



Artigo submetido em 19/03/2026, aceito em 08/07/2026

Transformações no uso e cobertura do solo e seus impactos na dinâmica hidrológica urbana: uma análise multitemporal da suscetibilidade de alagamentos no bairro da Caxangá, Recife - PE

Transformations in land use and land cover and their impacts on urban hydrological dynamics: a multitemporal analysis of flood susceptibility in the Caxangá neighborhood, Recife - PE, Brazil

Matheus Henrique Ferreira Didier¹

¹ Graduando em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
e-mail: matheusdidier13@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8558-4106>

Lucas Guilherme Rodrigues Barros²

² Graduando em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
e-mail: lucas.guilhermeb@ufpe.br; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2585-376X>

Maria Vitória Rodrigues Silva³

Graduanda em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
e-mail: maria.vitoriasilva@ufpe.br; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6353-4785>

Maisa Manuelle da Silva⁴

Graduanda em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
e-mail: maisa.manuelle@ufpe.br; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4909-3514>

Resumo

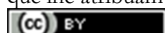
A urbanização acelerada da cidade do Recife tem produzido transformações socioambientais significativas, expressando processos desiguais de produção do espaço que impactam a dinâmica hidrológica urbana. Nesse contexto, este trabalho analisou as transformações no uso e cobertura do solo e avaliou a suscetibilidade a alagamentos no bairro da Caxangá, entre 1985 e 2024. Para isso, foram elaborados mapas multitemporais de uso e cobertura do solo e um mapa de suscetibilidade por meio de análise multicritério, integrando as variáveis uso do solo, declividade e fluxo acumulado. Os resultados evidenciam intensa expansão das áreas urbanizadas, com aumento das superfícies impermeabilizadas e predominância das classes Alta e Muito Alta de suscetibilidade, indicando alterações na dinâmica hidrológica local. Conclui-se que a urbanização modificou significativamente as condições naturais do bairro, favorecendo a suscetibilidade à ocorrência de alagamentos. O estudo demonstra o potencial das geotecnologias como instrumento de apoio ao planejamento urbano, à gestão das águas pluviais e à redução das vulnerabilidades socioambientais.

Palavras-chave: sensoriamento remoto, planejamento urbano, suscetibilidade ambiental.



Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais, Recife, v.15, n. 01, e269997, p. 01-20, 2026.
Universidade Federal de Pernambuco. ISSN 2238-8052.
<https://doi.org/10.51359/2238-8052.2026.269997>

Direitos autorais das pessoas autoras, 2026. Licenciado sob Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. Texto da Licença: [Licença Creative Commons 4.0 Internacional - CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Abstract

The accelerated urbanization of the city of Recife has produced significant socio-environmental transformations, expressing unequal processes of spatial production that impact urban hydrological dynamics. In this context, this study analyzed the multitemporal dynamics of land use and land cover and evaluated flood susceptibility in the Caxangá neighborhood between 1985 and 2024. For this purpose, multitemporal land use and land cover maps and a flood susceptibility map were produced through multicriteria analysis, integrating the variables land use, slope, and flow accumulation. The results demonstrate an intense expansion of urbanized areas, with an increase in impervious surfaces and the predominance of the High and Very High susceptibility classes, indicating changes in local hydrological dynamics. It is concluded that urbanization has significantly modified the natural conditions of the neighborhood, increasing its susceptibility to flooding. The study demonstrates the potential of geotechnologies as a supporting tool for urban planning, stormwater management, and the reduction of socio-environmental vulnerabilities.

Keywords: remote sensing, urban planning, environmental susceptibility.

1 Introdução

A análise da urbanização é fundamental para compreender as dinâmicas socioespaciais resultantes do desenvolvimento de diversos sistemas socioeconômicos, como, por exemplo, o capitalismo. Segundo Santos (1965), a urbanização não é apenas um processo demográfico ou físico, mas uma expressão da própria estrutura socioeconômica que organiza o espaço.

Dessa forma, entender esse processo permite revelar como infraestrutura, serviços, mobilidade e oportunidades se distribuem de maneira desigual no território, reproduzindo hierarquias e segregações. Por isso, o estudo da urbanização assume papel central na identificação das formas como o espaço urbano reflete e intensifica desigualdades sociais e regionais.

Diante dessa perspectiva, analisar o processo de urbanização na cidade de Recife demonstra-se imprescindível ao compreender o município como um espaço de crescimento urbano responsável pela precarização das condições de vida. Segundo Silva Junior e Silva (2016), o desenvolvimento da ocupação urbana da cidade ocorreu de forma acelerada e descomedida, e consequentemente trouxe diversos problemas para a estrutura da cidade, acarretando modificações nos ecossistemas naturais para o espaço.

Conforme discutido por Castilho (2010), é possível considerar a organização hierárquica do espaço urbano de Recife como estruturalmente desigual e excludente. Portanto, entende-se que nesse processo as dinâmicas protetivas em relação ao desflorestamento são escanteadas em relação aos interesses capitalistas. Uma vez que o processo de formação e desenvolvimento urbano do município, tornam-se subservientes aos ideais capitalistas das camadas mais influentes da sociedade.

Sob o capitalismo, existe uma tendência à “homogeneização” dos lugares a fim de inseri-los na dinâmica das relações de mercado alienando a sociedade em todas as suas dimensões, incluindo a dimensão espacial dos homens banais. Nesse sentido, os lugares passam a ser produzidos para atender, de preferência, aos interesses da acumulação de capital; o que se faz mais grave nos lugares em que a globalização torna-se ainda mais perversa como é o caso de Recife e de sua área metropolitana (Castilho, 2010, p.100).

O bairro da Caxangá configura-se como um espaço no qual passou por diversas transformações em sua historicidade, principalmente ao analisarmos as modificações do uso e cobertura de solo no bairro. A Caxangá é uma região que passou por um processo de expansão urbana, que trouxe consequências

para a cobertura vegetal no espaço, diminuindo-a ao longo do tempo. Portanto, a pesquisa tem como objetivo central identificar as transformações espaciais decorrentes da expansão urbana e seus impactos ambientais, com ênfase na redução de áreas vegetadas, agropecuárias e corpos hídricos.

À vista disso, a análise multitemporal de uso e cobertura do solo demonstra-se imprescindível para compreender as dinâmicas urbanas no bairro Caxangá. Segundo Valadares (2017, p.21):

[...] ressalta-se também a importância de estudar a evolução do uso e cobertura do solo por técnicas de geoprocessamento em áreas que sofrem ocupação antrópica, para determinar a sua vulnerabilidade ambiental modelar os cenários prospectivos do uso do solo, indicando a tendência espacial do crescimento urbano e demais mudanças futuras no uso do solo, e sua influência no escoamento superficial direto da área estudada, além de relacionar a temperatura da superfície terrestre com o uso e cobertura do solo e como indicador da capacidade de infiltração do solo.

Historicamente, grande parte do bairro foi marcado pelo uso de suas terras voltadas para atividades de pastejo e práticas agrícolas, dinâmica que acompanhava o padrão predominante no território recifense ao longo do período. Ainda que a cidade estivesse inserida em um contexto de urbanização acelerada, parte do território recifense manteve práticas agrícolas tradicionais por décadas. Nesse contexto, era possível observar uma diversificação entre a monocultura canavieira e a pecuária de corte (Ferreira; Castilho, 2016).

