

DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL DE ÁREAS COM RISCO HIDROLÓGICO NO SÍTIO URBANO DE MANAUS (AM)

Pedro Henrique de Sousa Pereira ¹, Rogério Ribeiro Marinho ²

RESUMO

Este estudo teve como objetivo caracterizar as áreas de risco hidrológicos (alagamentos e inundação) em Manaus, unindo a análise da morfometria do terreno com os tipos de uso e ocupação do solo urbano. Os resultados indicam que o grau de risco dos setores é resultado de uma combinação de fatores naturais e antrópicos. Os setores de risco com grau médio (R2), em particular, se destacaram por apresentar um relevo significativamente irregular, com grande variação de altitude e a presença de vales encaixados, características que, somadas à maior área construída, o tornam propenso a inundações e alagamentos localizados. Embora a análise da curvatura do terreno mostre que todos os setores tendem a concentrar água, o risco hidrológico não está limitado apenas à urbanização, sendo amplificado também pela heterogeneidade do tipo de uso do solo e remoção da vegetação nativa. Esses resultados reforçam a necessidade de uma abordagem integrada, onde os atributos do relevo e as atividades humanas são considerados de forma conjunta para uma compreensão completa do risco. Portanto, a mitigação eficaz das ocorrências de inundações em Manaus exige soluções para além da recuperação da mata ciliar. É necessário um planejamento urbano que promova o reordenamento das ocupações em áreas de risco e a regeneração de áreas de preservação permanente.

PALAVRAS-CHAVE: Inundação, Uso do solo Urbano, Risco hidrológico.

INTRODUÇÃO

De acordo com Tominaga (2015), os principais fenômenos relacionados a desastres socioambientais no Brasil são derivados da dinâmica externa da Terra, como inundações, enchentes, escorregamentos de solos e tempestades. Na Amazônia, as inundações urbanas estão mais relacionadas a problemas de planejamento do que a características naturais (Stevaux et al., 2009). No contexto dos eventos hidrológicos extremos, Manaus (AM) tem sido impactada significativamente com a ocorrência de inundações e alagamentos. Dessa forma, a realização de estudos voltados ao entendimento de áreas com risco de inundação apresenta grande relevância, propondo subsídios voltados ao planejamento territorial, buscando compreender não apenas os processos relacionados ao uso e ocupação do solo urbano, mas também as mudanças na estrutura e o funcionamento da paisagem. Assim, este estudo teve como objetivo a caracterização morfométrica e os aspectos voltados ao uso e ocupação do solo urbano em áreas com risco hidrológico (alagamentos e inundação) na área urbana de Manaus.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se a base de dados morfométricos derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE) do projeto TOPODATA/INPE. Foram extraídas as classes de declividades, as formas de terreno e a hipsometria das bacias hidrográficas da área urbana de Manaus. Os setores de risco hidrológico foram obtidos por meio dos dados providenciados no mapeamento de áreas de risco (2019) realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB). Os atributos morfométricos foram processados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), utilizando o software QGIS 3.34, por meio do qual tornou-se possível a elaboração de produtos cartográficos para eventual análise.

¹ Aluno do curso de Geografia da Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: pereira.geog@gmail.com

² Docente no Departamento de Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: rogeo@ufam.edu.br

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os setores de risco classificados em diferentes graus (R1, R3 e R4) possuem uma variação de elevação do terreno moderada a intermediária, enquanto os setores em grau de risco médio (R2) se destacam por ter a maior variação altimétrica, com elevações que variam de 12 a 80 metros (ver quadro 1), apresentando um relevo mais irregular e com maior variedade de formas. Em relação à declividade, os setores com baixo grau de risco (R1) apresentam as maiores inclinações médias, e os setores classificados como risco médio (R2) exibem maiores variabilidades, com inclinações que variam de áreas planas a encostas muito íngremes.

Quadro 1: Grau de risco dos setores e atributos morfométricos.

