
ARTIGO

Vulnerabilidade Socioambiental a partir de uma Análise Espacial no Município do Recife (PE)

Socio-environmental vulnerability from a spatial analysis in the Municipality of Recife (PE)

Aline Mariana Ferreira da Silva¹; Gabrielly Gregório da Luz²; José Vinícius de Sousa Florêncio³.

DOI: <https://10.52719/bjas.v5i2.6537>

Resumo

Recife, uma das cidades mais emblemáticas do Nordeste brasileiro, destaca-se não apenas por sua rica história e cultura, mas também pelos desafios significativos relacionados à vulnerabilidade social e ambiental. Este estudo explora a possibilidade de que, se Recife fosse redesenhado com base em sua realidade contemporânea, seu novo cartão postal poderia ser representado pela integração dessas duas dimensões. A vulnerabilidade social em Recife é evidente na forma de desigualdades persistentes, com comunidades marginalizadas enfrentando dificuldades no acesso a serviços básicos, educação de qualidade e oportunidades econômicas. Além disso, a vulnerabilidade ambiental é protegida devido aos desafios relacionados ao aumento do nível do mar, eventos climáticos extremos e profundidades de encostas. A cidade é suscetível a inundações frequentes e à perda de áreas verdes, o que afeta diretamente a qualidade de vida dos habitantes, especialmente aqueles que residem em morros e vielas. Esta pesquisa envolveu uma análise qualitativa e quantitativa, utilizando dados do MapBiomias para investigar o uso e ocupação do solo. Além disso, foi adotado uma abordagem empírica, com a utilização de fotografias que retratam a realidade das encostas do Recife, além de outras áreas passíveis a riscos. Como resultado, comprovando-se a progressiva urbanização e ocupação em áreas de risco, identificando, por meio das imagens, as áreas mais suscetíveis a vulnerabilidades socioambientais. Por fim, este estudo sublinha a importância do monitoramento e da análise da dinâmica urbana como fatores essenciais para embasar decisões informadas e melhorar as condições de vida de todos os habitantes do Recife.

Palavras chave: Mapbiomas. Urbanização. Uso e ocupação do solo.

¹ Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil. E-mail: aline.mfsilva@ufpe.br.

² Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco, mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: gabrielly.gregorio@ufpe.br.

³ Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: vinicius.florencio@ufpe.br.

Abstract

Recife, one of the most emblematic cities in the Brazilian Northeast, stands out not only for its rich history and culture, but also for the significant challenges related to social and environmental vulnerability. This study explores the possibility that, if Recife were redesigned based on its contemporary reality, its new postcard could be represented by the integration of these two dimensions. Social vulnerability in Recife is evident in the form of persistent inequalities, with marginalized communities facing difficulties in accessing basic services, quality education and economic opportunities. Furthermore, environmental vulnerability is protected due to challenges related to sea level rise, extreme weather events, and slope depths. The city is susceptible to frequent flooding and the loss of green areas, which directly affects the quality of life of inhabitants, especially those who live on hills and alleys. This research involves a qualitative and quantitative analysis, using data from MapBiomas to investigate land use and occupation. Furthermore, an empirical approach was adopted, using photographs that portray the reality of Recife's slopes, as well as other areas subject to risk. As a result, the progressive urbanization and occupation in risk areas was confirmed, identifying, through images, the areas most susceptible to socio-environmental vulnerabilities. Finally, this study highlights the importance of monitoring and analyzing urban dynamics as essential factors to support informed decisions and improve the living conditions of all residents of Recife.

Keywords: MapBiomas. Urbanization. Land use and occupation.

Introdução

A relação entre industrialização e urbanização historicamente encontra-se no fato de que a dinamização da sociedade está diretamente associada ao processo industrial, no qual em conjunto com a crescente demanda de mão-de-obra, atraindo migrantes em busca de avanços técnicos- científicos e desenvolvimento socioeconômico, ocasiona um alargamento populacional. (Santos et al., 2023 & Song et al., 2021). Tal processo ocorre no Brasil de maneira desordenada, concentrando-se no século XX, obtendo intensificação entre os anos 1940 e 1980, onde o Brasil passa a ter uma população urbana superior à população rural, seguindo assim um modelo organizacional centro- periferia, como afirma Milton Santos.

“(…) problemas de transporte, extroversão e periferização da população, gerando, graças às dimensões da pobreza e seu componente geográfico, um modelo específico de centro-periferia. Cada qual dessas realidades sustenta e alimenta as demais e o crescimento urbano, é, também, o crescimento sistêmico dessas características” (Santos, 2005).

