MODELAGEM GEOESPACIAL PARA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM IRECÊ-BA

Bianca Dias Moreira [1] ; Tiago Rosário da Silva [2] & Roberto Cezar Souza Ribeiro [3]

Palavras-Chave – Modelagem geoespacial, Planejamento urbano, Inundação

INTRODUÇÃO

A intensificação de eventos hidrológicos extremos, associada ao processo de urbanização, à impermeabilização do solo e à insuficiência dos sistemas de drenagem, tem ampliado os desafios relacionados ao manejo de águas pluviais em áreas urbanas. A redução da infiltração e o aumento do escoamento superficial contribuem para a recorrência de enchentes, inundações e alagamentos, impactando a infraestrutura urbana, a saúde pública e a segurança da população. No contexto urbano brasileiro, marcado por ocupações em várzeas, proximidade de fundos de vale e crescimento urbano espontâneo, nem sempre acompanhado por infraestrutura adequada, a avaliação de áreas suscetíveis a inundações constitui etapa fundamental para orientar intervenções de drenagem, planejamento urbano, ordenamento territorial e gestão de riscos hidrológicos.

Dentre as ferramentas de apoio à identificação dessas áreas suscetíveis a alagamentos, destaca-se o HAND Model, descrito por Nobre *et al.* (2011) a partir do descritor *Height Above the Nearest Drainage*, que normaliza a topografia em relação à drenagem mais próxima. O método permite estimar a altura relativa de cada célula do terreno em relação ao canal de drenagem de referência, possibilitando reconhecer superfícies com maior tendência ao escoamento e ao acúmulo de água. Assim, este trabalho tem como recorte a aplicação da metodologia HAND no município de Irecê, Bahia, com o objetivo de identificar áreas suscetíveis a inundações na zona urbana e avaliar sua contribuição como ferramenta de diagnóstico e apoio ao planejamento urbano, considerando os gradientes altimétricos, a proximidade relativa em relação à rede de drenagem e a ocupação urbana.

METODOLOGIA

A modelagem geoespacial foi desenvolvida com a utilização do HAND Model como principal ferramenta para obtenção dos mapas de identificação das áreas de risco. Associado à essa ferramenta, o software Quantum Gis (QGIS) foi utilizado para o geoprocessamento inicial e final dos arquivos rasters e manipulação para representação dos resultados observados.

Como dado de entrada para a modelagem, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação obtido na base TOPODATA. A escolha desse MDE deve-se à sua disponibilidade gratuita na internet, à padronização dos dados e resolução espacial de 30 m, considerada compatível com a escala de análise proposta nesse estudo, voltada à identificação preliminar de áreas urbanas suscetíveis à inundação em escala municipal. Embora a resolução não permita representar detalhadamente elementos da microdrenagem urbana, o dado apresenta-se adequado para a caracterização da topografia relativa e da conexão hidrológica necessária à aplicação do modelo HAND para este estudo.

Para o processamento, o MDE foi recortado a partir da delimitação da bacia hidrográfica de contribuição associada aos corpos hídricos presentes no município e, em seguida, processado no

1) Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Tecnologia, biancadias454@gmail.com
2) Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Tecnologia, trsilva@uefs.br
3) Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, roberto.ribeiro@inema.ba.gov.br

HAND Model, cuja metodologia realiza a normalização topográfica em relação à rede de drenagem, gerando um MDE normalizado no qual cada célula passa a representar a altitude relativa em relação ao curso d'água ou drenagem mais próxima.

O processamento seguiu três etapas principais: correção do MDE e eliminação de depressões, definição da direção de drenagem local por meio do método D8 de O'Callaghan e Mark (1984), cálculo da acumulação de fluxo e geração do MDE normalizado pela altura em relação à drenagem mais próxima. Para definição da rede de drenagem, foram testados valores de limiar de 100 a 5000, sendo adotado o valor de 1000 por apresentar a rede mais próxima dos trechos de drenagem disponibilizados pela ANA (2020).

Após o processamento, o produto HAND foi reclassificado no QGIS por faixas de altura relativa. Os pixels com valores entre 0 e 1 m foram classificados como suscetibilidade muito alta; entre 1 e 5 m, alta; entre 5 e 10 m, considerável; entre 10 e 15 m, moderada alta; entre 15 e 20 m, moderada; entre 20 e 40 m, moderada baixa; entre 40 e 60 m, baixa; entre 60 e 80 m, muito baixa; entre 80 e 100 m, mínima; e acima de 100 m, sem risco. O mapa resultante foi comparado com áreas de risco identificadas por Morais (2024) e com a distribuição da densidade demográfica dos setores censitários.

