. Além disso, esse mapeamento está em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável, uma vez que é capaz de tornar as cidades e os assentamentos humanos mais inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Nesse contexto, destaca-se o levantamento de locais susceptíveis a desastres hidrológicos a partir de pesquisas históricas em mídias de informação (Luino et al., 2016). Concomitantemente, o uso de geotecnologias como o Sistema de Informação Geográfica (SIG) permite a formação de um banco de dados georreferenciados, análises espaciais e produção de mapas capazes de auxiliarem na elaboração de estratégias de manejo e conservação (Bortolini et al., 2021). Nos últimos anos, é perceptível o crescimento de estudos relacionados a alagamentos e inundações em áreas urbanas atrelados ao SIG, sendo considerada uma agregação eficaz por Dash e Sar (2020). No entanto, a América do Sul é um dos continentes que menos apresenta trabalhos com objetivos voltados a desastres hidrológicos (Diaconu, Costache e Popa, 2021). Especificamente no Brasil, a Região Centro-Oeste, localizada na maior planície alagada do mundo – Pantanal – carece desses estudos.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi realizar o mapeamento dos locais exatos onde aconteceram alagamentos e inundações na área urbana de Campo Grande – MS no período de 2018 a 2022, a partir de pesquisa histórica em mídia de informação e uso de geotecnologias.

METODOLOGIA UTILIZADA

A área de estudo desse trabalho é a zona urbana do município de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso do Sul, Região Centro-Oeste do Brasil, conforme a Figura 1. Campo Grande tem uma área de 8.082,97 km², sendo 360 km² de área urbana, população estimada de 916.001 habitantes, densidade demográfica de 113 habitantes/km² e taxa de urbanização de 98,66% (IBGE, 2021; PLANURB, 2021). Além disso, o município é caracterizado por altitude de 500 a 675 metros, relevo suavemente ondulado, classe de solo predominante Latossolo Vermelho-Escuro, precipitação média anual de 1.570 mm e clima na faixa de transição entre o subtipo (Cfa) mesotérmico úmido sem estiagem ou pequena estiagem e o sub-tipo (Aw) tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (PLANURB, 2021).

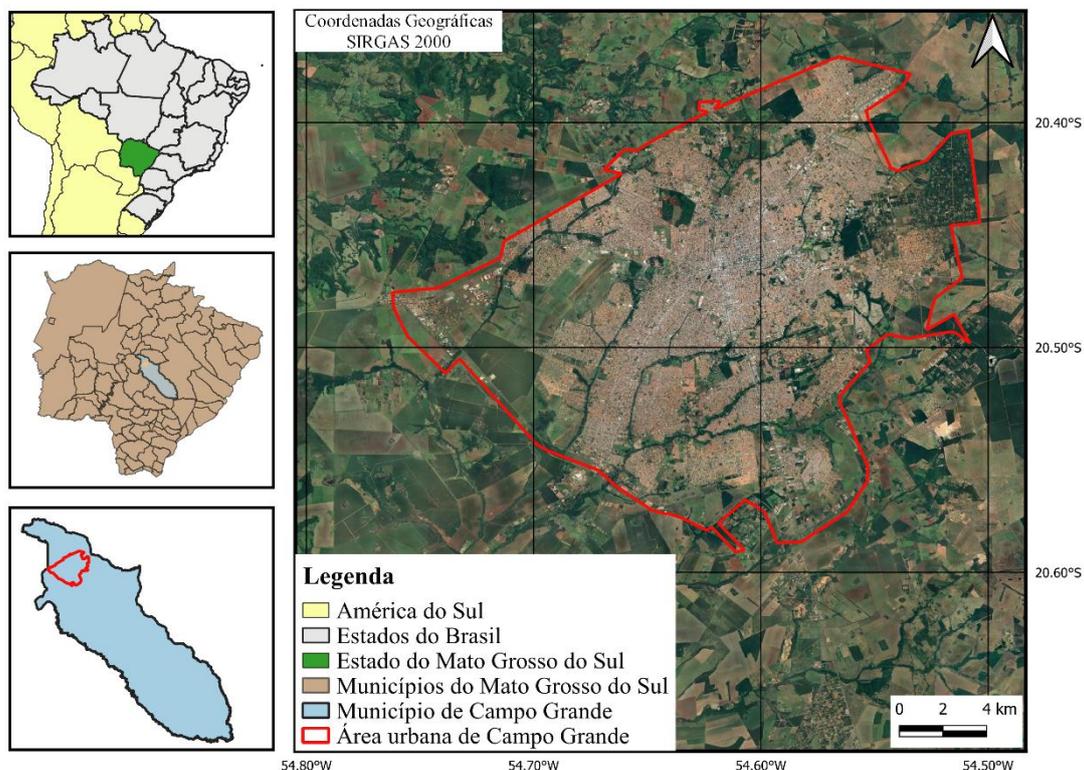


Figura 1: Localização do município de Campo Grande – MS.