Santos (2005) ainda afirma que as frações territoriais munidas de informação “competem vantajosamente com as que deles não dispõem”. Sendo assim, os conceitos de território opaco e território luminoso, trazidos pelo autor, são esclarecedores da dinâmica

territorial e organizacional que se deu nas cidades brasileiras. Os territórios opacos possuem demanda de serviços e técnicas de interesse coletivo, porém apresentam uma opacidade, ou seja, está distante dessas características que o território luminoso possui (alta densidade técnica e tecnológica), o que vai ocasionar numa exclusão socioespacial.

Todo esse movimento é acompanhado por desigualdade social, segregação territorial e impactos ao meio ambiente (Maricato, 2003). Estudos como de Soares et al., 2006; Deparis, 2014, & Monteiro et al., 2020, indicam que a ocupação desordenada em áreas de risco contribui significativamente para a degradação ambiental, além dos riscos que eventos climáticos extremos podem trazer para essas populações.

A Lei de Uso e Ocupação do Solo no Brasil é uma ferramenta fundamental para o ordenamento territorial e o planejamento urbano nas cidades do país (Aragão et al., 2022). A lei estabelece diretrizes específicas para a ocupação do espaço urbano, visando promover um desenvolvimento sustentável, a melhoria da qualidade de vida da população e a proteção dos recursos naturais. Os principais parâmetros dessa legislação incluem definições sobre zonas de uso (residencial, comercial, industrial), limites de ocupação, taxa de ocupação, índices de permeabilidade do solo, entre outros.

No Município do Recife, a Lei de Uso e Ocupação do Solo é aplicada de acordo com a sua realidade local e demandas específicas. O objetivo principal é regular o crescimento urbano e garantir a organização espacial da cidade. No entanto, é importante destacar que a aplicação efetiva da lei muitas vezes enfrenta desafios, como a falta de fiscalização adequada e a pressão por parte dos interesses do setor imobiliário.

Ao considerar os mecanismos contemporâneos de produção do espaço urbano, o processo de adensamento e gentrificação está diretamente ligado à periferização urbana que leva à ocupação das áreas de risco. Maricato, em suas análises urbanísticas, ressalta ainda que a falta de efetivação das políticas de uso do solo contribui para essa expansão desordenada das cidades, levando a ocupação de áreas de risco, como encostas de morros e margens de rios (Santos et al., 2017 & Maricato, 2003, 2017). Isso tem consequência direta nos impactos ambientais negativos e risco de desastres.

Diversos estudos indicam que a retirada e supressão da vegetação, o recorte de taludes e lançamentos de resíduos nas encostas colaboram com os deslizamentos nas cidades. (Carvalhais et al., 2019; Nascimento et al., 2020, & Santos et al., 2023). Recife se apresenta com risco significativo ao analisar áreas de encostas suscetíveis a deslizamentos. O Plano Diretor (Lei Complementar Nº 2 de 23 de abril de 2021) e a Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife -PE (2019)

são estudos propostos pela prefeitura do Recife que mostram a vulnerabilidade e desafios com o aumento da a incidência de ocupações nas áreas de morros da cidade.

Além disso, Recife também enfrenta desafios significativos relacionados ao risco de inundação. As principais causas desse risco incluem sua topografia baixa e plana, a elevação do nível do mar devido às mudanças climáticas, bem como o rápido crescimento urbano e a ocupação desordenada das áreas de manguezais e encostas. As inundações frequentes têm impactos socioambientais graves, afetando principalmente as comunidades mais vulneráveis que residem em áreas de risco (Moreira et al., 2014).

A correlação entre fatores físicos e socioeconômicos se apresenta como uma ferramenta para gestão territorial e urbana, sendo fundamental para diagnosticar e auxiliar nas tomadas de decisões governamentais. Sendo assim, a presente pesquisa analisou e quantificou o uso e ocupação do solo no Município do Recife para identificar o processo de urbanização, além de visualizar o processo de ocupação áreas de vulnerabilidade socioambiental, fazendo um estudo integrado entre fatores socioespaciais.

Nesse contexto, este estudo busca contribuir para uma compreensão aprofundada da dinâmica urbana em Recife, destacando a interconexão entre a urbanização desordenada, a vulnerabilidade socioambiental e os desafios enfrentados pela cidade. A análise espacial e a avaliação dos padrões de uso e ocupação do solo servirão como base para identificar áreas críticas e promover uma reflexão sobre a importância do planejamento urbano sustentável e da efetivação das políticas de uso do solo na busca por soluções que mitiguem os riscos e impactos associados a esse cenário complexo.