RESULTADOS

O processamento permitiu obter os produtos intermediários do modelo, incluindo Direção de Drenagem Local, acumulação de fluxo, rede de drenagem extraída e MDE normalizado. O mapa de suscetibilidade a inundação da área urbanizada da cidade de Irecê, obtido após a reclassificação do arquivo HAND, está apresentado na Figura 1.

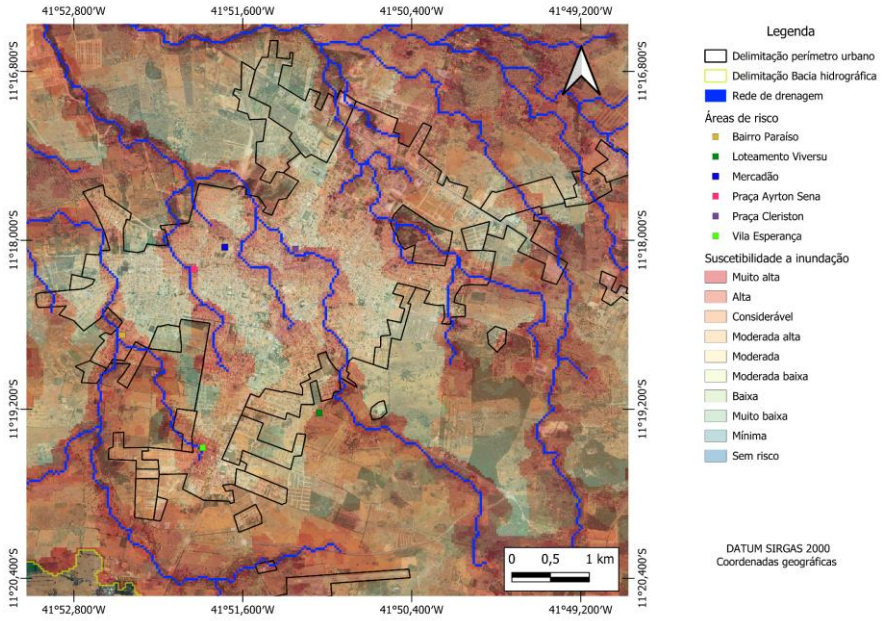


Figura 1. Mapa de suscetibilidade a inundação da área urbanizada de Irecê. Fonte: autoria própria.

Dentre as áreas identificadas com alto nível de risco, tem-se as áreas próximas ao Mercadão de Irecê, local de extrema importância para o desenvolvimento econômico, cultural e social da cidade, tendo em vista que nesse local há feiras livres com comércio de alimentos, principalmente frutas, verduras, hortaliças, peixes e laticínios, além de momentos culturais de interação social, como bingos e o tradicional Forró do Mercadão na época junina. Outro ponto importante identificado com alto nível

de risco é a extensão que abrange desde o bairro Copirecê até a Praça Ayrton Sena, incluindo grande parte da Avenida Raimundo Bonfim. Ainda, foi identificado que o Instituto Federal da Bahia – Campus Irecê está localizado em uma área suscetível a inundação, bem como grande parte do bairro Vila Esperança e os novos condomínios residenciais Jardim Universitário.

Ainda, observa-se que os arredores do Hospital Regional do município apresentam alto risco de inundação. De um lado, tem-se o bairro Centro, e do outro, a Praça Cleriston Andrade que por muitos anos foi local da realização do tradicional São João de Irecê. Por fim, dentro da malha urbana da cidade, identificou-se também que o bairro Paraíso e nas proximidades do Loteamento Viversu apresentam risco de inundação.

A comparação qualitativa dos resultados com registros históricos de eventos de inundação no município indicou correspondência espacial em pontos previamente afetados. Em novembro de 2020 foi registrado pela Defesa Civil um evento hidrológico extremo que atingiu dez bairros da cidade e deixou mais de mil pessoas desalojadas, dentre os locais alagados tem-se o Hospital Regional Dr. Mário Dourado Sobrinho (G1 Notícias). Em fevereiro de 2026 outro evento registrado alagou completamente a praça Ayrton Senna, além de outros pontos da cidade (Irecê Reporter).

A comparação espacial com o mapeamento desenvolvido por Morais (2024) revelou correspondência visual entre setores classificados como críticos nos dois estudos. Essa correspondência sugere consistência espacial do HAND para o reconhecimento preliminar de áreas com maior propensão à inundação. A análise com a densidade demográfica (Figura 2) mostrou que parte significativa das áreas de maior suscetibilidade coincide com setores densamente ocupados, aumentando a relevância do diagnóstico para a gestão municipal. Entretanto, a relação não é direta para toda a malha urbana, pois há áreas densas sem indicação de risco elevado, o que demonstra a importância da variável topográfica relativa na avaliação.

