PRIORIZAÇÃO MULTICRITÉRIO DE ÁREAS VULNERÁVEIS PARA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA NO VALE DO REGINALDO

João Vitor Isidoro dos Santos[1]; Wesley Douglas Oliveira Silva[2] Águida Vitória Lopes de Souza[3]; Maria Alyne dos Santos Lima[4]; Hemmylly Cawanne Alves Pedro[5]; Iago José de Lima Silva[6] Rogerio Leite dos Santos[7]; Nélia Henriques Callado[8]

RESUMO – O intenso crescimento da urbanização tem favorecido a ocupação de áreas suscetíveis a desastres naturais, como alagamentos, e a degradação da qualidade físico-química da água. Este estudo tem como objetivo priorizar áreas vulneráveis para resiliência hídrica urbana no Vale do Reginaldo, Maceió-AL. A abordagem foi exploratório-descritiva e multicritério, utilizando Modelo Digital de Elevação NASADEM derivado no QGIS para obter declividade e rugosidade. Foram integrados quatro indicadores em SIG: Índice de Risco de Alagamento (IRA), diagnóstico físico-químico da água (QA) conforme Resolução CONAMA nº 357/2005, declividade e rugosidade. O Índice de Criticidade (IC) foi calculado por soma ponderada (IRA = 0,40; QA = 0,35; rugosidade = 0,15; declividade = 0,10). Os resultados indicaram degradação generalizada da qualidade da água e maior suscetibilidade a alagamentos nas áreas urbanizadas de baixa declividade. As Regiões 4 (Ouro Preto) e 5 (Rotary) apresentaram os maiores valores de IC (2,75 e 3,15), classificadas como muito alta prioridade. Conclui-se que a abordagem multicriterial em SIG é eficaz para identificar e hierarquizar áreas prioritárias para intervenção em gestão hídrica urbana.

Palavras-Chave – Resiliência hídrica urbana; Análise multicritério; Alagamentos urbanos.

ABSTRACT– Rapid urbanization has intensified the occupation of areas vulnerable to natural hazards, such as urban flooding, and has contributed to the degradation of water quality. This study aimed to prioritize vulnerable areas as a subsidy for urban water resilience in the Vale do Reginaldo watershed, Maceió, Alagoas, Brazil. An exploratory-descriptive and multicriteria approach was adopted using the NASADEM Digital Elevation Model processed in QGIS to derive slope and terrain roughness. Four indicators were integrated in a Geographic Information System (GIS): Flood Risk Index (FRI), water quality assessment (WQA) based on CONAMA Resolution No. 357/2005, slope, and terrain roughness. A Criticality Index (CI) was calculated using a weighted sum approach (FRI

[1]) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 3214-1461, vitorisidoro.rhs@gmail.com.
[2]) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 3214-1461, wesley.oliveira@feac.ufal.br.
[3]) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 3214-1461, aguida.souza@ctec.ufal.br.
[4]) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 3214-1461, maria.alyne@ctec.ufal.br.
[5]) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 3214-1461, cawanne@gmail.com.
[6]) Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 3214-1461, iago.silva@icat.ufal.br.
[7]) Graduando em Engenharia Florestal no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – Al, (82) 3261-1676, rogerio.santos@ceca.ufal.br.
[8]) Docente do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Universidade Federal de Alagoas, Campus A. C. Simões, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió – AL, (82) 99992- 8087, ncallado@ctec.ufal.br.

= 0.40; WQA = 0.35; roughness = 0.15; slope = 0.10). The results indicated widespread water quality degradation and greater flood susceptibility in low-slope urbanized areas. Regions 4 (Ouro Preto) and 5 (Rotary) presented the highest CI values (2.75 and 3.15), being classified as very high priority areas. The study concludes that the GIS-based multicriteria approach is effective in identifying and ranking priority areas for urban water management interventions, supporting strategies to strengthen urban water resilience.

Palavras-Chave – Urban water resilience; Multicriteria analysis; Urban flooding.

