REVISTA Geoconexões On Line

Avaliação dos elementos de drenagem urbana na bacia do Riacho Malhada em Juazeiro-BA

LIMA, Lucas Otávio Lourenço[1]
PEREIRA NETO, Silvio[2]
AMORIM, Miriam Cleide Cavalcante[3]

Recebido (Received): 30/08/2026 Aceito (Accepted): 03/10/2026

Como citar este artigo: LIMA, L. O.; PEREIRA NETO, S.; AMORIM, M.C.C.; Avaliação dos elementos de drenagem urbana na bacia do Riacho Malhada em Juazeiro-BA, v. 6, e2026001, p. 164-178, 2026.

RESUMO: A expansão urbana e a impermeabilização do solo alteram as condições de escoamento das águas pluviais e ampliam os problemas associados à drenagem urbana. Este trabalho teve como objetivo avaliar os sistemas de drenagem urbana da bacia do Riacho Malhada, em Juazeiro-BA, considerando a micro e a macrodrenagem, a dinâmica de uso e ocupação do solo e a suscetibilidade à inundação. A análise foi realizada a partir de imagens do Google Earth Pro e Google Street View, vetorização em ambiente SIG, com uso do QGIS, dados da Coleção 10.1 do MapBiomas e informações do módulo de Risco Climático do MapBiomas. Foram identificados os principais elementos de micro e macrodrenagem e analisadas mudanças no uso e ocupação do solo e a distribuição espacial das áreas suscetíveis. Os resultados indicaram deficiência na infraestrutura de microdrenagem, especialmente quanto ao número de bocas de lobo, predominância de canais retificados na macrodrenagem, aumento de 43,7% da área urbanizada entre 2004 e 2024 e concentração da infraestrutura de drenagem em áreas classificadas como de alta e muito alta suscetibilidade. Conclui-se que a infraestrutura existente é insuficiente para reduzir a vulnerabilidade hidrológica da bacia, indicando a necessidade de planejamento integrado da drenagem urbana e de soluções sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Microdrenagem, macrodrenagem, geoprocessamento.

Assessment of urban drainage elements in the malhada stream watershed in juazeiro, Bahia, Brazil

ABSTRACT: Urban expansion and soil sealing alter stormwater runoff conditions and intensify problems associated with urban drainage. This study aimed to evaluate the urban drainage systems of the Malhada Stream watershed in Juazeiro, Bahia, Brazil, considering micro- and macro-drainage, land use and land cover dynamics, and flood susceptibility. The analysis was based on images from Google Earth Pro and Google Street View, GIS mapping using QGIS, MapBiomas Collection 10.1 data, and information from the MapBiomas Climate Risk module. The main micro- and macro-drainage elements were identified, together with changes in land use and land cover and the spatial distribution of susceptible areas. The results indicated deficiencies in the micro-drainage infrastructure, particularly regarding the number of storm drains, a predominance of channelized and rectified waterways in the macro-drainage system, a 43.7% increase in urbanized area between 2004 and 2024, and a concentration of drainage infrastructure in areas classified as having high and very high susceptibility. The existing infrastructure is insufficient to reduce the watershed's hydrological vulnerability, indicating the need for integrated urban drainage planning and sustainable solutions.

KEYWORDS: Micro-drainage, macro-drainage, geoprocessing..

[1] Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). E-mail: lucas.lourenco@discente.univasf.edu.br, Orcid.: https://orcid.org/0009-0004-8772-5211
[2] Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). E-mail: silvio.pereira@discente.univasf.edu.br, Orcid.: https://orcid.org/0009-0008-7371-6276
[3] Engenheira Química pela Universidade Católica de Pernambuco, Doutora e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: miriam.cleide@univasf.edu.br Orcid: https://orcid.org/0000-0003-0887-7790

Introdução

A drenagem urbana constitui um dos componentes do saneamento básico e está diretamente relacionada ao processo de urbanização, uma vez que a expansão das áreas impermeabilizadas modifica o ciclo hidrológico e aumenta o escoamento superficial, podendo intensificar problemas de alagamentos, inundações e degradação dos corpos hídricos urbanos (Tucci, 2002; Tucci, 2012; Fletcher et al., 2024). Esses efeitos tornam-se mais relevantes diante da expansão urbana e das mudanças na intensidade dos eventos de precipitação, ampliando os desafios para os sistemas convencionais de manejo das águas pluviais (Fletcher et al., 2024).

Os sistemas de drenagem urbana são estruturados, de forma integrada, em subsistemas de microdrenagem e macrodrenagem (Tucci, 2002; Silva, 2025). A microdrenagem compreende os dispositivos responsáveis pela captação e condução inicial do escoamento superficial, enquanto a macrodrenagem envolve estruturas e cursos d'água de maior escala, responsáveis pela condução das vazões provenientes das áreas contribuintes da bacia hidrográfica (Silva, 2023; GEOHIDRO, 2010). Dessa forma, deficiências em qualquer desses componentes podem comprometer o funcionamento do sistema de drenagem e contribuir para a ocorrência de alagamentos urbanos (Tucci, 2012; GEOHIDRO, 2010).