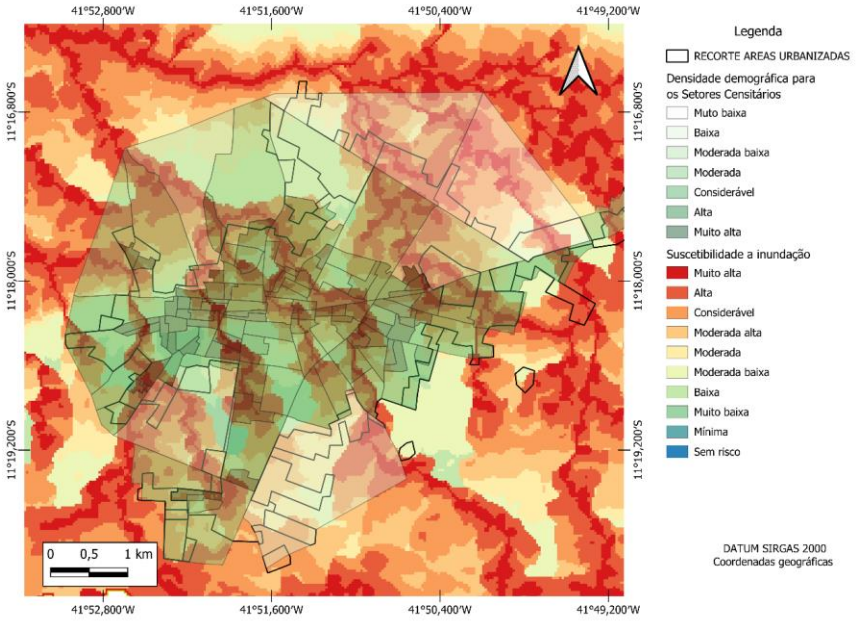


Figura 2. Mapa comparativo das áreas de risco com a densidade urbana. Fonte: autoria própria.

CONCLUSÕES

A aplicação do HAND Model permitiu identificar, de forma objetiva e espacializada, áreas suscetíveis a inundações na zona urbana de Irecê-BA. A metodologia mostrou-se adequada como ferramenta de

triagem e diagnóstico preliminar, principalmente por utilizar dados altimétricos, de baixa resolução espacial, de livre acesso e processamento em ambiente SIG. Os resultados indicaram setores críticos em áreas consolidadas e de relevância urbana, como Mercadão, Praça Ayrton Sena, Hospital Regional, bairro Paraíso, Vila Esperança e Loteamento Viversu.

A proximidade entre o mapa obtido e o mapeamento prévio de Morais (2024), bem como a sobreposição parcial com setores de maior densidade demográfica, evidencia o potencial do HAND para subsidiar ações de planejamento urbano, priorização de estudos complementares e definição de áreas estratégicas para mitigação de riscos, em consonância com sua aplicação como indicador de extensão potencial de inundação apresentada por Nobre *et al.* (2016). Como limitação, destaca-se que o método representa a suscetibilidade com base na topografia relativa, sem simular diretamente vazões, capacidades de galerias, obstruções, uso do solo ou dinâmica hidráulica detalhada. Dessa forma, recomenda-se sua utilização como etapa inicial de diagnóstico, a ser complementada por levantamentos de campo, modelos hidrológicos e hidráulicos e análise socioambiental.

REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Catálogo de Metadados da ANA. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/0f57c8a0-6a0f-4283-8ce3-114ba904b9fe

Irecê Repórter. “Irecê encerra fevereiro com chuva torrencial”. Instagram, 28 de fevereiro de 2026. Disponível em: https://www.instagram.com/reel/DVUBsjnkVV6/?igsh=MWQwdGR5M2NqMHRwMg==

MORAIS, G. L. V. (2024). Modelagem da vulnerabilidade às inundações da cidade de Irecê-BA. Dissertação de Mestrado Profissional em Planejamento Territorial, Universidade Estadual de Feira de Santana.

NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; HODNETT, M.; RENNÓ, C. D.; RODRIGUES, G.; SILVEIRA, A.; WATERLOO, M.; SALESKA, S. (2011). “Height Above the Nearest Drainage, a hydrologically relevant new terrain model”. Journal of Hydrology.

NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; MOMO, M. R.; SEVERO, D. L.; PINHEIRO, A.; NOBRE, C. A. (2016). “HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent”. Hydrological Processes, v. 30, p. 320-333.

O'CALLAGHAN, J. F.; MARK, D. M. (1984). “The extraction of drainage networks from digital elevation data”. Computer Vision, Graphics and Image Processing, v. 28, p. 323-344.

TV Bahia. Hospital, ruas e casas ficam alagadas após chuva forte em Irecê; famílias desalojadas são levadas para escolas. G1 Notícias. Novembro de 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2020/11/03/hospital-ruas-e-casas-ficam-alagadas-apos-chuva-forte-em-irece.ghtml