DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE: ANÁLISE ESPACIAL E DIAGNÓSTICO EM PAU DOS FERROS/RN

Murillo Soares da Silva [1] ; Bárbara Barbosa Tsuyuguchi [2] ; Daniela de Freitas Lima [3] & Tayron Juliano Souza [4]

Palavras-Chave – Alagamento, geotecnologias, microbacias.

INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades sem planejamento adequado tem provocado uma série de problemas urbanos, como a ocupação irregular de áreas de risco, impermeabilização excessiva do solo e sobrecarga dos sistemas de drenagem existentes, ocasionando alagamentos recorrentes e impactos socioambientais significativos (Instituto Trata Brasil, 2025). No Brasil, esse processo de urbanização desordenada torna ainda mais complexos os desafios ligados à drenagem urbana, sobretudo em regiões de clima semiárido. No semiárido nordestino, esses problemas se agravam devido às características climáticas de chuvas intensas e concentradas em curtos períodos, que potencializam os riscos de enchentes e de processos de erosão (Medeiros; Silva, 2015).

Nesse contexto, o município de Pau dos Ferros, localizado na Bacia Apodi-Mossoró, apresenta particularidades hidrográficas e altimétricas que influenciam diretamente o escoamento das águas pluviais. O rio Apodi-Mossoró atravessa a área urbana, a jusante da barragem de Pau dos Ferros, desempenhando papel central na dinâmica da drenagem local, sendo frequentemente associado a episódios de alagamentos em períodos de precipitação intensa. Estudos recentes, como os de Souza (2025) e Pinheiro (2025), reforçam essa vulnerabilidade espacial ao diagnosticar ocupações irregulares próximas aos cursos d'água, estruturas de drenagem em condições precárias e pontos da área urbana com alta susceptibilidade a alagamentos.

Além disso, estudos têm demonstrado a eficácia da aplicação de Modelos Digitais de Elevação (MDE) na identificação de áreas críticas de inundação, confirmando a relação direta entre relevo e ocorrência de alagamentos. Experiências realizadas em cidades como João Pessoa, com uso de dados LiDAR, e em Pernambuco, por meio do projeto PE3D, evidenciam que bases altimétricas de maior precisão oferecem vantagens significativas para análises urbanas, permitindo identificar com maior detalhamento áreas suscetíveis a alagamentos (Queiroga *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2022).

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Pau dos Ferros (2015) e achados da literatura apontam a necessidade de medidas estruturais e não estruturais, além da integração entre drenagem, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos, conforme orienta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Queiroga *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2022). Ressalta-se, nesse sentido, a importância da atualização do PMSB, de modo a aprimorar diretrizes mais efetivas no que tange à drenagem urbana e ao planejamento territorial.

[1]) Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN, Brasil, silva.murillosoares@gmail.com
[2]) Profª. Drª. Departamento de Engenharias e Tecnologia - DETEC, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN, Brasil. daniela.freitas@ufersa.edu.br
[3]) Profª. Drª. Departamento de Engenharias e Tecnologia - DETEC, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Pau dos Ferros/RN, Brasil, barbara.tsuyuguchi@ufersa.edu.br
[4]) Prof. Dr., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), Seabra/BA, Brasil, tayron.souza@ifba.edu.br

Diante do cenário descrito, este estudo tem como objetivo analisar os impactos da urbanização sobre a drenagem urbana no município de Pau dos Ferros-RN, com foco na identificação e caracterização de fundos de vale, microbacias e pontos críticos de alagamento.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida entre dezembro de 2025 e maio de 2026. Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico e normativo, contemplando artigos científicos, trabalhos acadêmicos e legislações municipais relacionadas ao uso e ocupação do solo e à drenagem urbana. A análise concentrou-se no Plano Municipal de Saneamento Básico e nas normas complementares, os quais forneceram o arcabouço legal e técnico para a compreensão das diretrizes locais de planejamento urbano.