Além da função hidráulica, os cursos d'água urbanos constituem elementos dos ecossistemas urbanos e sofrem alterações decorrentes da urbanização, incluindo mudanças no regime de escoamento, aumento da concentração de nutrientes e contaminantes e redução da qualidade ambiental (Anim; Banahene, 2021; Marques; Cunico, 2023). Nesse sentido, a análise da drenagem deve considerar a relação entre o funcionamento hidráulico da bacia e as condições ambientais dos riachos, especialmente em áreas submetidas a intervenções como canalização, retificação e ocupação das margens (Anim; Banahene, 2021; Pradilla; Hack, 2024).

Em Juazeiro-BA, estudos anteriores já identificaram problemas relacionados ao manejo das águas pluviais, incluindo alagamentos, deficiência de sistemas de microdrenagem e necessidade de reavaliação da macrodrenagem. O diagnóstico do PEMAPES também identificou o Riacho Macarrão como importante componente da drenagem das águas pluviais da área urbana e registrou a existência de trechos canalizados e áreas sujeitas a alagamentos ao longo de seu sistema. Esses registros evidenciam a necessidade de avaliações que

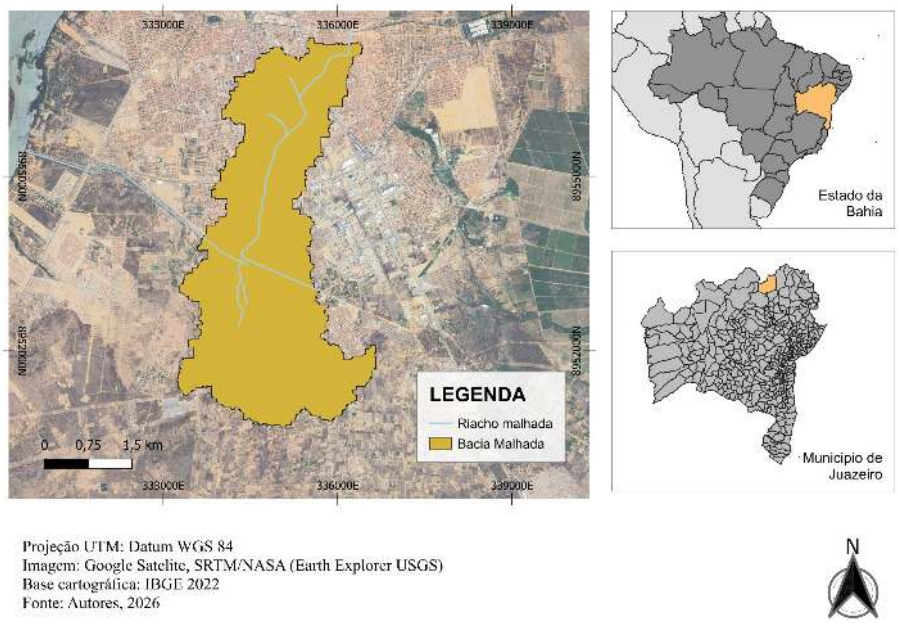
considerem a dinâmica da drenagem em escala de bacia e suas relações com a ocupação urbana (GEOHIDRO, 2010; Fletcher et al., 2024).

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo avaliar os sistemas de drenagem urbana na bacia do Riacho Malhada, em Juazeiro-BA, por meio da análise da micro e macrodrenagem e da identificação de áreas críticas, incluindo trechos retificados e áreas suscetíveis a alagamentos. Busca-se, assim, subsidiar propostas futuras voltadas ao planejamento e à gestão integrada da drenagem urbana da região.

Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Riacho Malhada, uma sub-bacia inserida no sistema de drenagem do Riacho Macarrão e, consequentemente, na bacia hidrográfica do Rio São Francisco. A área de drenagem possui aproximadamente 12,68 km² e está localizada no município de Juazeiro, no estado da Bahia, conforme apresentado na Figura 1. A delimitação da bacia foi adotada como unidade espacial para a análise dos elementos de drenagem, da dinâmica do uso e ocupação do solo e das áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada (Amorim et al., 2020; GEOHIDRO, 2010).

Figura 1 – Localização geográfica da bacia Malhada.



Fonte: Autores, 2026.

A região apresenta clima classificado como BSwh' segundo Köppen-Geiger-Pohl, caracterizado como clima de estepe, com precipitação anual média inferior a 580 mm e temperaturas médias anuais superiores a 24 °C (Teixeira, 2009). A bacia apresenta topografia predominantemente plana e suavemente ondulada, características que influenciam a dinâmica do escoamento superficial e a configuração da rede de drenagem (Amorim et al., 2020).

O município de Juazeiro está situado no extremo norte do estado da Bahia, à margem direita do Rio São Francisco, integrando a região do Baixo Médio São Francisco e a Região Integrada de Desenvolvimento Econômico (RIDE) do Polo Petrolina (PE)/Juazeiro (BA). Segundo dados do Censo Demográfico de 2022, o município possui aproximadamente 237.821 habitantes e área territorial de 6.721,237 km² (IBGE, 2023).