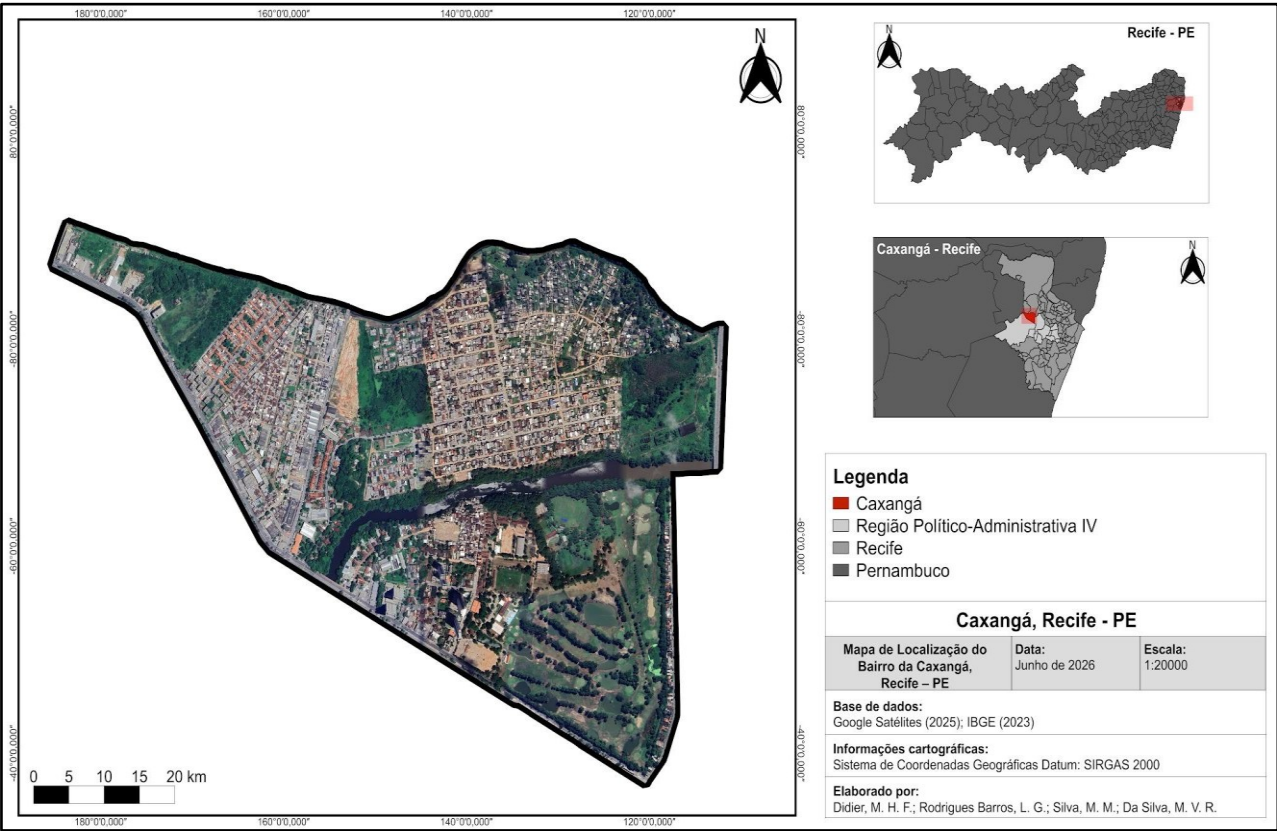
A partir das transformações que ocorreram na Caxangá, entende-se que o bairro teve perdas significativas de áreas vegetadas e rurais, modificando seu território para uma paisagem amplamente urbanizada. Nesse sentido, é possível compreender que a área de estudo passou por modificações em sua dinâmica hidrológica urbana, onde o aumento da impermeabilização reduz a infiltração da água no bairro. Consequentemente, esse processo aumenta o escoamento superficial e altera o tempo de concentração das águas, favorecendo a ocorrência de alagamentos (Claudino; Bremer, 2025; Sousa; Santos, 2026).

Diante dessa perspectiva, o que orientou a pesquisa foi a tentativa de compreender como as transformações no uso e cobertura do solo têm contribuído para a alteração da dinâmica hidrológica e aumentaram a suscetibilidade a alagamentos no bairro da Caxangá.

2 Área de estudo

Localizado na porção oeste do município de Recife, na Região Metropolitana do Recife (RMR), o bairro Caxangá (Figura 1) possui uma área territorial de 244 hectares, com 9.634 habitantes e densidade demográfica de 39,44 hab/ha. Limita-se com os bairros de Iputinga, Torrões, Engenho do Meio e Várzea. No contexto da divisão político-administrativa do município, integra a Região Político-Administrativa 4 (RPA 4 – Oeste), conforme estabelecido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento da Cidade do Recife (PDCR), a qual é composta por 12 bairros: Caxangá, Cidade Universitária, Cordeiro, Engenho do Meio, Ilha do Retiro, Iputinga, Madalena, Prado, Torre, Torrões, Várzea e Zumbi (Prefeitura da Cidade do Recife, 2015).

Figura 1 – Localização do Bairro da Caxangá, Recife – PE



Fonte: Dados do *Google Satélites*, 2025; Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE, 2023.
Elaboração: Autores, 2025.

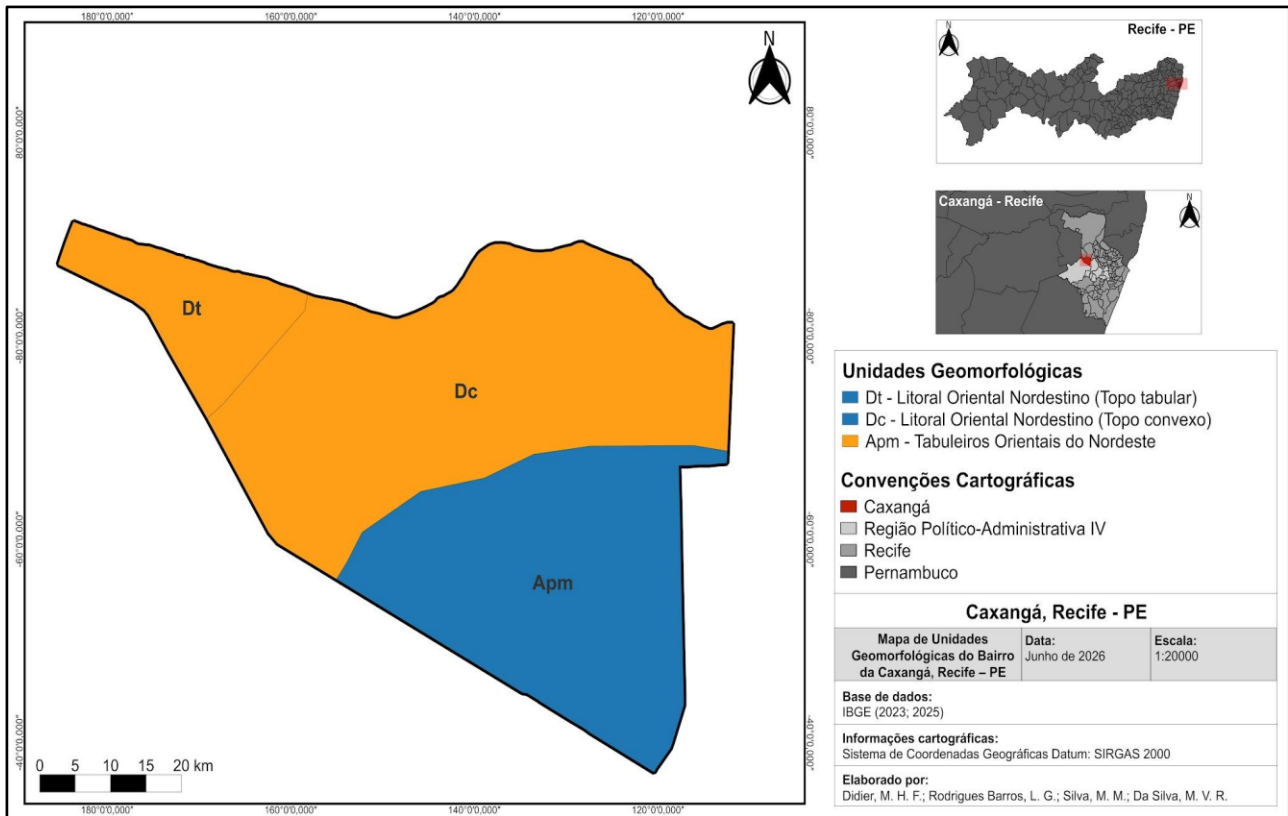
Dessa forma, a Zona Oeste configura-se como a segunda região mais populosa do município do Recife, com aproximadamente 278.947 habitantes, de acordo com o Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022). Além disso, o bairro é atravessado pela Avenida Caxangá, a segunda avenida mais longa em linha reta do Brasil, um dos principais eixos estruturadores da cidade e de grande importância para a mobilidade da Região Metropolitana do Recife. Observa-se que o desenvolvimento urbano do bairro ocorreu ao longo dessa avenida, promovendo alterações na paisagem, marcadas pelo crescente processo de verticalização e pela expansão das construções e das atividades urbanas em seu entorno.