A segunda etapa consistiu na manipulação de Modelos Digitais de Elevação (MDE) utilizando o *software* QGIS, a partir de bases altimétricas disponíveis. Os dados coletados foram organizados em planilhas e integrados ao sistema de referência espacial SIRGAS 2000, possibilitando a produção de mapas temáticos de pontos críticos de alagamento, microbacias e hipsometria. Essa etapa foi fundamental para compreender a dinâmica topográfica e hidrológica da área estudada.

Em seguida, foram realizadas visitas técnicas no município em estudo, especialmente durante os meses de março e abril de 2026, período em que ocorreram chuvas intensas na região. Nessas visitas, efetuaram-se registros fotográficos e georreferenciamento de pontos críticos de alagamento, permitindo identificar áreas vulneráveis e padrões de ocupação que favorecem a ocorrência de alagamentos..

Por último, os registros de campo e os produtos cartográficos foram analisados em conjunto, permitindo a discussão crítica dos ítens observados. Essa análise buscou relacionar os aspectos físicos e normativos com os impactos socioambientais, oferecendo subsídios para compreender os desafios da drenagem urbana no contexto do semiárido.

RESULTADOS

Os resultados evidenciam que a drenagem urbana de Pau dos Ferros-RN apresenta deficiências estruturais e funcionais. A manipulação de Modelos Digitais de Elevação (MDE) no QGIS, a partir da base TOPODATA, permitiu identificar padrões de relevo e baixios, confirmando a associação entre áreas de menor altitude e ocorrência de alagamentos.

A análise da legislação municipal foi relevante, incluindo a Lei Complementar nº 016/2021 e o Código de Obras (Lei nº 2.117/2025). Essa etapa evidenciou avanços normativos, como a exigência de infraestrutura de drenagem em novos loteamentos e a proibição de construções em Áreas de Preservação Permanente, mas revelou lacunas na fiscalização e atualização do Plano Municipal de Saneamento Básico, sobretudo no subproduto que trata da drenagem urbana, contribuindo para a recorrência de alagamentos em diversos bairros da cidade.

Os registros fotográficos e o georreferenciamento confirmaram a vulnerabilidade da malha urbana, evidenciando a relação entre impermeabilização do solo e recorrência de enchentes (Figura 1). A integração dos dados em mapas hipsométricos, de microbacias e de baixios forneceu suporte visual para compreender a dinâmica hidrográfica local: o mapa de baixios destacou áreas críticas de drenagem; o mapa hipsométrico revelou a predominância de cotas baixas nas regiões centrais, associadas a episódios de inundação; e o mapa de microbacias mostrou a compartimentação hidrográfica, em que foram identificados exutórios coincidindo com áreas vulneráveis (Figura 2).



Figura 2. Pontos de alagamentos registrados em março e abril de 2026. Fonte: autoria própria (2026).

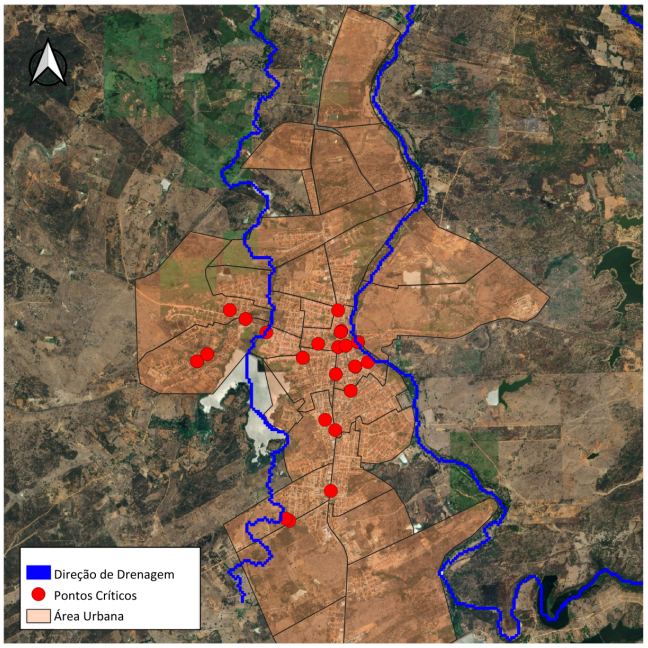


Figura 2. Mapa dos pontos críticos. Fonte: autoria própria (2026).