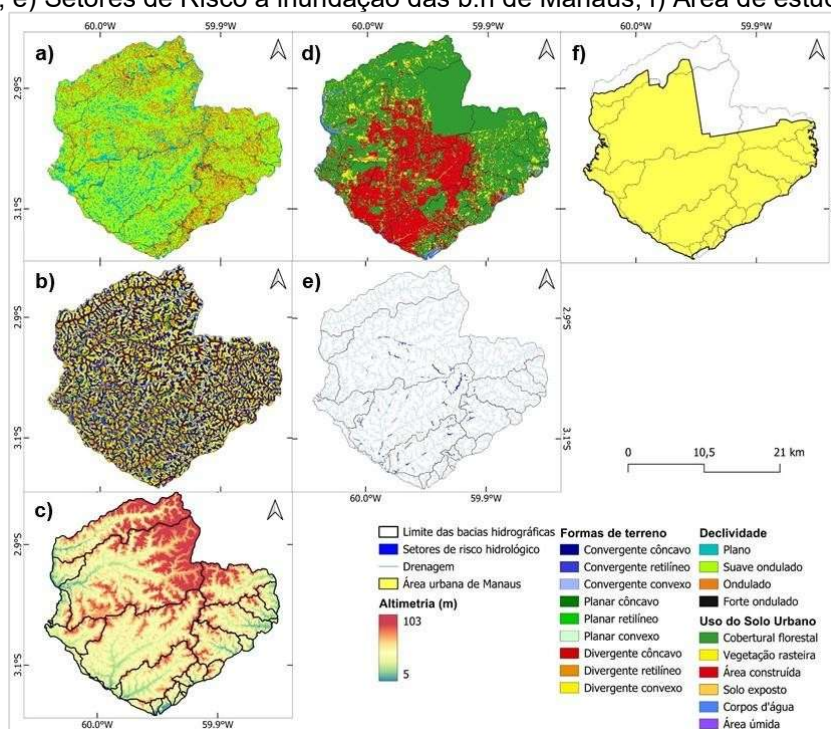
Grau de Risco	Altitude (m)			Declividade (°)			Curvatura horizontal (°/m)		Curvatura Vertical (°/m)	
	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx..
R1	23,96	39,65	59,16	1,35	5,32	14,07	-0,0014	+0,0005	-0,0018	+0,0002
R2	39,98	12,00	80,02	0,00	3,56	48,30	-0,0047	+0,0019	-0,0056	+0,0010
R3	34,89	12,50	57,83	0,00	4,00	27,61	-0,0015	+0,0009	-0,0019	+0,0003
R4	39,77	24,68	52,33	0,02	1,40	11,45	-0,0005	+0,0001	-0,0007	+0,0001

Fonte: Topodata/INPE

De modo geral, a análise das curvaturas das vertentes mostra que todos os setores apresentam superfícies côncavas, o que significa que o terreno tende a concentrar o fluxo de água (VALERIANO, 2008b). Os setores R2 exibem maior variabilidade nas curvaturas horizontais e verticais, tendo curvaturas verticais negativas mais acentuadas (-0,0056), o que pode indicar a presença de vales encaixados. Essa variabilidade morfológica faz com que os setores R2 sejam mais propensos à ocorrência de inundações localizadas.

Em relação ao uso do solo urbano, os setores de alto risco (R3) apresentam características intermediárias com ocupação mista (16 setores em floresta, 44 em áreas construídas, 1 em área úmida e 1 em vegetação rasteira). Setores de risco muito alto (R4) têm menor complexidade de uso do solo (1 setor com uso florestal, 7 setores sob áreas construídas). Os setores de risco R2 possuem a maior área construída (186 setores), seguido por R3 (44), R1 (6) e R4 (7). O risco hidrológico não se relaciona apenas à urbanização, mas à configuração espacial e heterogeneidade do uso do solo. Além disso, a remoção da cobertura vegetal afeta a dinâmica hidrológica. Muitos setores de risco são naturalmente suscetíveis a inundações devido às características morfométricas e uso do solo urbano, onde a área construída favorece o acúmulo de água. Embora a recuperação da vegetação seja importante, ela sozinha não é suficiente para resolver o problema das inundações; é necessário um plano de reordenamento urbano (Manaus, 2024), desocupando Áreas de Preservação Permanente (APPs) e regenerando a mata ciliar para reduzir impactos.

Figura 1 – a), b), c): atributos morfométricos das bacias hidrográficas de Manaus; d) Uso do solo urbano das b.h de Manaus; e) Setores de Risco a inundação das b.h de Manaus; f)  rea de estudo.



Elaboração: os autores. Fonte: IBGE (2022); ESA (2021), TOPODATA/INPE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O risco hidrológico nas áreas urbanas analisadas é resultado da combinação de características naturais e da ocupação humana. Os setores de risco alto e muito alto (R3 e R4) são vulneráveis não apenas pela presença de construções, mas também por estarem em terrenos com inclinações e curvaturas que favorecem o acúmulo de  gua. Os setores com grau de risco R2, em particular, é o mais complexo por apresentar um relevo irregular e maior área construída, o que, somado à sua morfologia de vales encaixados, o torna propenso a inundações. Por fim, a mitigação de problemas relacionados a risco de inundação vai além da simples recuperação da vegetação.   necessário um planejamento urbano que inclua o reordenamento das ocupações e a regeneração de áreas de preservação permanente para, de fato, reduzir os impactos hidrológicos na cidade.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica e   FAPEAM (EDITAL N.  004/2024 PEX CT&I).

REFERÊNCIAS

MANAUS. DEFESA CIVIL. **Plano de Contingência (PLACON)**. Manaus: Defesa Civil, 2024.

STEVAUX, J. C. et al. Floods in urban areas of Brazil. In: **Developments in earth surface processes**. [s.l.]: Elsevier, 2009. v. 13, p. 245–266.

TOMINAGA, K. L. Desastres Naturais: por que ocorrem?. In: Tominaga, L. K. Et al. (Org.). **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

VALERIANO, M, M. Dados topográficos. In: Florenzano, T.G (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008.