Conforme a categorização climática proposta por Köppen, O clima do Recife, onde se insere o bairro da Caxangá, corresponde ao tropical úmido, sendo seu tipo climático o As, caracterizado por temperaturas elevadas ao longo de todo o ano e forte sazonalidade pluviométrica. (Silva Júnior; Silva, 2016). De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2024), a precipitação média anual de Recife é de aproximadamente 2.457 mm, sendo concentrada durante os meses de abril e agosto. Esse período é marcado pela atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), um sistema meteorológico responsável por causar chuvas intensas no Recife, principalmente no mês de outono (Silva; Galvínio; Costa, 2017).

Ademais, é possível observar que as temperaturas do município de Recife apresentam pouca amplitude térmica, com média anual de 29,1 °C para as máximas e 21,8 °C para as mínimas, o que reflete a forte influência do oceano na região e a sua baixa latitude. A velocidade média dos ventos é de 10,2 km/h, cerca de 2,85 m/s, predominando brisas marítimas que contribuem para a circulação atmosférica local. Portanto, entende-se que as características climáticas configuram Recife como um ambiente quente, úmido e propício a eventos de chuvas intensas. Sendo assim, esses fatores influenciam diretamente as problemáticas urbanas identificadas na Caxangá, como alagamentos, impermeabilização do solo e dinâmica ambiental do bairro (APAC, 2024).

A análise das unidades geomorfológicas do bairro da Caxangá (Figura 2) evidencia o predomínio dos Tabuleiros Orientais do Nordeste (Apm), ocupando a maior parte da área de estudo, enquanto pequenas porções são representadas pelas unidades do Litoral Oriental Nordestino, subdivididas em topos convexos (Dc) e topos tabulares (Dt). Essa configuração demonstra que o bairro está inserido em uma área de transição entre superfícies tabulares da Formação Barreiras e formas de relevo suavemente dissecadas, condicionando diretamente o comportamento hidrológico local.

Figura 2 – Mapa de Unidades Geomorfológicas do Bairro da Caxangá, Recife – PE



Fonte: Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE, 2023.
Elaboração: Autores, 2025.

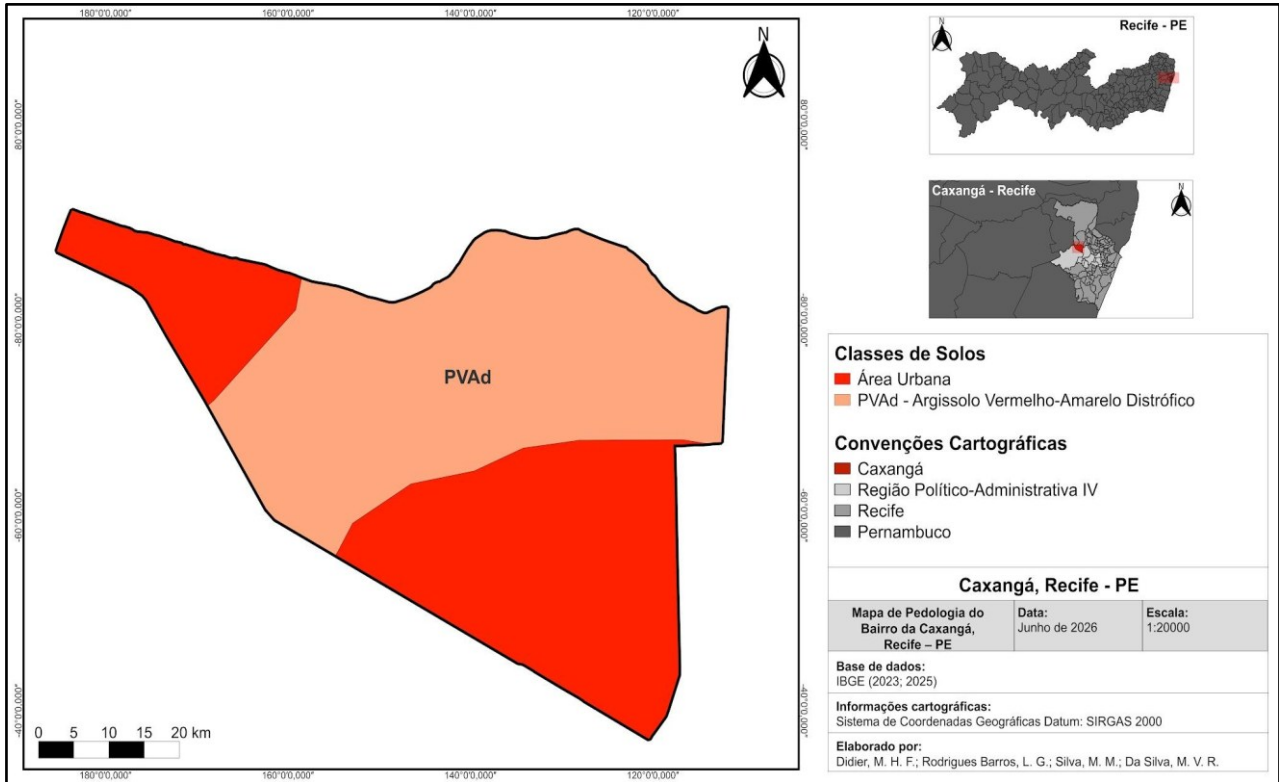
Os Tabuleiros Orientais do Nordeste caracterizam-se por superfícies levemente onduladas, baixa energia do relevo e declividades predominantemente suaves, desenvolvidas sobre os sedimentos da Formação Barreiras. Essas características favoreceram historicamente a ocupação urbana da Caxangá, uma vez que oferecem melhores condições para o desenvolvimento das atividades agrícolas e expansão imobiliária. Entretanto, a intensa urbanização modificou significativamente as condições naturais de infiltração, substituindo extensas áreas permeáveis por superfícies impermeabilizadas, fator que altera o balanço hídrico e potencializa o escoamento superficial (Dompieri, 2024).

A unidade geomorfológica do Litoral Oriental Nordestino caracteriza-se por uma paisagem fortemente condicionada pela interação entre processos marinhos, fluviais e climáticos, formando extensas planícies costeiras compostas por cordões arenosos, campos de dunas, planícies flúvio-marinhas e áreas estuarinas. Essa faixa litorânea apresenta morfologia predominantemente baixa e suavemente ondulada. A dinâmica das marés, aliada à ação contínua dos ventos alísios e da oscilação do nível relativo do mar ao longo do Quaternário, contribui para a construção e remodelação dos depósitos litorâneos, como praias, paleodunas e cordões arenosos (Souza; Silva; Diniz, 2023).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2011), estabelece os critérios para identificação, classificação e caracterização dos solos brasileiros, permitindo compreender sua distribuição espacial e suas propriedades físicas e químicas. Conforme apresentado no Mapa 3, a cobertura pedológica original do

bairro da Caxangá é representada predominantemente pelo Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd), embora parte significativa da área atualmente esteja ocupada por superfícies urbanizadas, resultado do intenso processo de expansão urbana.