Em síntese, os resultados demonstram que a drenagem urbana de Pau dos Ferros enfrenta desafios típicos de municípios semiáridos, agravados pela urbanização desordenada e ausência de planejamento adequado. O uso de geotecnologias mostrou-se eficaz para identificar áreas críticas (Figura 2) e subsidiar análises técnicas, mas limitado pela escassez de dados altimétricos de alta precisão. A integração entre ciência, tecnologia e políticas públicas é essencial para enfrentar os problemas de drenagem urbana, reforçando a necessidade de atualização do PMSB e de estratégias de manejo compatíveis com o desenvolvimento sustentável.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que a drenagem urbana de Pau dos Ferros-RN apresenta vulnerabilidades estruturais e funcionais, especialmente em áreas críticas e de ocupação irregular. A impermeabilização do solo mostrou-se diretamente relacionada à recorrência de alagamentos, confirmada por registros fotográficos e georreferenciamento. A aplicação de geotecnologias permitiu identificar padrões de relevo e baixios, além de integrar dados em mapas hipsométricos e de microbacias, que evidenciaram a influência do relevo sobre o escoamento superficial.

Apesar da eficácia, a ausência de bases altimétricas de alta precisão limita análises mais detalhadas. Os achados reforçam a necessidade de atualização do Plano Municipal de Saneamento

Básico e da adoção de estratégias integradas de drenagem, saneamento e gestão de resíduos sólidos. Como perspectiva, destaca-se a ampliação de pesquisas com dados topográficos refinados e o uso de modelos preditivos de alagamento, capazes de subsidiar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento urbano sustentável em municípios de pequeno porte do semiárido nordestino.

REFERÊNCIAS

Instituto Trata Brasil (2025). *Estudo sobre drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no Brasil.* São Paulo: GO Associados, 2025.

Medeiros, J. P. L; Silva, J. M. (2015). *"Urbanização e Recursos Hídricos no Semiárido Nordestino: Uma Relação Conflituosa – Estudo De Caso na Sub-Bacia do Rio Cobra na Área Urbana de Jardim do Sérido (RN)".* In: II WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 2015, Natal. Anais [...]. Disponível em: https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-ii-wiasb.

Pau dos Ferros (2021). *Lei Complementar nº 016, de 2021. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Pau dos Ferros/RN e dá outras providências. Alterada pela Lei Complementar nº 017, de 10 de maio de 2022.* Pau dos Ferros: Prefeitura Municipal, 2022.

Pau dos Ferros (2025). *Lei Municipal nº 2.117, de 2025. Dispõe sobre o Código de Obras do Município de Pau dos Ferros-RN e dá outras providências.* Pau dos Ferros: Prefeitura Municipal, 2025.

Pau dos Ferros (2025). *Plano Municipal de Saneamento Básico.* Pau dos Ferros: Prefeitura Municipal, 2015.

Pinheiro, M. K. dos S (2025). *Aplicação do modelo HAND Model para identificação de áreas suscetíveis a alagamentos e inundações: estudo de caso na cidade de Pau dos Ferros/RN.* 2025. 40 f. Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2025.

Queiroga, A. A. et al. (2023). *"Mapeamento de áreas suscetíveis à inundação aplicando diferentes modelos digitais de elevação no modelo HAND".* Revista do Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, v. 43, 2023.

Silva, J. F; Miranda, R. Q; Candeias, A. L. B (2022). *"Análise dos Modelos Digitais de Elevação (PE3D, SRTM-30, SRTM-90, ASTER GDEM, TOPODATA, TANDEM-X, ALOS PALSAR e ALOS AW3D30) e a necessidade da produção de dados altimétricos em excelência no Brasil.*" Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 3, p. 1543-1555, 2022.

Souza, J. C. M. de. (2025). *Diagnóstico da drenagem urbana da cidade de Pau dos Ferros-RN.* 2025. 64 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Pau dos Ferros, 2025.