Foram delimitadas doze MHUs em Campo Grande com auxílio do *software Quantum Geographic Information System* versão 3.22.5 (QGIS, 2022) a partir do Modelo Digital de Elevação da área de estudo disponibilizado no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Os dados referentes aos locais onde ocorreram desastres hidrológicos (alagamentos e inundações) na área urbana de Campo Grande, de janeiro de 2018 a agosto de 2022, foram extraídos de notícias do acervo digital do Jornal Campo Grande News (<https://www.campograndenews.com.br/>). Foram identificados os endereços exatos noticiados, inserindo-os no *Google Maps* (<https://www.google.com.br/maps/>), copiando suas coordenadas e colando-as no *software* QGIS gerando um arquivo *shapefile* de pontos de desastres hidrológicos.

Por fim, foi elaborado um mapa de calor (densidade) dos pontos encontrados, a partir da função estatística de Kernel no *software* QGIS, a fim de identificar as áreas e MHUs mais susceptíveis à ocorrência desses fenômenos. As classificações das densidades de ocorrência de desastres hidrológicos foram divididas em: muito alta (cor vermelha), alta (cor laranja), média (cor amarela), baixa (cor verde) e muito baixa (cor azul).

RESULTADOS OBTIDOS

A Figura 2 apresenta o mapa de calor (densidade) dos pontos de ocorrência de alagamentos e inundações na área urbana de Campo Grande – MS, a partir da função estatística de Kernel no período de janeiro de 2018 a agosto de 2022, assim como a hidrografia e as MHUs do município em estudo. Foram identificados 194 pontos exatos de ocorrência de desastres hidrológicos, de acordo com o levantamento realizado em notícias do principal jornal da cidade.