A expansão urbana e a ocupação de áreas próximas aos cursos d'água têm produzido alterações nas condições ambientais da bacia. No bairro Alto do Cruzeiro, por exemplo, foram identificadas ocupações de Áreas de Preservação Permanente próximas às margens do Riacho Malhada, associadas a alterações ambientais e à ocupação urbana do entorno (Pereira Neto et al., 2025).

Identificação e classificação dos elementos de drenagem

A identificação dos elementos de drenagem foi realizada por meio da interpretação visual de imagens disponíveis no Google Earth Pro e no Google Street View. As imagens do Google Street View utilizadas no levantamento foram coletadas entre novembro de 2024 e julho de 2025, permitindo caracterizar temporalmente as condições observáveis da infraestrutura urbana. As plataformas foram utilizadas para identificação de dispositivos de drenagem, incluindo bocas de lobo, galerias, canais e demais estruturas visíveis nas imagens.

Os elementos identificados foram posteriormente vetorizados no QGIS e organizados em camadas temáticas. Os dados foram estruturados no sistema de referência geodésico WGS 84, com projeção UTM, zona 24S, permitindo a compatibilização espacial entre as diferentes bases utilizadas. O ambiente SIG possibilitou a organização, classificação e análise espacial dos elementos de drenagem identificados na área de estudo.

A classificação dos cursos d'água foi realizada a partir de características morfológicas e funcionais observáveis nas imagens. Foram considerados canais retificados os cursos d'água de origem natural que apresentavam alterações em sua configuração original, principalmente por meio de alinhamentos retilíneos ou geometrias regulares, mantendo

características que permitissem reconhecer sua integração com a rede de drenagem natural. Os canais artificiais foram caracterizados como estruturas construídas para a condução das águas pluviais, geralmente constituídas por concreto ou outros materiais estruturais e sem evidências visíveis de correspondência com um curso d'água natural.

A identificação e classificação dos elementos de drenagem foram realizadas exclusivamente por interpretação visual das imagens e análise espacial em ambiente SIG, sem validação de campo. Dessa forma, os resultados representam um diagnóstico dos elementos identificáveis nas bases utilizadas. A interpretação está sujeita a limitações relacionadas à resolução espacial das imagens, às diferentes datas de aquisição, à disponibilidade de registros do Street View e à precisão do georreferenciamento. Essas limitações são inerentes ao uso de imagens e produtos geoespaciais na caracterização de elementos urbanos de pequena dimensão e devem ser consideradas na interpretação dos resultados (Fletcher et al., 2024).

Análise temporal do uso e ocupação do solo

A dinâmica do uso e ocupação do solo foi analisada a partir da Coleção 10.1 do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso da Terra no Brasil (MapBiomas). Os dados são disponibilizados em formato matricial, com resolução espacial de 30 m, e apresentam uma série histórica anual de cobertura e uso da terra (MapBiomas, 2026). Foram selecionados os anos de 2004, 2014 e 2024, permitindo a comparação da evolução das classes em intervalos de aproximadamente dez anos.

Os dados foram recortados para o limite da bacia do Riacho Malhada e processados no QGIS. As áreas correspondentes às classes de uso e cobertura foram quantificadas em quilômetros quadrados e em percentual da área total da bacia, possibilitando a comparação temporal da ocupação territorial.

Identificação das áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada

Os dados referentes às áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada foram obtidos no módulo de Risco Climático do MapBiomas Brasil, utilizando os dados referentes ao ano de 2024. O produto disponibiliza a classificação das áreas urbanizadas segundo níveis de suscetibilidade, incluindo as categorias médio, alto e muito alto (MapBiomas, 2026).

A classificação utilizada pelo produto considera informações relacionadas à posição das áreas urbanizadas em relação à rede de drenagem e utiliza o modelo HAND (Height Above Nearest Drainage), além de outras bases empregadas pelo MapBiomas para a caracterização da suscetibilidade a eventos hidrológicos (MapBiomas, 2026).

Os dados foram processados em ambiente SIG no QGIS. Os arquivos raster foram utilizados em formato GeoTIFF e mantidos na resolução espacial de 30 m disponibilizada pelo MapBiomas. Posteriormente, as classes de suscetibilidade foram quantificadas espacialmente dentro dos limites da bacia, possibilitando a elaboração de tabelas e mapas temáticos.

Elementos de micro e macrodrenagem identificados

A análise espacial e a interpretação das imagens permitiram identificar oito tipos de elementos associados à drenagem urbana na bacia do Riacho Malhada. Na microdrenagem, foram identificadas bocas de lobo, galerias pluviais e dispositivo de dissipação. Na macrodrenagem, foram identificados canais retificados, canais artificiais, pontes, bacias de retenção e bacias de contenção. A distribuição dos elementos identificados é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Elementos de microdrenagem e macrodrenagem.