1. INTRODUÇÃO

O intenso crescimento da urbanização ao longo das últimas décadas tem favorecido a ocupação de áreas inadequadas e suscetíveis a desastres naturais, como inundações, erosões e deslizamentos de terra (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2015). Segundo Alves (2025), a impermeabilização do solo, associada à ocupação irregular de margens de cursos d'água e fundos de vale, contribui significativamente para o aumento do escoamento superficial e da ocorrência de alagamentos urbanos.

Além dos impactos hidrológicos, o processo acelerado de urbanização tem intensificado os problemas relacionados à drenagem urbana, favorecendo a ocorrência de alagamentos e impactos ambientais em áreas urbanizadas (SILVEIRA, 2025). Adicionalmente, Carlson et al. (2011) descrevem que a expansão urbana e o aumento do escoamento superficial contribuem para o transporte de poluentes e para a degradação da qualidade da água, elevando a vulnerabilidade ambiental dos recursos hídricos urbanos.

Frente a esses desafios, a gestão de riscos urbanos tem incorporado abordagens voltadas à redução da vulnerabilidade e ao fortalecimento da resiliência hídrica urbana, considerando estratégias mais integradas para prevenção e mitigação de desastres (NAÇÕES UNIDAS, 2015). A resiliência hídrica urbana refere-se à capacidade dos sistemas urbanos de antecipar, absorver e responder aos impactos decorrentes de eventos hidrológicos extremos e da degradação dos recursos hídricos. Nesse sentido, ferramentas geoespaciais e abordagens multicritério têm se destacado como importantes instrumentos de apoio à decisão, permitindo a identificação de áreas críticas e o planejamento de ações mais eficientes frente aos riscos socioambientais urbanos (BUENO et al., 2021; REZAEI SOUFI et al., 2021).

Sob essa perspectiva, as abordagens multicritério em ambiente SIG têm sido amplamente utilizadas na integração de indicadores ambientais, hidrológicos e territoriais, permitindo a identificação e priorização espacial de áreas vulneráveis a diferentes tipos de riscos ambientais e

urbanos. A combinação de dados geoespaciais, métodos multicritério e ferramentas de geoprocessamento contribui para o apoio à tomada de decisão e para a definição de áreas prioritárias de intervenção, mostrando-se uma abordagem eficiente para a gestão de riscos urbanos e ambientais e para a avaliação da vulnerabilidade socioambiental (SILVEIRA, 2008; SILVEIRA; VETTORAZZI; VALENTE, 2008; SANTOS et al., 2025).

Apesar da recorrência de alagamentos e da degradação ambiental no Vale do Reginaldo, são escassos os estudos que integrem indicadores hidrológicos, ambientais e topográficos em ambiente SIG para a priorização de áreas vulneráveis (Miyazaki, 2019). Assim, este estudo objetiva priorizar áreas vulneráveis aos alagamentos urbanos e à degradação ambiental no Vale do Reginaldo, Maceió-AL, visando subsidiar ações de resiliência hídrica urbana e apoio à tomada de decisão. A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

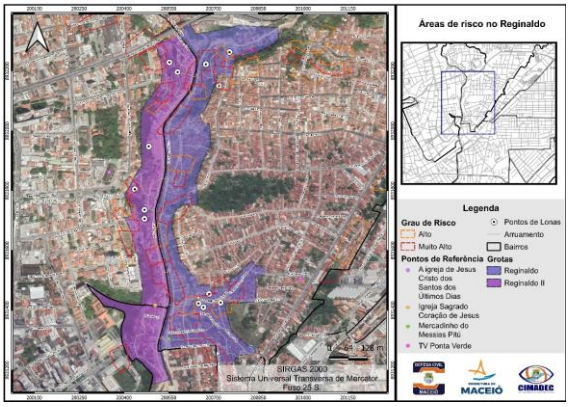


Figura 01 – Localização do Vale do Reginaldo, Maceió-AL

2. METODOLOGIA

2.1 Delineamento metodológico e caracterização topográfica da área de estudo

A pesquisa adotou abordagem exploratório-descritiva e multicriterial, aplicada ao Vale do Reginaldo, em Maceió (AL), área marcada por recorrência de alagamentos e ocupação urbana em encostas e planícies de inundação. O Vale apresenta elevada vulnerabilidade hidrológica e ambiental, associada à baixa capacidade de drenagem e à ocupação desordenada do solo (Holz, 2010; Pimentel, 2009). Como base topográfica principal, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) NASADEM (SRTM reprocessado), com resolução espacial de 1 segundo de arco. A partir desse modelo foram derivados os mapas de declividade e rugosidade do terreno no software QGIS versão 3.44.8, utilizando-se de ferramentas de análise de terreno do SAGA/GDAL. A declividade foi calculada com base na variação altimétrica entre células adjacentes do MDE, enquanto a rugosidade foi obtida a partir da variabilidade do relevo entre células vizinhas, representando o grau de irregularidade da superfície.