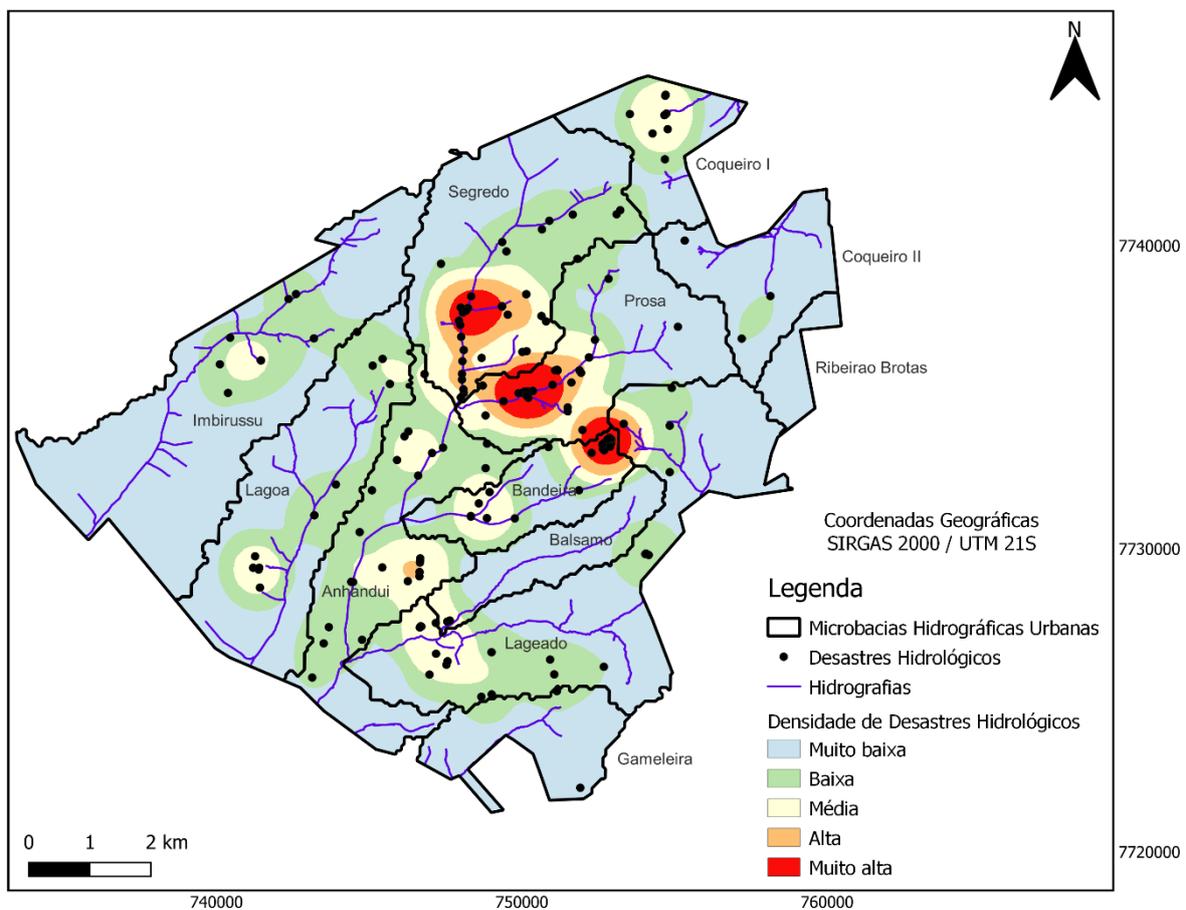


Figura 2: Mapa de calor (densidade) dos pontos de desastres hidrológicos a partir da função estatística de Kernel na área urbana de Campo Grande – MS.

É possível destacar três áreas com densidade muito alta de ocorrência de desastres hidrológicos nas MHUs Bandeira, Segredo e Prosa. Em relação à MHU Bandeira, a área de concentração dessas ocorrências é o entorno da Lagoa Itatiaia, a qual vem sofrendo com processo de assoreamento, uma vez que grande parte das ruas próximas não são pavimentadas e não dispõem de sistemas de drenagem suficientes e adequados, contribuindo para o acúmulo de sedimentos na Lagoa e, conseqüentemente, reduzindo a sua capacidade de retenção de águas pluviais.

No que diz respeito às MHUs Segredo e Prosa, essa concentração de pontos de alagamentos e inundações pode estar associada à alta taxa de impermeabilização do solo, visto que estas áreas apresentam elevada densidade de edificação e pavimentação das vias, como constatado por Oliveira et al. (2019) em Aracaju - SE. Vale ressaltar ainda que parte dos cursos hídricos das MHUs Segredo e Prosa são canalizados, aumentando a velocidade de escoamento das águas pluviais. As duas áreas em destaque dessas MHUs são próximas a confluências de cursos hídricos, evidenciando que a velocidade de escoamento da água da chuva nessas MHUs é maior do que elas são capazes de suportarem, demonstrando planejamento inadequado da drenagem pluvial no local. Concomitantemente, por ser uma região com alta densidade populacional há uma maior geração de resíduos sólidos, que muitas vezes são carreados para os sistemas de drenagem, interceptando e/ou dificultando o deslocamento das águas pluviais e provocando o acúmulo nas vias. Inclusive, foram constatados inúmeros relatos referentes à obstrução de bocas de lobo nessas áreas em reportagens disponibilizadas por mídia de informação local (Campo Grande News, 2022).

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segundo Islam et al. (2021), o uso e cobertura do solo controla diretamente o escoamento superficial e infiltração da água pluvial. Assim, desastres hidrológicos são mais frequentes em áreas construídas, uma vez que essas regiões não permitem a infiltração de água no solo, gerando excesso no escoamento superficial (Islam et al., 2021; Nascimento e Oliveira, 2022). Em contrapartida, áreas vegetadas favorecem a infiltração da água, reduzindo as chances de acúmulo na superfície (Abdel Hamid et al., 2020). Nesse contexto, Dodangeh et al. (2020) afirmam que a relação entre eventos hidrológicos e densidade de vegetação é inversamente proporcional.

Dessa forma, a ocupação ordenada do solo respeitando o planejamento urbano é essencial para minimização das ocorrências de desastres hidrológicos urbanos e, conseqüentemente, redução de danos ambientais, sociais e econômicos. Além disso, é necessária a ampliação e manutenção periódica do sistema de drenagem da cidade, com o intuito de facilitar o escoamento de águas pluviais, assim como a realização de trabalhos de desassoreamento dos corpos hídricos, a fim de aumentar a capacidade de armazenamento de águas provenientes de precipitações nessas áreas. Por fim, é fundamental também a conscientização e educação ambiental da população para que descartem resíduos sólidos em locais adequados, com o propósito de que eles não sejam carreados e causem a obstrução dos sistemas de drenagem, comprometendo o escoamento de águas pluviais e favorecendo o acúmulo de água em áreas urbanas.