Elemento	Classificação	Valor
Bocas de lobo	Microdrenagem	5 un.
Galerias pluviais	Microdrenagem	318,524 m
Pontes	Macrodrenagem	21 un.
Canais retificados	Macrodrenagem	851,270 m
Canais artificiais	Macrodrenagem	700,756 m
Dispositivos de dissipação	Microdrenagem	1 un.
Bacias de retenção	Macrodrenagem	0,009 km²
Bacias de contenção	Macrodrenagem	0,004 km²

Fonte: Autores, 2026.

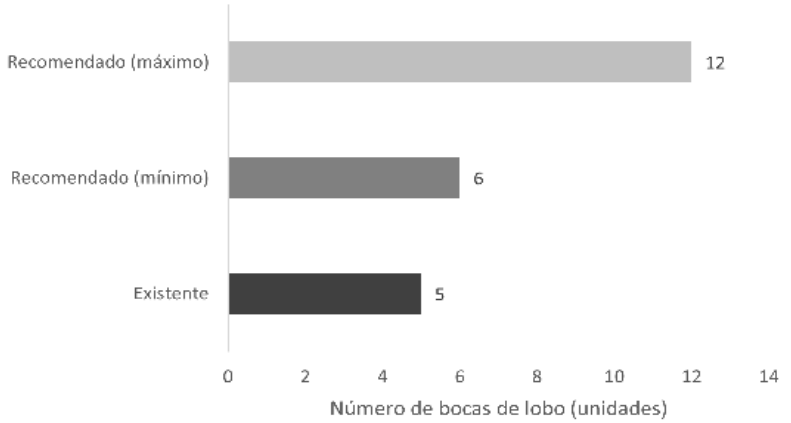
Para uma avaliação preliminar da distribuição das bocas de lobo, foi adotado o parâmetro apresentado por Mascaró (2005), segundo o qual um par de bocas de lobo, disposto em lados opostos da via, atende geralmente entre 300 e 800 m² de área viária. O autor ressalta que o espaçamento entre esses dispositivos depende das condições locais, especialmente da declividade da via e da intensidade da chuva (Mascaró, 2005).

Considerando o trecho analisado, com aproximadamente 318 m de galerias pluviais e largura média de 7 m, estimou-se uma área pavimentada de aproximadamente 2.226 m². A aplicação do intervalo proposto por Mascaró (2005) resulta em aproximadamente 3 a 8 pares

de bocas de lobo, equivalentes a 6 a 16 dispositivos. Foram identificadas cinco unidades na área estudada. Dessa forma, a quantidade observada encontra-se abaixo do intervalo estimado pelo parâmetro adotado, indicando uma possível deficiência na cobertura dos dispositivos de captação superficial.

A comparação entre a quantidade estimada e a quantidade identificada é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Comparação entre a quantidade existente e a recomendada de bocas de lobo na área de estudo.



Fonte: Autores, 2026.

O resultado constitui uma avaliação preliminar da distribuição dos dispositivos e não substitui o dimensionamento hidráulico da rede. A capacidade de captação depende também de características como declividade da via, geometria das sarjetas, intensidade da precipitação, condições de manutenção e capacidade de condução das galerias (Mascaró, 2005).

Na macrodrenagem, foram identificados 851,270 m de canais retificados e 700,756 m de canais artificiais, totalizando 1.552,026 m de estruturas com alterações ou intervenções no sistema de condução das águas. A presença predominante de canais retificados e artificiais evidencia a importância das intervenções estruturais na configuração atual da drenagem da bacia. Sistemas baseados exclusivamente na condução rápida das águas podem transferir volumes de escoamento para setores a jusante, enquanto abordagens contemporâneas de drenagem urbana buscam combinar medidas de controle na fonte, armazenamento temporário e soluções baseadas na natureza (Tucci, 2012; Fletcher et al., 2024; Lopes et al., 2020).

Também foram identificadas uma bacia de retenção e uma bacia de contenção, com áreas de 0,009 km² e 0,004 km², respectivamente. Essas estruturas representam formas de armazenamento temporário das águas pluviais e podem contribuir para o controle dos

volumes escoados quando adequadamente dimensionadas e integradas ao sistema de drenagem (Fletcher et al., 2024).

A distribuição espacial dos elementos de micro e macrodrenagem é apresentada nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Elementos de microdrenagem