Mapa 3 – Mapa de Pedologia do Bairro da Caxangá, Recife – PE



Fonte: Dados do *Google Satélites*, 2025; Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE, 2023.
Elaboração: Autores, 2025.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico caracteriza-se pela presença de um horizonte superficial com menor teor de argila sobre um horizonte subsuperficial enriquecido nesse material, formando um gradiente textural bem definido ao longo do perfil. De acordo com a Embrapa (2011) e Coelho *et al.* (2013), essa classe de solo apresenta, em condições naturais, boa capacidade de infiltração superficial, embora a maior concentração de argila em profundidade possa restringir parcialmente a percolação da água. Além disso, sua mineralogia é predominantemente composta por caulinita e óxidos de ferro e alumínio, apresentando baixa fertilidade natural e boa estabilidade estrutural.

Na Caxangá, entretanto, as propriedades naturais desse solo foram significativamente modificadas pela intensa urbanização observada nas últimas décadas. A substituição da cobertura natural por edificações, pavimentação e demais superfícies impermeáveis reduziu a capacidade de infiltração das águas pluviais, comprometendo uma das principais funções hidrológicas do Argissolo. Dessa forma, embora o solo apresente características que favorecem a infiltração em condições naturais, o processo de impermeabilização associado ao crescimento urbano passou a controlar predominantemente a dinâmica hidrológica local, favorecendo o aumento do escoamento superficial e contribuindo para a maior suscetibilidade à ocorrência de alagamentos.

3 Metodologia

O presente trabalho utilizou imagens e mapas temáticos para a interpretação visual e comparação diacrônica das mudanças espaciais na Caxangá. Assim, para a elaboração dos mapas, utilizou-se a versão 3.42.3 do *software* Qgis.

Para a elaboração do mapa de localização do bairro da Caxangá, foram utilizados arquivos vetoriais em formato *shapefile* dos limites dos bairros, obtidos junto à Prefeitura da Cidade do Recife (2023), e dos limites municipais e das unidades federativas, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024). Além disso, a imagem utilizada como base para a representação cartográfica do bairro foi obtida por meio da camada Google Satélite, disponibilizada no *software* Qgis.

Ambas as análises pedológicas e geomorfológicas da área de estudo, utilizaram o banco de dados geocientíficos do IBGE (2024), disponibilizados em escala 1:250.000. Para o mapeamento pedológico, adotaram-se as classes e padronizações cromáticas estabelecidas pela Embrapa (2025), no qual define a coloração utilizada para representar cada unidade pedológica no mapeamento. Dessa forma, essa padronização permite um maior detalhamento, comparabilidade e coerência visual para a leitura cartográfica de mapeamentos pedológicos.

Por outro lado, devido ao fato de não existir, na literatura geográfica brasileira, uma padronização nacional consolidada para a representação gráfica das unidades geomorfológicas. Optou-se por utilizar cores que favorecessem a diferenciação entre as categorias presentes no bairro da Caxangá. Assim, as cores utilizadas foram selecionadas de modo a aproximar visualmente elementos semelhantes e destacar os limites morfoestruturais e morfoesculturais do município, mantendo o contraste adequado e coerência temática entre as feições representadas.

Os mapas de uso e cobertura do solo foram realizados através da coleta de imagens disponibilizadas pelo Mapeamento Anual de Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomias), no qual realiza o mapeamento anual do território brasileiro por meio de classificação automática de pixel a pixel. O projeto MapBiomias utiliza imagens do satélite Landsat, com resolução de 30 metros, disponibilizadas pela plataforma *Google Earth Engine*, no qual possui uma série temporal de mais de 30 anos (MapBiomias, 2024).

Assim, o presente trabalho selecionou os anos 1985, 2005 e 2024, por representarem marcos distintos do processo de urbanização local, para o mapeamento diacrônico da área de estudo, possibilitando uma análise multitemporal de 40 anos da dinâmica territorial do bairro da Caxangá. Para a realização da escala temporal do bairro, foram utilizadas imagens disponibilizadas na Coleção 10 do MapBiomias, versão mais recente da coleção. Por fim, tornou-se possível classificar o uso e cobertura de solo no bairro, baseando-se nas legendas e dados fornecidos pelo projeto MapBiomias. As classes de uso e cobertura do solo seguiram a legenda oficial do MapBiomias (2024) e foram agrupadas, para fins analíticos, em categorias interpretativas, conforme observado na Tabela 1. Esse agrupamento visou facilitar a análise da dinâmica territorial e a comparação multitemporal das transformações espaciais no bairro da Caxangá.

Tabela 1 – Classes de uso e cobertura de solo

Agrupamento de classe	Classes de uso
Agropecuária	Pastagem; Cana; Mosaico de Usos
Vegetação	Formação Florestal
Área não vegetada	Área Urbanizada
Corpos hídricos	Rios, Lagos e Oceanos; Campos Alagados e Áreas e Pantanosas

Fonte: Classes do Mapeamento Anual de Uso e Cobertura da Terra no Brasil - MapBiomias, 2024.
Elaboração: Autores, 2025.

Por fim, a partir de uma metodologia quantitativa, utilizando o *software* Qgis, realizou-se a reprojeção das imagens para o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator (UTM), adotando o Datum SIRGAS 2000, fuso 25 Sul, que corresponde ao sistema oficial de referência geodésica no Brasil. Assim, após o recorte do vetor que delimita o bairro da Caxangá, procedeu-se à definição das classes de uso e ocupação do solo na aba Symbolology do Qgis, utilizando os Identificadores (ID) e os respectivos códigos RGB disponibilizados pelo MapBiomias (2020) para padronização cartográfica.

Em seguida, foi realizada a quantificação das áreas correspondentes a cada classe de uso do solo nos anos analisados, por meio das ferramentas Calculadora de Campo e Estatísticas, disponíveis na caixa de processamento do Qgis. Esse procedimento permitiu identificar e medir, em hectares, a participação de cada categoria no território do bairro. Para a análise dos resultados, o Google Planilhas foi utilizado na organização das tabelas e no cálculo dos percentuais de mudança entre 1985, 2005 e 2024, possibilitando interpretar a dinâmica multitemporal do uso e cobertura do solo na área de estudo.

O mapa de suscetibilidade a alagamentos foi elaborado por meio de uma análise multicritério no Sistema de Informações Geográficas (SIG). A metodologia foi baseada na integração de diferentes fatores físicos e antrópicos condicionantes à ocorrência de alagamentos, adaptando os procedimentos metodológicos propostos por Korah e López (2015) para a realidade do bairro da Caxangá.

Inicialmente, foram utilizados três critérios considerados determinantes para a suscetibilidade aos alagamentos: uso e cobertura do solo, declividade e fluxo acumulado. O mapa de uso e cobertura do solo foi obtido a partir da plataforma MapBiomas, enquanto os modelos de declividade e fluxo acumulado foram derivados do Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), utilizando ferramentas de análise de terreno do Qgis.

A seleção das variáveis utilizadas na elaboração do mapa de suscetibilidade fundamenta-se na influência que exercem sobre a dinâmica hidrológica urbana. O uso e cobertura do solo foi considerado por representar o grau de impermeabilização da superfície, fator que reduz a infiltração da água e intensifica o escoamento superficial. A declividade foi utilizada por controlar a velocidade do escoamento e a tendência ao acúmulo de água, sendo que áreas mais planas apresentam maior propensão à ocorrência de alagamentos. Já o fluxo acumulado foi empregado por indicar as áreas de convergência do escoamento superficial, refletindo o potencial de concentração das águas pluviais. A integração dessas variáveis permite identificar espacialmente os setores com maior suscetibilidade à ocorrência de alagamentos, constituindo uma abordagem amplamente empregada em estudos de análise multicritério aplicada à gestão de riscos hidrológicos (Korah; López, 2015).