2.2 Seleção de múltiplos critérios

A seleção de indicadores considerou quatro variáveis organizadas em três categorias analíticas. Na categoria hidrológica, adota-se o Índice de Risco de Alagamento (IRA). Na categoria de qualidade hídrica, utiliza-se o diagnóstico físico-químico (QA). Já na categoria topográfica, incluem-se dois indicadores: declividade (i) e rugosidade (n).

2.3 Índice de risco de alagamento (IRA)

O IRA utilizado foi adotado de Holz (2009) e calculado pela soma dos quatro indicadores (Equação 1):

$$IRA = Ic + If + Ip + Iq \quad (1)$$

Onde Ic é o Indicador de Consequência, If o Indicador de Frequência, Ip o Indicador de População Atingida e Iq o Indicador de Geração de Escoamento Superficial. O IRA varia de 4 (menor risco) a 16 (maior risco). Foram analisadas as 12 regiões de alagamento delimitadas por Holz (2009), distribuídas ao longo da bacia do Vale do Reginaldo.

2.4 Classificação da qualidade físico-química da água conforme Resolução CONAMA nº 357/2005

Os dados de qualidade da água foram obtidos de Pimentel (2009), abrangendo 11 pontos de monitoramento na bacia do Riacho Reginaldo. Os pontos obtiveram georreferenciamento e associação às regiões de alagamento definidas por Holz (2010). Para redução de redundâncias espaciais, realizou-se o agrupamento de pontos próximos por média aritmética, resultando em cinco pontos médios (PM01 a PM05), enquanto os demais permaneceram individualizados. Os parâmetros avaliados incluíram pH, amônia, demanda química de oxigênio (DQO) e oxigênio dissolvido (OD), utilizando-se valores médios quando aplicável. A classificação da qualidade físico-química da água seguiu a Resolução CONAMA nº 357/2005, nas categorias pouco degradada, degradada, muito degradada e extremamente degradada, posteriormente empregadas na análise multicritério.

2.5 Índice de Criticidade (IC)

Com o objetivo de integrar indicadores físico-ambientais e socioespaciais em uma única medida de apoio à priorização de áreas vulneráveis, foi desenvolvido neste estudo o Índice de Criticidade (IC), uma proposição metodológica elaborada pelos autores. O IC permite identificar os setores mais críticos do Vale do Riacho Reginaldo por meio de uma análise multicritério baseada na integração de indicadores hidrológicos, ambientais e topográficos. O procedimento compreendeu quatro etapas: (i)

padronização ordinal dos critérios; (ii) atribuição de notas conforme faixas ou classes predefinidas; (iii) definição de pesos relativos; e (iv) cálculo do IC por soma ponderada.

Na segunda etapa, adotam-se quatro critérios com respectivas faixas ou classes e atribuição de notas. O Critério 1 corresponde ao Índice de Risco de Alagamento (IRA), com faixas de 4–7 associadas à nota 1, 8–10 à nota 2, 11–13 à nota 3 e 14–16 à nota 4. O Critério 2 refere-se à qualidade físico-química da água, classificada em pouco degradada (nota 1), degradada (nota 2), muito degradada (nota 3) e extremamente degradada (nota 4). O Critério 3 corresponde à rugosidade do terreno, nas classes baixa (nota 1), média (nota 2) e alta (nota 3). O Critério 4 refere-se à declividade, também distribuída em baixa (nota 1), média (nota 2) e alta (nota 3).