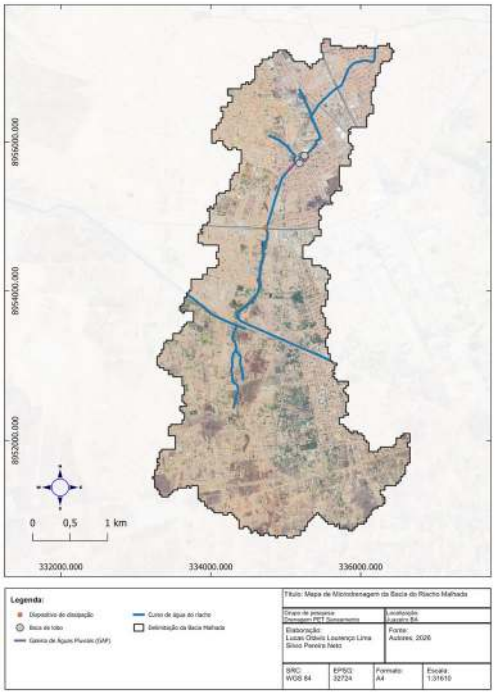
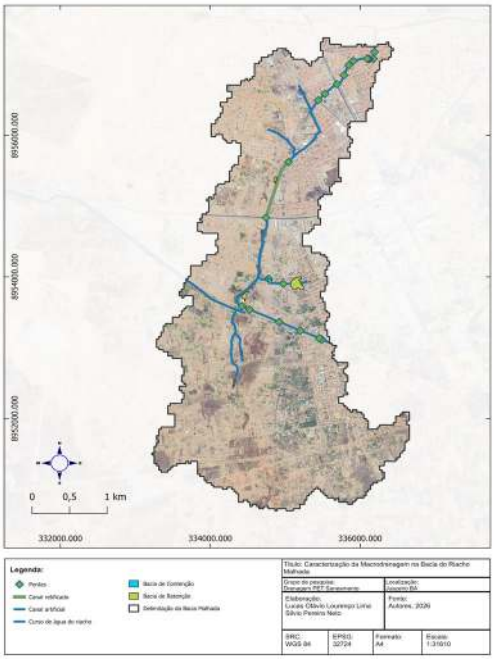


Figura 4 – Elementos de macrodrenagem.



Fonte: Autores, 2026.

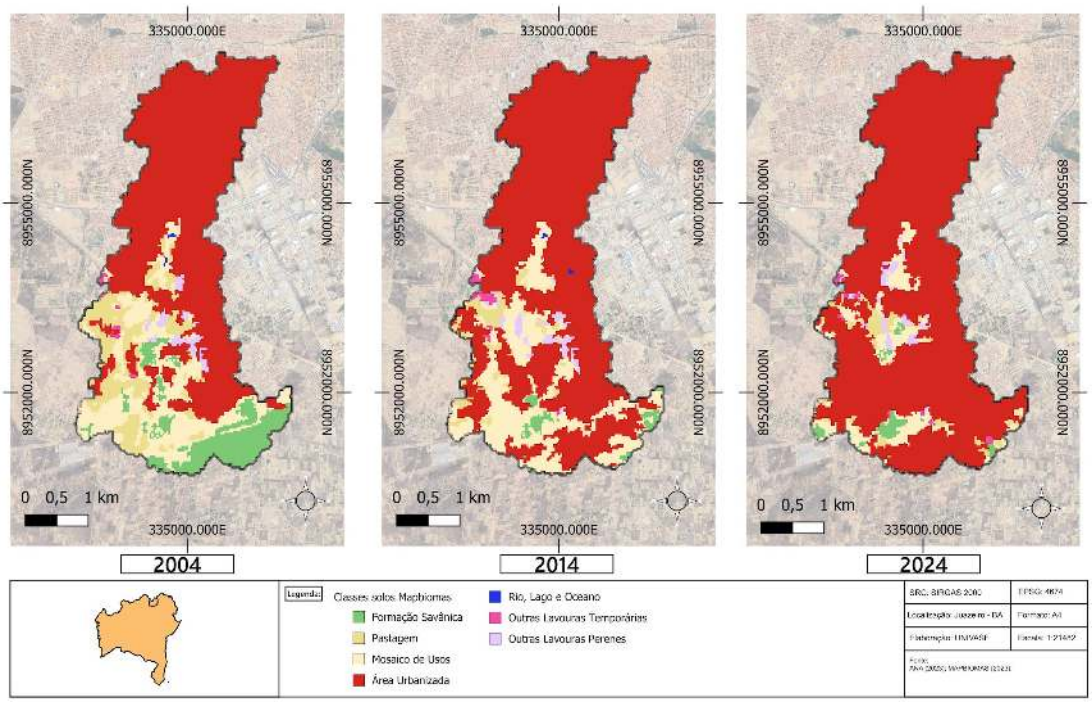
Dinâmica do uso e ocupação do solo

Conforme apresentado na Figura 5 e no Quadro 2, a área classificada como Área Urbanizada aumentou de 7,587 km² (59,84%) em 2004 para 9,205 km² (72,57%) em 2014 e 10,901 km² (85,96%) em 2024. Entre 2004 e 2024, o acréscimo foi de 3,314 km², correspondendo a um crescimento relativo de aproximadamente 43,7% da área urbanizada registrada no início do período (MapBiomas, 2026).

A expansão ocorreu nos dois períodos analisados. Entre 2004 e 2014, foram incorporados aproximadamente 1,618 km² à classe Área Urbanizada, correspondendo a 48,8% do crescimento registrado no período de 2004 a 2024. Entre 2014 e 2024, o acréscimo foi de aproximadamente 1,696 km², equivalente a 51,2% do crescimento total. A expansão de

áreas urbanizadas está associada à alteração das condições de superfície da bacia e pode modificar a resposta hidrológica local ao reduzir áreas disponíveis para infiltração e ampliar o escoamento superficial (Lima Júnior; Lopes, 2016; Fletcher et al., 2024).