Após a obtenção das camadas temáticas, cada variável foi submetida ao processo de reclassificação por tabela, atribuindo-se valores de suscetibilidade de acordo com sua influência na geração do escoamento superficial e na propensão ao acúmulo de água (Tabela 2). Para o uso e cobertura do solo, áreas vegetadas receberam menor grau de suscetibilidade, enquanto áreas urbanizadas receberam maior peso, devido à elevada impermeabilização do solo. Para a declividade, áreas de relevo plano foram consideradas mais suscetíveis ao acúmulo de água, enquanto maiores declividades receberam menores valores de suscetibilidade. No caso do fluxo acumulado, áreas com maior concentração potencial de escoamento superficial receberam valores mais elevados.

Tabela 2 – Critérios de reclassificação utilizados na elaboração do mapa de suscetibilidade a alagamentos

Critério	Classe	Valor
Uso e cobertura do solo	Agropecuária	1
	Vegetação	2
	Área não vegetada	4
Declividade	> 9°	1
	6 - 9°	2
	3 - 6°	3
	0 - 3°	4
Fluxo Acumulado	Até 1.600	1
	1.601 - 5.500	2
	5.501 - 18.800	3
	> 18.800	4

Fonte: MapBiomias, 2024; CPRM, 2021.

Adaptado de Korah e López (2015) por Autores, 2026.

Os pesos atribuídos a cada variável consideram sua influência relativa na dinâmica hidrológica urbana, atribuindo maior importância ao uso e cobertura do solo devido ao elevado grau de impermeabilização decorrente da urbanização, seguido pelo fluxo acumulado, responsável pela concentração do escoamento superficial, e pela declividade, que condiciona a velocidade e o potencial de acúmulo das águas pluviais.

A integração dos critérios foi realizada por meio da ferramenta Calculadora Raster do QGIS, utilizando-se a combinação linear ponderada, conforme sua influência sobre a dinâmica hidrológica urbana. O mapa final de suscetibilidade a alagamentos (*S*) foi obtido a partir da Equação 1:

$$S = (US \times 0,40) + (D \times 0,25) + (FA \times 0,35)$$

onde:

- **S** = Suscetibilidade;
- **US** = Uso e cobertura do solo;
- **D** = Declividade;
- **FA** = Fluxo acumulado.

Desse modo, o uso e cobertura do solo recebeu peso de 40%, a declividade 25% e o fluxo acumulado 35%, totalizando 100% da ponderação. O raster resultante foi reclassificado em cinco classes de suscetibilidade (Muito Baixa, Baixa, Moderada, Alta e Muito Alta), permitindo a espacialização das áreas potencialmente mais suscetíveis à ocorrência de alagamentos no bairro da Caxangá.

3 Resultados e discussões

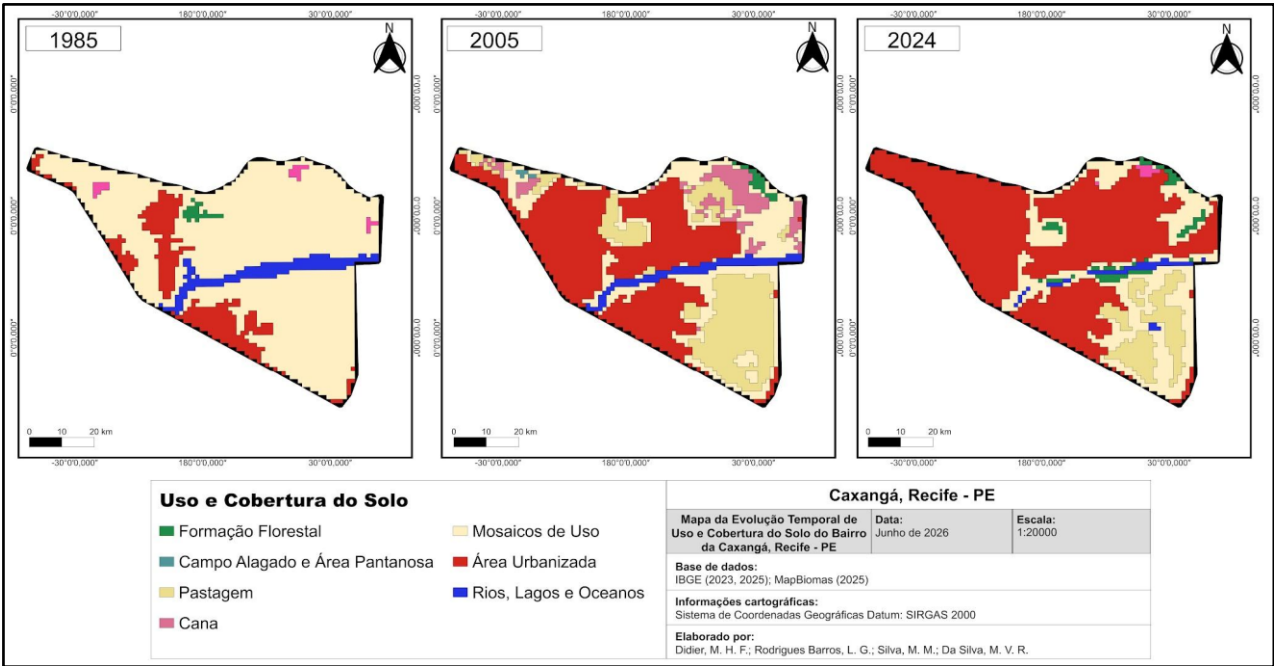
De acordo com Paixão *et al.* (2020), a construção sobre o entendimento espacial do ambiente em que o indivíduo está inserido, é condicionado pelo reconhecimento acerca das mudanças históricas e as

dinâmicas antrópicas que acontecem sobre a superfície terrestre. Desse modo, a utilização de geotecnologias demonstra-se como uma ferramenta essencial para a análise de uso e cobertura de solo em uma área, assim como evidenciar as relações entre sociedade-natureza que ocorrem ao longo do tempo naquele local. Dentre essas ferramentas tecnológicas, o SIG configura-se como a ferramenta mais utilizada para o mapeamento de cobertura de uso e ocupação de solo.

Portanto, considerando que o mapeamento de uso e cobertura do solo é fundamental para monitorar a transformação do território e avaliar os impactos da urbanização sobre o meio físico e ambiental. Considera-se que por meio de imagens de satélite e geoprocessamento, é possível detectar mudanças interanuais na cobertura vegetal, áreas de permeabilidade e ocupação urbana, subsidiando decisões de planejamento e conservação. Logo, esse tipo de mapeamento constitui ferramenta essencial em contextos de expansão urbana e pressões ambientais (Lima; Loureiro, 2019; Neto *et al.*, 2022).

Assim, a partir do Mapa de Uso e Cobertura de Solos dos anos de 1985, 2005 e 2024 (Mapa 4), é possível identificar, com precisão, como o bairro da Caxangá evoluiu em termos de urbanização, reorganização interna do território e redução de áreas naturais ou produtivas.

Mapa 4 – Mapa de uso e cobertura do solo do bairro da Caxangá (1985)



Fonte: Dados do Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE, 2023; Mapeamento Anual de Uso e Cobertura da Terra no Brasil - MapBiomias, 2024.
Elaboração: Autores, 2025.