CONCLUSÕES

O uso de geotecnologia e mídia de informação é eficiente para identificar e espacializar os pontos de desastres hidrológicos (alagamentos e inundações) na área urbana de Campo Grande – MS, podendo replicar esta metodologia em outras regiões. As áreas com elevadas taxas de densidade populacional, edificações e impermeabilização do solo, assim como próximas a corpos hídricos assoreados, são responsáveis pelas maiores concentrações de desastres hidrológicos urbanos, resultantes da ocupação inadequada do solo, alta geração de resíduos sólidos e gestão municipal ineficiente na instalação e manutenção de sistemas de drenagem e desassoreamento de corpos hídricos.

No futuro, os resultados desse trabalho serão utilizados para validação do Índice de Susceptibilidade a Desastres Hidrológicos Urbanos (ISDHU), que está sendo desenvolvido em pesquisa de Doutorado no município de Campo Grande – MS e poderá ser replicado em qualquer parte do mundo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela concessão da bolsa de estudos durante o Doutorado. Ao Programa de Pós-Graduação em

Tecnologias Ambientais (PPGTA) pela oportunidade do Doutorado. À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) pelo apoio à participação em eventos científicos e publicação de artigos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDEL HAMID, H. T.; WENLONG, W.; QIAOMIN, L. *Environmental sensitivity of flash flood hazard using geospatial techniques. Global J. Environ. Sci. Manag.*, v.6, n.1, p. 31-46, 2020.
2. ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. (2021). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe anual. Brasília. Disponível em: < <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/> >. Acessado em: 14 de setembro 2022.
3. BORTOLINI, J.; SILVA, A. C. G.; MERCANTE, E.; GOMES, B. M. *Identificação do grau de perigo a enchentes e inundações com base na análise morfométrica e uso do sig aplicados na bacia hidrográfica do Rio Marrecas, Francisco Beltrão – PR. Raega*, v.51, p.17-40, 2021.
4. BUI, D. T.; KHOSRAVI, K.; SHAHABI, H.; DAGGUPATI, P.; ADAMOWSKI, J. F.; MELESSE, A.; PHAM, B. T.; POURGHASEMI, H. R.; MAHMOUDI, M.; BAHRAMI, S.; PRADHAN, B.; SHIRZADI, A.; CHAPI, K.; LEE, S. *Flood spatial modeling in Northern Iran using remote sensing and GIS: A comparison between evidential belief functions and its ensemble with a multivariate logistic regression model. Remote Sensing*, v.11, n.13, p.1589, 2019.
5. CAMPO GRANDE NEWS. Busca avançada: alagamento ou inundação. Disponível em: < <https://www.campograndenews.com.br/buscar?q=alagamento&fs=&sd=01%2F01%2F2018&ed=31%2F08%2F2022&ei=> >. Acessado em: 15 de setembro de 2022.
6. DASH, P.; SAR, J. *Identification and validation of potential flood hazard area using GIS-based multi-criteria analysis and satellite data-derived water index. Journal of Flood Risk Management*, v.13, n.3, p.12620, 2020.
7. DIACONU, D. C.; COSTACHE, R.; POPA, M. C. *An overview of flood risk analysis methods. Water*, v.13, n.4, p.474, 2021.
8. DODANGEH, E., CHOUBIN, B., EIGDIR, A.N., NABIPOUR, N., PANAH, M., SHAMSHIRBAND, S., MOSAVI, A. *Integrated machine learning methods with resampling algorithms for flood susceptibility prediction. Science of the Total Environment*, v. 705, p. 135983, 2020.
9. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2021). Cidades e estados. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ms/campo-grande.html> >. Acessado em: 10 de setembro de 2022.
10. ISLAM, A.R.M.T., TALUKDAR, S., MAHATO, S., KUNDU, S., EIBEK, K.U., PHAM, Q.B., KURIQI, A., LINH, N.T.T. *Flood susceptibility modelling using advanced ensemble machine learning models. Geoscience Frontiers*, v. 12, n. 3, p. 101075, 2021.
11. LUINO, F.; NIGRELLI, G.; TURCONI, L.; FACCINI, F.; AGNESE, C.; CASILLO, F. *A proper land use planning through the use of historical research. Disaster Advances*, v.9, n.1, p.8-18, 2016.
12. NASCIMENTO, P. S. R; OLIVEIRA, K. S. *Análise espaço-temporal da ocorrência de alagamentos em área intensamente urbanizada. Revista Contexto Geográfico*, v. 7, n. 14, p. 01-15, 2022.
13. OLIVEIRA, K. S.; SILVA, M. L. B.; NASCIMENTO, P. S. R. Mapeamento temático de áreas vulneráveis a riscos de inundações na cidade de Aracaju – SE in Anais XII Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, pp. 1-4, 2019.
14. QGIS – QUANTUM GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM versão 3.22.5. Disponível em: < <http://www.qgis.org> >. Acessado em: 20 de agosto de 2022.