Figura 6 – Dinâmica do Uso e da Ocupação do Solo na Bacia do Riacho Malhada, Juazeiro–BA, entre 2004 e 2024.



Fonte: Autores, 2026.

Quadro 2 – Dinâmica das classes de uso e ocupação do solo na bacia do Riacho Malhada.

Classe MapBiomas	2004		2014		2024	
	Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Área (%)	Área (km²)	Área (%)
Formação Savânica	1,235	9,74%	0,199	1,57%	0,221	1,74%
Pastagem	1,356	10,69%	0,463	3,65%	0,336	2,65%
Mosaico de Usos	2,236	17,64%	2,49	19,63%	0,946	7,46%
Área Urbanizada	7,587	59,84%	9,205	72,57%	10,901	85,96%
Rio, Lago e Oceano	0,013	0,10%	0,011	0,09%	–	–
Outras Lavouras Temporárias	0,049	0,39%	0,081	0,64%	0,065	0,51%
Outras Lavouras Perenes	0,203	1,60%	0,235	1,85%	0,212	1,67%
TOTAL	12,68	100,00%	12,68	100,00%	12,68	100,00%

Fonte: MapBiomas (2026).

A área total da bacia hidrográfica foi considerada constante (12,68 km²) em todos os anos analisados. As pequenas diferenças observadas nas estatísticas zonais (< 0,05%) decorrem de arredondamentos e do processamento matricial (raster), não representando alterações na área da bacia.

A classe Rio, Lago e Oceano apresentou redução de 0,013 km² (0,10%) em 2004 para 0,011 km² (0,09%) em 2014, não apresentando pixels classificados em 2024. Considerando a pequena representatividade espacial dessa classe na bacia e as características do mapeamento em resolução de 30 m, esse resultado deve ser interpretado com cautela. A própria Coleção 10.1 passou por ajustes relacionados à classe Rio, Lago e Oceano, evidenciando que seu mapeamento pode sofrer alterações entre coleções (MapBiomas, 2026).

Assim, a ausência de registro da classe em 2024 não permite concluir, isoladamente, pela eliminação física dos corpos hídricos existentes na área de estudo. O resultado deve ser interpretado em conjunto com as demais informações espaciais utilizadas na pesquisa.

Áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada

O Quadro 3 apresenta a distribuição das áreas classificadas pelo MapBiomas quanto à suscetibilidade a inundação, alagamento e enxurrada. Foram identificados 4,086 km², correspondentes a 32,33% da área total da bacia. A distribuição espacial dessas áreas é apresentada na Figura 7 (MapBiomas, 2026).

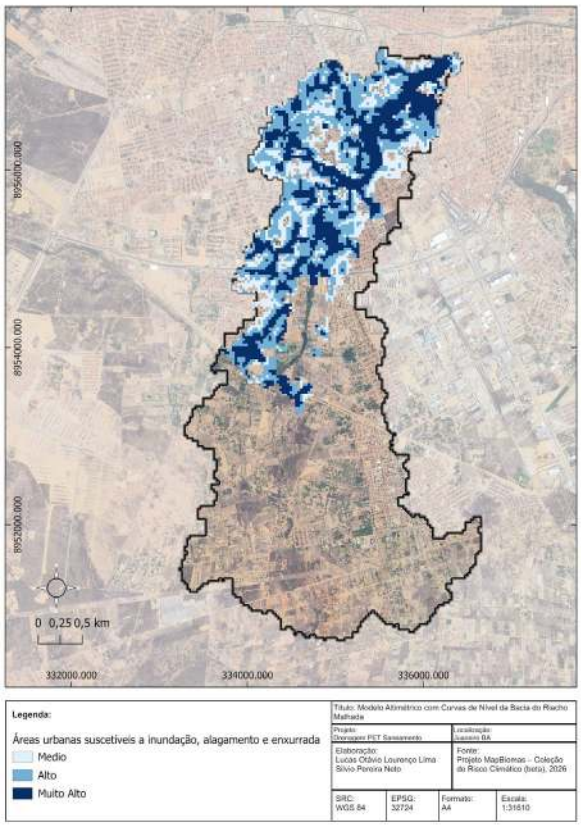
Quadro 3 – Áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada.

Classe	Área (km²)	Percentual (%)
Médio	0,940	7,44%
Alto	1,643	13,00%
Muito Alto	1,503	11,89%
Total	**4,086**	**32,33%**

Fonte: MapBiomas (2026).

As classes alta e muito alta correspondem conjuntamente a 3,146 km², equivalentes a 24,89% da área total da bacia. A classificação utilizada deve ser entendida como um indicador de suscetibilidade produzido pelo MapBiomas, e não como registro da ocorrência efetiva de eventos de inundação, alagamento ou enxurrada. O produto integra informações espaciais e topográficas para identificar áreas urbanas suscetíveis a esses fenômenos (MapBiomas, 2026).

Figura 7 – Áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada na bacia do Riacho Malhada em 2024.



Fonte: Autores, 2026.