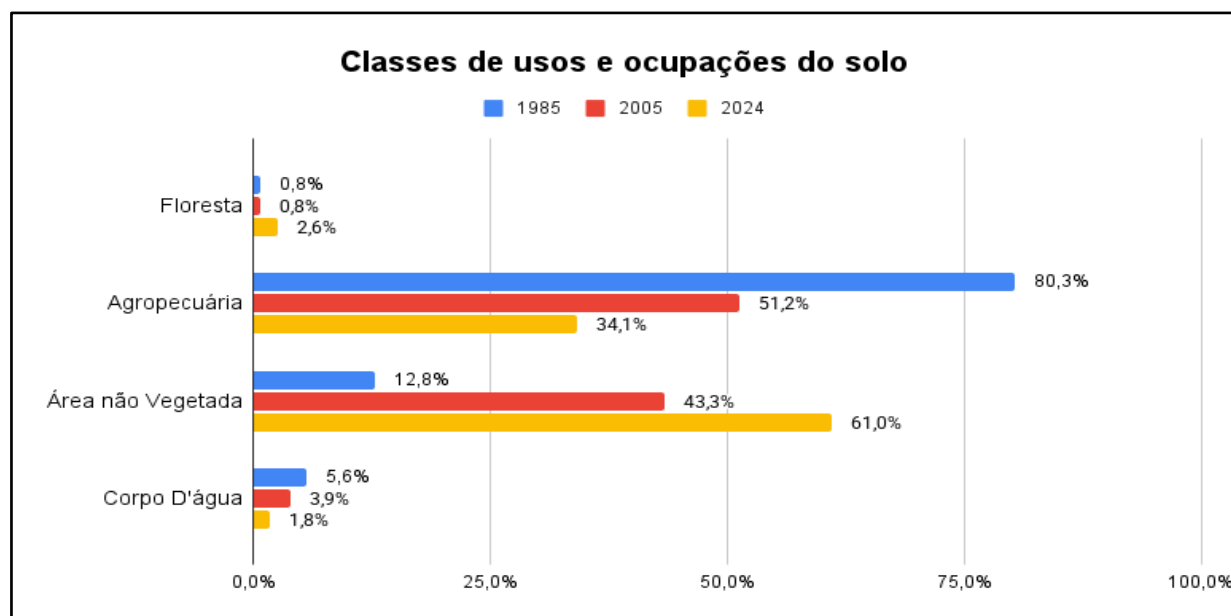
Em 1984, o Mapa de Uso e Cobertura de Solo revela um bairro ainda marcado por funções rurais e periurbanas. Contando com um predomínio absoluto dos Mosaicos de Uso, categoria adotada pelo projeto MapBiomias (2024) para representar áreas caracterizadas pela coexistência espacial de diferentes formas de uso do solo, como pequenas parcelas agrícolas, pastagens e fragmentos de vegetação, sem predominância clara de uma única atividade. Além disso, o bairro possuía uma urbanização restrita, concentrada ao longo das margens da Av. Caxangá e próximo às faixas de drenagem. Definindo um território ainda pouco urbanizado, com forte predominância de uso rural e funções agropecuárias

No entanto, nos mapas dos anos posteriores observa-se uma mudança da dinâmica socioespacial do bairro da Caxangá. Primeiramente, em 2005, observa-se uma paisagem profundamente transformada em apenas 20 anos, observa-se uma expansão significativa da área urbana, o que consequentemente provocou uma redução drástica das áreas agropecuárias, fragmentação das áreas florestais e alterações nas áreas úmidas. Dessa forma, a configuração territorial se estabelece como majoritariamente urbanizada, com pequenas porções de áreas verdes e corpos hídricos em seu entorno.

Por fim, no último registro de uso e cobertura de solo disponibilizado pelo Mapbiomas (2024), identifica-se que a Caxangá se consolida como bairro essencialmente urbano, com forte redução de vegetação, áreas permeáveis e usos rurais. Assim, o mapeamento do bairro em 2024 evidencia o adensamento, fragmentação ecológica e aumento da vulnerabilidade ambiental na área de estudo. Configurando o bairro com um tecido urbano extenso, poucas áreas permeáveis e uma redução intensa nas áreas úmidas.

Nesse contexto, com base no mapeamento multitemporal do bairro da Caxangá, tornou-se possível quantificar os dados históricos do uso e cobertura de solo da área de estudo. No Gráfico 1, considerando o gráfico de classes de usos e ocupações de solo, verifica-se transformações profundas na dinâmica territorial do bairro da Caxangá ao longo do recorte temporal de 39 anos, revelando um processo contínuo de urbanização e substituição de áreas agropecuárias e vegetadas por superfícies não vegetadas.

Gráfico 1 – Análise de classes de usos e ocupações do solo, no período entre 1985 e 2024



Fonte: Dados do Mapeamento Anual de Uso e Cobertura da Terra no Brasil - MapBiomias, 2024
Elaboração: Autores, 2025.

Primeiramente, examinando a porcentagem de áreas voltadas para a agricultura e pecuária no bairro, identifica-se uma redução expressiva das áreas agropecuárias. Visto que em 1985, a categoria Agropecuária representava 80,3% do território da Caxangá, configurando um bairro ainda marcado por usos rurais, provavelmente associados a pequenas propriedades, pastagens e cultivos. Contudo, em 2005, essa participação cai para 51,2%, indicando avanço da urbanização. E em 2024, o valor reduz-se ainda mais para 34,1%, consolidando uma tendência de retração contínua das atividades agropecuárias no bairro. Em segundo plano, é possível observar que a classe Área não vegetada mostra o movimento oposto, o bairro demonstra uma expansão contínua na porcentagem de áreas urbanizadas. Em 1985, o índice de urbanização do bairro era de 12,8%, e em 2024, atingiu 61%. Esse processo está diretamente relacionado ao avanço da urbanização no bairro da Caxangá, no qual identifica-se um aumento na verticalização e a concentração de edificações, além de uma perda significativa da cobertura vegetal.

No que se refere à cobertura vegetal, observa-se que entre 1985 e 2005 não houve variação significativa na área de vegetação. Contudo, em 2024, verifica-se um aumento para 2,6%, possivelmente associado à inserção de áreas verdes em empreendimentos imobiliários. Conforme Farias, Bargas e Matias (2016), essas áreas cumprem, frequentemente, uma função mercadológica, vinculada à valorização imobiliária e à lógica de produção capitalista do espaço urbano.

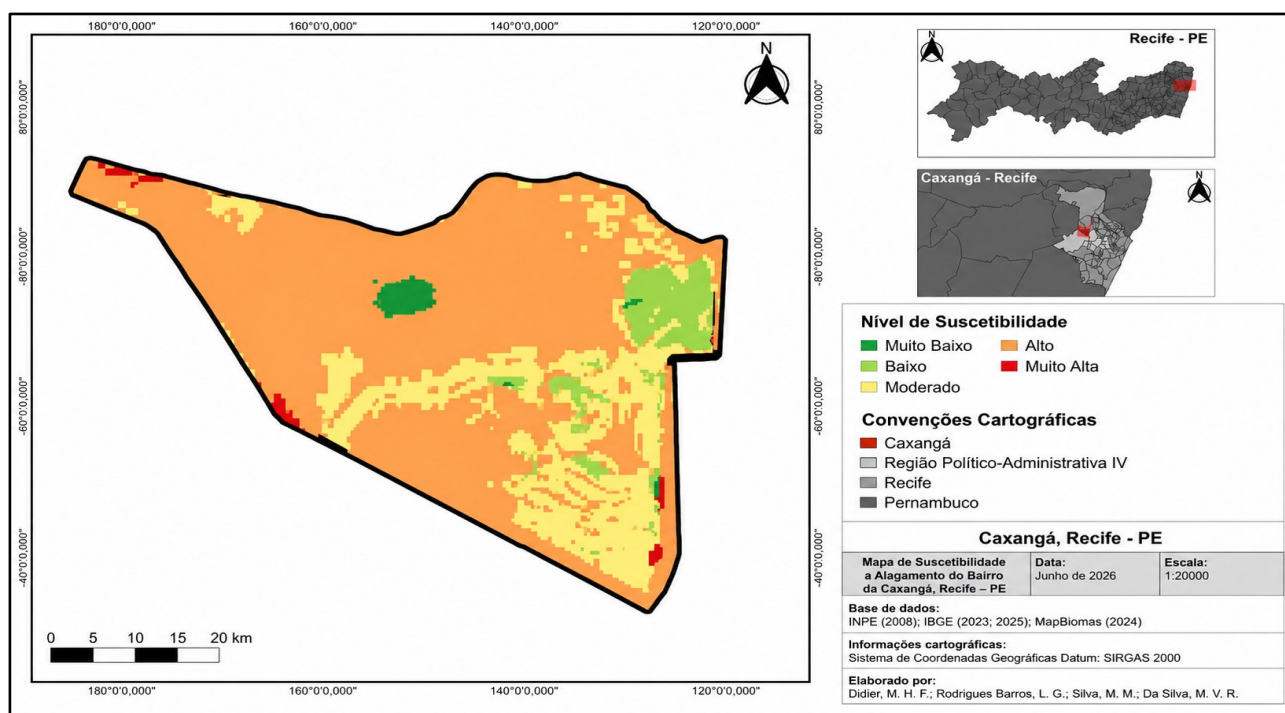
Além disso, Santos (1965) define que o espaço urbano como um resultado das relações sociais e econômicas estabelecidas ao longo do tempo, sendo continuamente reconfigurado pelas lógicas do capital e pela atuação do Estado. Nesse sentido, a substituição progressiva de áreas agropecuárias e vegetadas por superfícies urbanizadas reflete um padrão de urbanização que prioriza a expansão da infraestrutura e da ocupação imobiliária em detrimento da conservação ambiental.