Na terceira etapa, definem-se pesos que refletem a ênfase do estudo em alagamentos e degradação ambiental, atribuindo maior importância ao IRA: IRA = 0,40; Qualidade físico-química da água = 0,35; Rugosidade = 0,15; Declividade = 0,10 (soma = 1,00). A definição dos pesos baseia-se na revisão da literatura e na relevância dos critérios para a caracterização da vulnerabilidade socioambiental da área de estudo, conferindo maior importância aos indicadores diretamente relacionados aos impactos hidrológicos e à degradação da qualidade da água.

Na quarta etapa, o IC foi calculado por soma ponderada:

$$IC = (IRA \times 0{,}40) + (QA \times 0{,}35) + (RUG \times 0{,}15) + (DEC \times 0{,}10) \quad (2)$$

Onde QA, RUG e DEC correspondem às notas dos critérios qualidade físico-química, rugosidade e declividade, respectivamente. O Índice de Criticidade (IC) resultante foi classificado em quatro níveis de criticidade: 1,0 a 1,5 corresponde à categoria baixa; maior que 1,5 até 2,5, à categoria média; maior que 2,5 até 3,5, à categoria muito alta; e valores superiores a 3,5 à categoria crítica. Os intervalos de classe foram definidos por julgamento técnico dos autores, visando diferenciar os níveis de criticidade observados na área de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Modelo Digital de Elevação e caracterização topográfica

A caracterização topográfica do Vale do Reginaldo resultou nos mapas de declividade e rugosidade apresentados na Figura 2. Predominaram declividades entre 0% e 15%, com maiores valores nas áreas de cabeceira e menores nas porções de jusante, enquanto a rugosidade variou de baixa a média. As Regiões 1, 2, 9, 10 e 11 apresentaram baixa declividade e rugosidade; As Regiões

4, 5 e 7 apresentaram rugosidade média associada à baixa declividade; As Regiões 6 e 12 apresentaram condições intermediárias; E a Região 3 apresentou declividade média e rugosidade baixa. As Regiões 3 e 12 foram excluídas da análise de alagamentos devido à insuficiência de pontos cotados para delimitação das áreas inundáveis, conforme Holz (2010).

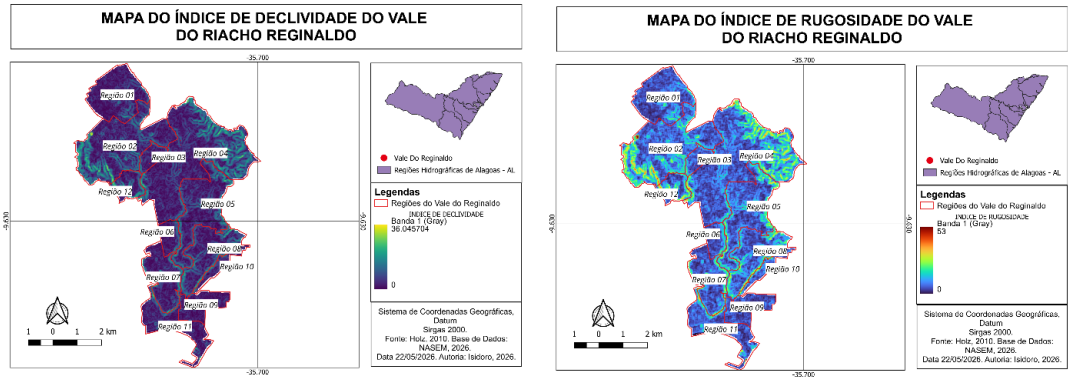


Figura 02 – Mapa integrado de declividade e rugosidade do terreno no Vale do Reginaldo

3.2 Suscetibilidade a alagamentos

A análise do Índice de Risco de Alagamento (IRA) indicou maior suscetibilidade nas áreas urbanizadas e de baixa declividade, especialmente a jusante da bacia. Conforme a figura 03 a Região 5 apresentou o maior valor de IRA (15), seguida pelas Regiões 4, 6 e 8, com valores classificados como altos. Esses resultados indicam maior suscetibilidade a alagamentos nas áreas urbanizadas localizadas em setores de baixa declividade.