A sobreposição dos elementos de drenagem com as áreas classificadas como de alta e muito alta suscetibilidade revelou concentração da infraestrutura nos setores classificados pelo produto como de maior suscetibilidade. Essa distribuição é compatível com a localização de estruturas de drenagem em áreas urbanizadas e próximas aos principais caminhos de escoamento da bacia, mas não permite estabelecer, isoladamente, uma relação causal entre a infraestrutura existente e a suscetibilidade identificada.

Os dados indicam, portanto, que parcela expressiva da bacia está urbanizada e que aproximadamente um quarto de sua área total se encontra nas classes alta e muito alta de suscetibilidade. A interpretação desses resultados deve considerar simultaneamente a expansão urbana, a configuração da rede de drenagem e as características do produto utilizado para classificação das áreas suscetíveis (MapBiomas, 2026; Fletcher et al., 2024).

Relação entre infraestrutura de drenagem e suscetibilidade

O cruzamento espacial dos elementos de drenagem com as classes de suscetibilidade permitiu quantificar a distribuição da infraestrutura nos diferentes níveis classificados pelo MapBiomas. O Quadro 4 apresenta os valores obtidos para as galerias pluviais, canais artificiais, canais retificados, pontes, bocas de lobo e dispositivo de dissipação

Quadro 4 – Matriz entre tipo de dispositivo de drenagem e classe de suscetibilidade em que está inserido.

Tipo de dispositivo	Médio	Alto	Muito Alto	Alto + Muito Alto (%)
Galerias pluviais (m)	92,63	83,98	141,91	70,92%
Canal artificial (m)	0,00	109,94	0,00	100,00%
Canal retificado (m)	73,41	372,27	356,01	90,84%
Pontes (un)	0,00	2,00	14,00	100,00%
Boca de lobo (un)	0,00	1,00	4,00	100,00%
Dispositivo de dissipação (un)	0,00	0,00	1,00	100,00%

Fonte: Autores, 2026.

A análise espacial demonstrou que 70,92% do comprimento das galerias pluviais está localizado em áreas classificadas como de alta ou muito alta suscetibilidade. Desse total, 83,98 m estão em áreas de alta suscetibilidade e 141,91 m em áreas de suscetibilidade muito alta. Para os canais retificados, 372,27 m estão em áreas de alta suscetibilidade e 356,01 m em áreas de suscetibilidade muito alta, correspondendo conjuntamente a 90,84% do comprimento identificado. Os canais artificiais, por sua vez, estão integralmente inseridos em áreas classificadas como de alta suscetibilidade, totalizando 109,94 m.

Entre os elementos pontuais, todas as pontes identificadas estão inseridas nas classes alta e muito alta, sendo duas unidades localizadas em áreas de alta suscetibilidade e 14 em áreas de suscetibilidade muito alta. As cinco bocas de lobo identificadas também estão integralmente inseridas nessas classes, com uma unidade em área de alta suscetibilidade e quatro em área de suscetibilidade muito alta. O dispositivo de dissipação encontra-se em área classificada como de suscetibilidade muito alta.

A concentração espacial dos elementos de drenagem nas áreas classificadas como de alta e muito alta suscetibilidade evidencia a sobreposição entre a infraestrutura urbana e os setores considerados mais suscetíveis pelo produto utilizado. Esse resultado, entretanto, não permite afirmar que as estruturas existentes sejam hidraulicamente insuficientes ou que sejam responsáveis pelo aumento da suscetibilidade, uma vez que não foram realizados ensaios de capacidade hidráulica ou modelagem hidrológica e hidráulica. A distribuição observada pode

ser utilizada como indicativo para análises posteriores da continuidade da rede, das condições de manutenção e da capacidade de condução das estruturas existentes.

Considerações finais

A avaliação da bacia do Riacho Malhada evidenciou limitações na infraestrutura de drenagem urbana, especialmente na microdrenagem, com apenas cinco bocas de lobo identificadas no trecho analisado. Na macrodrenagem, destacaram-se os canais retificados e artificiais, que representam a maior parte das estruturas de condução mapeadas. Também foram identificadas bacias de retenção e contenção, ainda de forma pontual.

Entre 2004 e 2024, a área urbanizada passou de 59,84% para 85,96% da bacia, indicando forte expansão da ocupação urbana. No mesmo contexto, 32,33% da área da bacia foi classificada pelo MapBiomas nas categorias média, alta e muito alta de suscetibilidade a inundação, alagamento e enxurrada. A sobreposição dos dados mostrou que parcela significativa dos dispositivos de drenagem está localizada nas áreas classificadas como de alta e muito alta suscetibilidade.

Os resultados permitem caracterizar a distribuição dos elementos de drenagem e sua relação espacial com a ocupação urbana e as áreas suscetíveis da bacia. Entretanto, o levantamento baseado em imagens e geoprocessamento, sem validação de campo, constitui uma limitação do estudo. Da mesma forma, a ausência de modelagem hidrológica e hidráulica impede avaliar a capacidade de condução e o desempenho hidráulico das estruturas identificadas.