Por fim, o bairro apresenta uma redução contínua da superfície hídrica entre 1985 e 2024, uma queda de quase 70% durante o recorte temporal. No ano de 1985, período onde o bairro ainda era mais associado ao uso agropecuário, é possível observar uma maior representatividade de corpos d'água na região, com 5,6%. Contudo, em 2005, com o avanço da urbanização e o aumento de superfícies impermeáveis, observa-se a diminuição da superfície hídrica. E atingindo apenas 1,8% de extensão territorial em 2024.

A redução de superfícies permeáveis e de corpos hídricos no bairro da Caxangá está diretamente relacionada ao aumento de suscetibilidade à ocorrência de alagamentos e problemas associados à drenagem urbana. Conforme apontado por Moura e Silva (2015), considerando as características climáticas de Recife, marcadas por elevados índices pluviométricos, a impermeabilização do solo potencializa a vulnerabilidade ambiental do município.

As transformações identificadas no uso e cobertura do solo, associadas às características morfológicas do terreno, influenciam diretamente a dinâmica hidrológica urbana. Com o objetivo de integrar esses fatores e identificar espacialmente as áreas mais propensas à ocorrência de alagamentos, foi elaborado o mapa de suscetibilidade por meio de análise multicritério (Mapa 5).

Mapa 5 – Mapa de uso e cobertura do solo do bairro da Caxangá (1985)



Fonte: Dados do Instituto Brasileira de Geografia e Estatística - IBGE, 2023; Mapeamento Anual de Uso e Cobertura da Terra no Brasil - MapBiomas, 2024.
Elaboração: Autores, 2025.

A análise multicritério permitiu identificar a distribuição espacial da suscetibilidade a alagamentos no bairro da Caxangá, evidenciando o predomínio da classe Alta, que ocupa grande parte da área de estudo. Esse resultado demonstra que o bairro apresenta condições físicas e antrópicas favoráveis à concentração do escoamento superficial, decorrentes principalmente da elevada impermeabilização do solo e da configuração topográfica local.

As classes Muito Alta ocorrem de forma pontual, concentrando-se, sobretudo, nas extremidades oeste e sul do bairro, correspondendo a setores de baixa declividade e maior fluxo acumulado, onde a água tende a convergir durante eventos de precipitação intensa. Em contrapartida, as classes Baixa e Muito Baixa concentram-se na porção leste e em pequenos fragmentos da área central, coincidindo com remanescentes de cobertura vegetal e áreas que apresentam melhores condições de infiltração e menor concentração do escoamento superficial.

Esses resultados corroboram a literatura que aponta a urbanização como um dos principais fatores responsáveis pelas alterações da dinâmica hidrológica em ambientes urbanos. Segundo Claudino e Bremer, (2025), a expansão das superfícies impermeáveis modifica o balanço hídrico ao reduzir a infiltração e aumentar o volume e a velocidade do escoamento superficial. De forma semelhante, Lima *et al.* (2025) destacam que a ocupação urbana desordenada, associada à redução da cobertura vegetal, intensifica a suscetibilidade a alagamentos em diferentes setores do Recife.

Nesse contexto, as projeções elaboradas pela Prefeitura da Cidade do Recife (2019) indicam que, para o período de 2011 a 2040, o risco de inundações tende a crescer de forma expressiva, destacando o bairro da Caxangá como uma das áreas críticas do município. Esse cenário é compatível com os resultados obtidos neste estudo, que evidenciam a predominância das classes Alta e Muito Alta de suscetibilidade, reforçando a relação entre a expansão urbana, a impermeabilização do solo e a intensificação das vulnerabilidades hidrológicas. Além disso, Passos *et al.* (2024) ressaltam que a aplicação de análises multicritério associadas às geotecnologias constitui uma ferramenta eficiente para identificar áreas suscetíveis a eventos hidrológicos, fornecendo subsídios ao planejamento territorial e à gestão urbana.

Dessa forma, as transformações na dinâmica de uso e cobertura do solo da Caxangá evidenciam um processo de redução das áreas naturais e ampliação das superfícies impermeabilizadas, comprometendo funções ambientais essenciais, como a infiltração da água no solo e a regulação do escoamento superficial. Consequentemente, essas alterações favorecem o aumento da suscetibilidade à ocorrência de alagamentos, evidenciando a estreita relação entre a produção do espaço urbano, a alteração da dinâmica hidrológica e a intensificação das vulnerabilidades socioambientais. Nesse sentido, o mapa de suscetibilidade elaborado constitui um importante instrumento para subsidiar ações de planejamento urbano, gestão das águas pluviais e definição de áreas prioritárias para intervenções voltadas à mitigação dos impactos hidrológicos.

Considerações finais

A integração de geotecnologias, sensoriamento remoto e análise multicritério demonstrou-se uma abordagem eficiente para compreender as transformações espaço-temporais decorrentes do processo de urbanização e seus reflexos sobre a dinâmica hidrológica urbana. As mudanças no uso e cobertura do solo no bairro da Caxangá, entre 1985 e 2024, evidenciaram um processo contínuo de urbanização, caracterizado pela substituição de áreas naturais por superfícies impermeáveis, alterando significativamente o comportamento hidrológico da área de estudo.

Os resultados da análise multitemporal, associados ao mapa de suscetibilidade, evidenciaram que a predominância de áreas urbanizadas, aliada às condições de baixa declividade e à concentração do fluxo acumulado, favorece o aumento da suscetibilidade à ocorrência de alagamentos. Nesse contexto, observa-se que as transformações no uso do solo contribuíram para reduzir a capacidade de infiltração das águas pluviais e intensificar o escoamento superficial, reforçando a relação entre a produção do espaço urbano e a intensificação das vulnerabilidades hidrológicas.

O mapa de suscetibilidade elaborado permitiu identificar espacialmente os setores mais propensos à ocorrência de alagamentos, constituindo um importante instrumento de apoio ao planejamento urbano e à gestão territorial. Assim, os resultados obtidos podem subsidiar a definição de áreas prioritárias para intervenções voltadas à drenagem urbana, conservação de áreas permeáveis e

implementação de soluções baseadas na natureza, contribuindo para a redução dos impactos associados aos eventos hidrológicos.

Por fim, destaca-se que a metodologia empregada pode ser aplicada em outras áreas urbanas com características semelhantes, constituindo uma ferramenta de apoio à gestão de riscos e ao planejamento ambiental. Recomenda-se, para estudos futuros, a incorporação de séries históricas de precipitação, registros de ocorrências de alagamentos e modelagens hidrológicas, permitindo aprofundar a compreensão da relação entre as transformações do uso do solo e a dinâmica dos eventos hidrológicos em escala local.

Referências

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA – APAC. **Climatologia**, 2024. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/519-climatologia>. Acesso em: 21 nov. 2025.