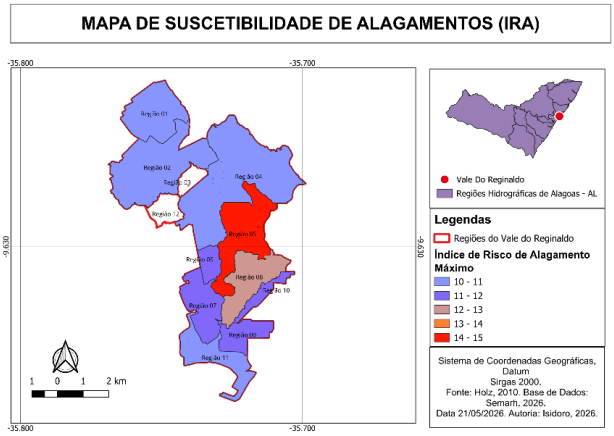


Figura 03 – Mapa de suscetibilidade de alagamentos (IRA) máximo por região

3.3 Qualidade físico-química da água

Os dados de qualidade físico-química da água indicaram predominância de condições degradadas a extremamente degradadas na bacia, associadas principalmente a elevadas concentrações

de amônia e DQO e baixos níveis de oxigênio dissolvido. A Região 2 apresentou a condição mais crítica, enquanto as Regiões 4 e 5 foram classificadas como muito degradadas.

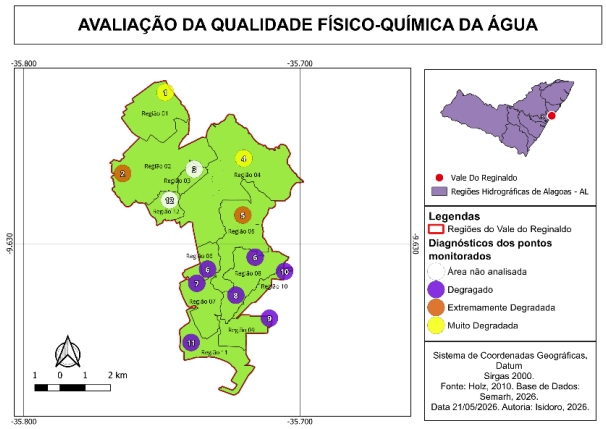


Figura 04 – Mapa de avaliação de qualidade físico-química da água por região

A Tabela 01 apresenta a síntese dos parâmetros físico-químicos da qualidade físico-químicada água por região da bacia do Vale do Reginaldo, incluindo pH, amônia, DQO, oxigênio dissolvido (OD) e a classificação geral de qualidade, evidenciando predominância de condições degradadas a extremamente degradadas ao longo da área de estudo. As Regiões 3 e 12 não foram analisadas devido à ausência de dados compatíveis para integração com as demais variáveis consideradas no estudo.

Tabela 01 – Síntese dos parâmetros físico-químicos da água

Região	Ponto	pH	Amônia	DQO	OD	Classificação
1	P1–P3	7,33	16,36	451,91	2,18	Muito degradado
2	P10–P11	7,07	22,20	301,74	0,50	Extremamente degradado
4	P10	7,12	24,57	392,68	0,50	Muito degradado
5	P9	7,13	21,30	312,03	1,11	Muito degradado
6	P6–P7	7,04	12,33	205,33	3,61	Degradado
7	P8–P9	7,04	12,28	189,27	2,36	Degradado
8	P6	7,09	15,35	253,41	2,20	Degradado
9	P8	7,12	9,20	125,12	2,51	Degradado
10	P7	6,99	9,32	157,25	5,02	Degradado
11	P4–P5	7,16	15,11	208,19	2,30	Degradado

3.4 Relação entre risco de alagamento e qualidade físico-química da água

A Figura 5 apresenta o diagrama de dispersão entre o Índice de Risco associado a Alagamentos (IRA) máximo e o oxigênio dissolvido (OD) nas regiões da bacia do Riacho Reginaldo. Observa-se predominância de valores de IRA entre 10 e 13, associados, em geral, a baixos valores de OD, variando de 0,5 a 3,6 mg/L. A Região 10 apresentou o maior valor de OD (5,02 mg/L), enquanto a

Região 5 registrou o maior IRA (15) e OD de 1,11 mg/L. A Figura 5 indica ausência de correlação significativa entre o IRA máximo e o OD.