Como continuidade da pesquisa, recomenda-se a validação de campo dos elementos mapeados e a realização de estudos hidrológicos e hidráulicos que permitam avaliar o comportamento das vazões e a capacidade do sistema de drenagem. Esses procedimentos poderão subsidiar análises mais detalhadas e futuras intervenções na drenagem urbana da bacia do Riacho Malhada.

Referências

AMORIM, M. C. C.; GUERRA, F. S.; SILVA, A. A.; GALVÃO, R. S. Caracterização morfométrica da microbacia do Riacho Malhada, Juazeiro-BA, Brasil. In: **SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**, 20., 2020, Recife. Anais [...]. Recife: ABES, 2020. p. 1-5.

ANIM, D. O.; BANAHENE, P. Urbanization and stream ecosystems: the role of flow hydraulics towards an improved understanding in addressing urban stream degradation. **Environmental Reviews**, v. 29, n. 3, p. 401-414, 2021. DOI: https://doi.org/10.1139/er-2020-0063.

FLETCHER, T. D.; BURNS, M. J.; RUSSELL, K. L.; HAMEL, P.; DUCHESNE, S.; CHERQUI, F.; ROY, A. H. Concepts and evolution of urban hydrology. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 5, p. 789-801, 2024. DOI: https://doi.org/10.1038/s43017-024-00599-x.

GEOHIDRO. **Plano Estadual de Manejo de Águas Pluviais e Esgotamento Sanitário – PEMAPES: estudo de áreas críticas quanto a risco de enchentes e proposição de soluções – cidades com mais de 30.000 habitantes: RDS 10 – Sertão do São Francisco: cidade de Juazeiro**. Salvador: Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia, 2010. Disponível em: https://www.ba.gov.br/sihs/sites/site-sihs/files/migracao_2024/arquivos/File/RDS10SertaodoSaoFranciscoJuazeiro.pdf. Acesso em: 27 jun. 2026.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: população e domicílios: primeiros resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LIMA JÚNIOR, J. M.; LOPES, W. G. R. Relação entre aumento de áreas impermeáveis e inundações urbanas: estudo na cidade de Teresina, Piauí. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 8, 2016. Disponível em: https://www.revistaespacios.com/a16v37n08/16370808.html. Acesso em: 14 abr. 2026.

LOPES, W. G. R.; LIMA JÚNIOR, J. M.; MATOS, K. C. Impactos do crescimento de áreas impermeáveis e o uso de medidas alternativas para a drenagem urbana. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e7102, 2020. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7102. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/7102. Acesso em: 05 mai. 2026.

MARQUES, P.; CUNICO, A. Integrating the influence of untreated sewage into our understanding of the urban stream syndrome. **Freshwater Science**, v. 42, n. 2, p. 195-203, 2023. DOI: https://doi.org/10.1086/724823.

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos urbanos**. 2. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2005. 210 p.

MAPBIOMAS. **Coleção 10.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. [S. l.]: MapBiomas, 2026. Disponível em: https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/. Acesso em: 9 abr. 2026.

MAPBIOMAS. **Áreas urbanas suscetíveis a inundação, alagamento e enxurrada: módulo de Risco Climático**. [S. l.]: MapBiomas, 2026. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/. Acesso em: 9 abr. 2026.

PEREIRA NETO, S.; LIMA, L. O. L.; MATIAS, J. P. B.; AMORIM, M. C. C.; DEUS, F. A. S.; VIEIRA, A. A. N.; COSTA, M. M. R.; SANTOS, V. M. L. Avaliação da área de preservação permanente do riacho Malhada, Juazeiro-BA perante o Código Florestal Brasileiro. **Revista Contemporânea**, v. 5, n. 7, p. 1-14, 2025. DOI: https://doi.org/10.56083/RCV5N7-120.

PRADILLA, G.; HACK, J. An urban rivers renaissance? Stream restoration and green–blue infrastructure in Latin America: insights from urban planning in Colombia. **Urban Ecosystems**, v. 27, p. 2245-2265, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s11252-024-01571-9.

SILVA, P. V. **Diagnóstico da micro e macrodrenagem e mapeamento das áreas de inundação do município do Cabo de Santo Agostinho/PE**. 2025. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Campus Cabo de Santo Agostinho, Cabo de Santo Agostinho, 2025. Disponível em: https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/1655. Acesso em: 14 abr. 2026.

SILVA, T. V. S. **Sistemas de drenagem urbana de águas pluviais: um estudo de caso na cidade de Bacabal/MA**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –

Universidade Estadual do Maranhão, Bacabal, 2023. Disponível em: https://repositorio.uema.br/handle/123456789/2472. Acesso em: 10 abr. 2026.

TEIXEIRA, A. H. C. **Water productivity assessments from field to large scale: a case study in the Brazilian semi-arid region**. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2009. 226 p.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 5-27, jan./mar. 2002. Disponível em: http://hdl.handle.net/10183/231957. Acesso em: 20 jun. 2026.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. [S. l.]: [s. n.], 2012. Disponível em: https://hdl.handle.net/11362/38004. Acesso em: 14 abr. 2026.