CASTILHO, Claudio Jorge Moura de. Processo de produção desigual do espaço urbano: Recife – impasse permanente da coexistência de interesses da “cidade à acumulação de capital” e da “cidade à realização plena da vida humana”. **Acta Geográfica**, Recife, n. 10, p. 95-113, dez. 2010. Disponível em: <https://revista.ufr.br/actageo/article/view/448>. Acesso em: 15 nov. 2025.

CLAUDINO, Mateus Oliveira; BREMER, Cynara Fielder. Análise da Permeabilidade Superficial e do Escoamento Urbano na Sub-Bacia do Córrego Acaba Mundo. **Revista Tópicos**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 27, p. 1-18, 2025. ISSN: 2965-6672. Disponível em: <https://zenodo.org/records/17567806>. Acesso em: 26 jun. 2026.

COELHO, Maurício Rizzato; FIDALGO, Elaine Cristina; SANTOS, Humberto Gonçalves dos; BREFIN, Maria de Lourdes Mendonça Santos; PÉREZ, Daniel Vidal. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: **O Ecossistema Solo: Componentes, Relações Ecológicas e Efeitos na Produção Vegetal**. Lavras: UFLA, 2013. cap. 3, p. 45-62. Disponível em: <https://bit.ly/2JZcAv8>. Acesso em: 21 nov. 2025.

DOMPIERI, M. H. G. Geologia e solos dos tabuleiros costeiros no Nordeste do Brasil. In: BARBOSA, F. C. (org.). Ciências agrárias: estudos fundamentais. Piracanjuba, GO: **Conhecimento Livre**, 2024. cap. 3, p. 36-50. ISBN 978-65-5367-545-2. DOI: 10.37423/240809250. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1168700>. Acesso em: 8 dez. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: **Embrapa**, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1176834/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 21 nov. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Solos do Brasil**, 2011. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-solos-brasileiros/solos-do-brasil>. Acesso em: 21 nov. 2025.

FARIAS, Fernanda Otero de; BARGOS, Danúbia Caporusso; MATIAS, Lindon Fonseca. Aplicação de Geotecnologias no Estudo da Relação entre a Valorização da Terra Urbana e a Presença de Áreas Verdes na Cidade de Paulínia (SP). **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 68, n. 2, 2016. DOI: 10.14393/rbcv68n2-44394. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/44394>. Acesso em: 16 mar. 2026.

FERREIRA, Rubio José; CASTILHO, Claudio Jorge Moura de. Agricultura urbana e gestão territorial em Recife/PE/Brasil: qual o lugar da agricultura urbana no planejamento da cidade? **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 65-81, 2016. DOI: 10.5216/ag.v10i2.35747. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/35747>. Acesso em: 16 nov. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/socias/trabalho/22827-censo-demografico-2022.html>. Acesso em: 21 nov. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Malhas territoriais. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 21 nov. 2025.

KORAH, Prosper Issahaku; LÓPEZ, Francisco Mariano Juárez. Mapping flood vulnerable areas in Quetzaltenango, Guatemala using GIS. **Journal of Environment and Earth Science**, v. 5, n. 6, p. 132–142, 2015. Disponível em: <https://iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/21000>. Acesso em: 26 jun. 2026.

LIMA, Lucas Domingos de Barros *et al.* Mapeamento de Áreas Suscetíveis a Inundações na Cidade do Recife-PE/Brasil. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 27, n. 1, p. 21–44, 2025. DOI: 10.70261/er.v27i1.74841. Disponível em: <https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/74841>. Acesso em: 27 jun. 2026.

LIMA, Sâmýra Sousa; LOUREIRO, Glauber Egide. Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento de uso e cobertura da terra no município de São Domingos do Araguaia–PA. **Revista GeoAmazônia**, v. 7, n. 13, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/14988>. Acesso em: 7 dez. 2025.

MOURA, Erika Fernanda da Silva; SILVA, Simone Rosa da. Estudo do Grau de Impermeabilização do Solo e Propostas de Técnicas de Drenagem Urbana Sustentável em Área do Recife-PE. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, [S. l.], v. 3, n. 15, 2015. DOI: 10.17271/231884723152015993. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/993. Acesso em: 17 mar. 2026.

NETO, José Osmar Silva; SOUSA, Larrise Fernandes; SIQUEIRA, Luiz Eduardo Lopes; OLIVEIRA, Vlândia Pinheiro Vieira. Análise da evolução do uso e cobertura do solo do município de Tauá–CE nos anos de 1991 a 2021, a partir de dados do MapBiomass. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 46, 2024. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/10487>. Acesso em: 7 dez. 2025.

PAIXÃO, Thaiany Silva *et al.* Multitemporalidade do uso e cobertura da terra utilizando a plataforma Google Earth: estudo de caso do Centro Sócio Educacional Fazendinha Esperança, Marituba, Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2874–2884, 2020. DOI: 10.26848/rbfg.v13.6.p2874-2884. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbfgfe/article/view/247511>. Acesso em: 6 dez. 2025.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE (PCR). Caxangá. Serviço para o cidadão. Recife: **Prefeitura do Recife**, 2015. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/caxanga?op=NTI4Mg==>. Acesso em: 16 nov. 2025.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE (PCR). **Análise de riscos e vulnerabilidades climáticas e estratégia de adaptação do município do Recife – PE**. Recife, 2019. Disponível em: https://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/sumario_clima_recife_portugues.pdf. Acesso em: 26 jan. 2026.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE (PCR). Bairros e RPAs do Recife. Recife: **Prefeitura do Recife**, 2023. Disponível em: https://dados.recife.pe.gov.br/pt_BR/dataset/area-urbana. Acesso em: 21 jan. 2026.

PROJETO DE MAPEAMENTO ANUAL DE USO E COBERTURA DA TERRA NO BRASIL – MAPBIOMAS. **Coleção 10: uso e cobertura do solo do Brasil**, 2024. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 21 nov. 2025.

SANTOS, Milton. A cidade nos países subdesenvolvidos. Rio de Janeiro: **Civilização Brasileira**, 1965.

SILVA, João Victor Araújo da et al. Mapeamento da evolução histórica do uso e ocupação do solo no município de João Pessoa-PB, de 1985 a 2022. **Geopauta**, v. 8, n. 1, 2024. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/16032>. Acesso em: 7 dez. 2025.

SILVA, Misael José da; GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano; COSTA, Valéria Sandra de Oliveira. Abordagem interdisciplinar sobre a influência da Zona de Convergência Intertropical — ZCIT no Nordeste brasileiro. *Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais*, v. 6, n.º. 2, p. 107-117, 2017. DOI: <https://doi.org/10.51359/2238-8052.2017.230721>. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistamseu/article/view/230721>. Acesso em: 26 jun. 2026.

SILVA JUNIOR, Marcos Antonio Barbosa da; SILVA, Simone Rosa da. Impactos da urbanização e das alterações climáticas no sistema de drenagem do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 6, p. 2034-2053, 2016. DOI: 10.26848/rbgf.v9.6.p2034-2053. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233734>. Acesso em: 15 nov. 2025.

SOUSA, Allan Vitor de Oliveira; SILVA, Ismael Pereira da. **Influência da pavimentação no tempo de concentração e no escoamento superficial: análise comparativa de bacias urbanas de São José do Bonfim-PB**. 2026. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Patos, Patos, 2026. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/5263>. Acesso em: 26 jun. 2026.

SOUZA, Ana Caroline Damasceno; SILVA, Fernando Eduardo Borges da; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Unidades de paisagem das planícies costeiras do litoral oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 16, n. 1, p. 443-465, 2023. DOI: 10.26848/rbgf.v16.1.p443-465. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/254074>. Acesso em: 8 dez. 2025.

VALADARES, Alana de Almeida. **Análise da dinâmica do uso e cobertura do solo sobre a vulnerabilidade ambiental em área do Distrito Federal**. 2017. 197 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/946122>. Acesso em: 16 nov. 2025.