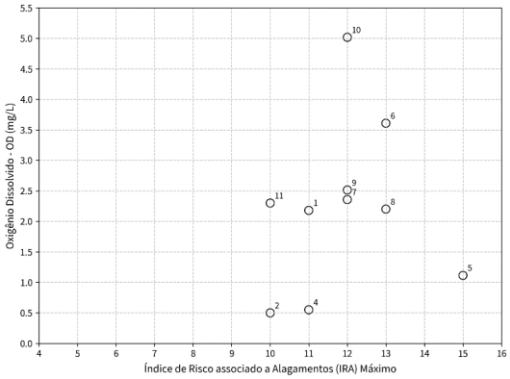


Figura 05 – Diagrama de dispersão entre o (IRA) máximo e o oxigênio dissolvido (OD)

3.5 Priorização de áreas vulneráveis

A Tabela 02 apresenta a síntese da integração multicritério utilizada para a geração do Índice de Criticidade (IC), considerando o Índice de Risco associado a Alagamentos (IRA), o diagnóstico de qualidade físico-química da água (QA), a rugosidade do terreno e a declividade, todos ponderados por pesos específicos. Observa-se que as Regiões 4 e 5 apresentaram os maiores valores de IC (2,75 e 3,15), sendo classificadas como prioridade muito alta.

Tais resultados indicam que as Regiões 4 e 5 constituem áreas prioritárias para intervenções voltadas à redução da vulnerabilidade socioambiental e ao fortalecimento da resiliência hídrica urbana.

Tabela 02 – Síntese da integração multicritério para geração do Índice de Criticidade (IC)

Região	IRA	QA	RUG	DEC	IC	Classe
1	1.2	1.05	0.15	0.10	2.50	Média
2	0.8	1.40	0.15	0.10	2.45	Média
4	1.2	1.05	0.30	0.20	2.75	Muito alta
5	1.6	1.05	0.30	0.20	3.15	Muito alta
6	1.2	0.70	0.15	0.10	2.15	Média
7	1.2	0.70	0.15	0.10	2.15	Média
8	1.2	0.70	0.30	0.20	2.40	Média
9	1.2	0.70	0.15	0.10	2.15	Média
10	1.2	0.70	0.15	0.10	2.15	Média
11	0.8	0.70	0.15	0.10	1.75	Média

As Regiões 1 e 2 foram classificadas como prioridade média, com IC de 2,50 e 2,45, respectivamente, enquanto as Regiões 6, 7, 8, 9, 10 e 11 apresentaram valores de IC entre 1,75 e 2,40, sendo classificadas predominantemente como média prioridade, associadas a menores pesos relativos

de qualidade físico-química da água e variabilidade topográfica. A Região 1 apresentou IC igual a 2,50, situando-se no limite superior da classe média

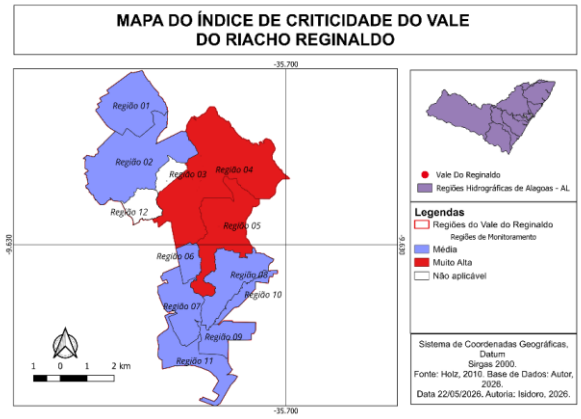


Figura 06 – Mapa de priorização de áreas vulneráveis da bacia do Riacho Reginaldo

4. CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam a interação entre fatores topográficos, hidrológicos e ambientais na determinação da vulnerabilidade do Vale do Reginaldo, com predominância de áreas de baixa declividade e rugosidade associadas à intensa urbanização, maior suscetibilidade a alagamentos nas regiões mais impermeabilizadas, especialmente a jusante da bacia, e condições de qualidade físico-química da água predominantemente degradadas. A integração multicritério dos indicadores por meio do Índice de Criticidade (IC) permitiu identificar e hierarquizar áreas prioritárias para intervenção, destacando as Regiões 4 e 5 como de prioridade muito alta, enquanto as demais apresentaram prioridade média. Assim, a abordagem baseada em SIG mostrou-se eficaz para a priorização de áreas vulneráveis e o apoio ao planejamento da resiliência hídrica urbana, recomendando-se, em estudos futuros, a utilização de dados de qualidade da água mais recentes para aprimorar as análises.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL).

REFERÊNCIAS

ALVES, D. P. S. (2025). “Geotecnologias na análise de áreas de risco hidrológico em centros urbanos: estudo de caso em Campina Grande (PB)”. *Engenharia Sanitária e Ambiental*. DOI: 10.1590/S1413-415220250103.

BUENO, S.; BAÑULS, V. A.; GALLEGO, M. D. (2021). “Is urban resilience a rising phenomenon? A systematic literature review”. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 66. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2021.102588.

CARLSON, M. A.; LOHSE, K. A.; MCINTOSH, J. C.; MCLAIN, J. (2011). "Impacts of Urbanization on Groundwater Quality and Recharge in a Semi-arid Alluvial Basin". *Journal of Hydrology*, 409(1–2), 196–211. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2011.08.020.

HOLZ, J. (2010). Levantamento e mapeamento do índice de risco de alagamento da Bacia do Riacho Reginaldo. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento), Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió.

NAÇÕES UNIDAS (2015). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. ONU.

MIYAZAKI, L. C. P.; NUNES, J. O. R. Análise da vulnerabilidade socioambiental à ocupação do relevo na cidade de Presidente Prudente/SP. Brazilian Geographical Journal, Uberlândia, v. 10, n. 2, 2019.

PIMENTEL, I. M. C. (2009). Avaliação quali-quantitativa das águas do Riacho Reginaldo e seus afluentes. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Recursos Hídricos e Saneamento), Universidade Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió.

REZAEI SOUFI, H.; ESFAHANIPOUR, A.; AKBARPOUR SHIRAZI, M. (2021). "Risk reduction through enhancing risk management by resilience". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 64, 102497. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2021.102497.

SANTOS, A. F.; SOUZA, L. M.; PEREIRA, R. C. (2025). "TVISARS-CoV-2: um índice multicritério e a dinâmica urbana em Minas Gerais, Brasil". *Revista de Saúde Pública*, 59. DOI: 10.11606/S1518-8787.2025059006877.

SANTOS, A. F.; SOUZA, L. M.; PEREIRA, R. C. (2025). "TVISARS-CoV-2: um índice multicritério e a dinâmica urbana em Minas Gerais, Brasil". *Revista de Saúde Pública*, 59. DOI: 10.11606/S1518-8787.2025059006877.

SILVA, S. A.; GAMA, J. A. S.; CALLADO, N. H.; SOUZA, V. C. B. (2017). "Saneamento básico e saúde pública na Bacia Hidrográfica do Riacho Reginaldo em Maceió, Alagoas". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22(4), 699–709. DOI: 10.1590/S1413-41522017146971.

SILVA JUNIOR, A. B.; ANTONIO, G. B.; SILVA, R. M.; et al. (2021). "Effect of spatial and temporal variability of gauged and radar rainfall data on hydrological modeling of urban basins". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 26. DOI: 10.1590/2318-0331.262120200058.

SILVEIRA, G. B. (2025). "Uso de Soluções baseadas na Natureza (SbN) pela Gestão Pública Brasileira no Manejo de Águas Pluviais Urbanas". *urbe, Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 17. DOI: 10.1590/2175-3369.016.e20240012.

SILVEIRA, H. L. F.; VETTORAZZI, C. A.; VALENTE, R. O. A. (2008). "Avaliação multicriterial no mapeamento de risco de incêndios florestais, em ambiente SIG, na bacia do Rio Corumbataí, SP". *Revista Árvore*, 32(2), 259–268.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Orgs.) (2015). *Desastres naturais: conhecer para prevenir*. 3. ed. Instituto Geológico, São Paulo, 196 p.