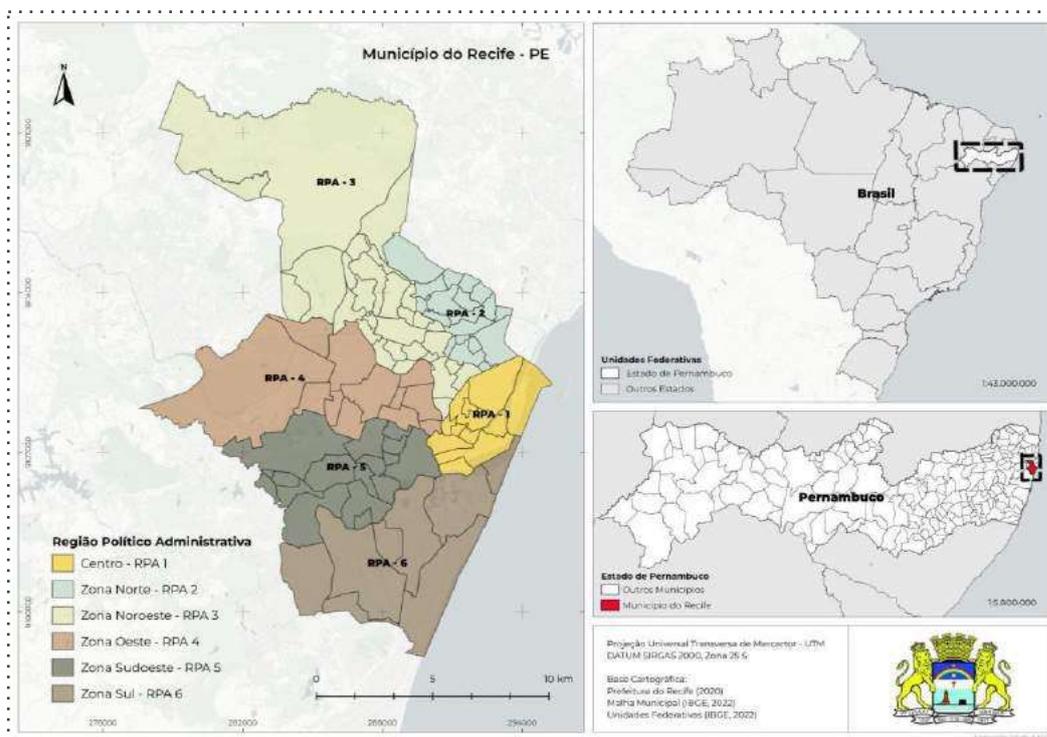
Metodologia

Caracterização da área de estudo

O Município do Recife está localizado no litoral pernambucano, tendo as coordenadas geográficas latitude 8° 04' 03'' s e longitude 34° 55' 00'' w (Figura 1). Recife é a capital do estado, possuindo uma extensão territorial de aproximadamente 218,843 km². Os municípios limítrofes a Recife está situada, ao Norte com o Município de Paulista, ao Sul com o Município de Jaboatão dos Guararapes, a Oeste com os Municípios de Camaragibe e São Lourenço da Mata, ao Noroeste com o Município de Abreu e Lima, ao Nordeste com o Município de Olinda, além de a Leste está adjacente com o Oceano Atlântico.

Figura 1

Mapa de localização do Município do Recife (PE).



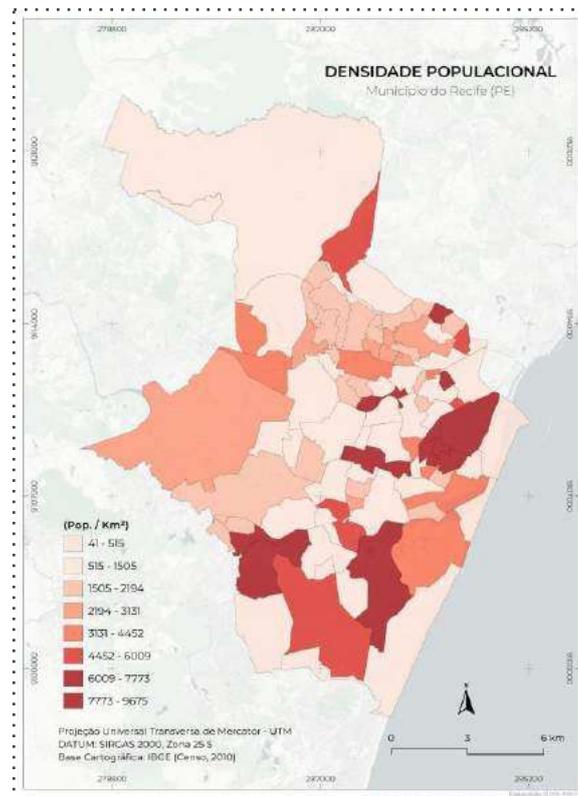
Fonte: Autores (2023).

A cidade possui 94 bairros, sendo subdivididos em 6 Regiões Político Administrativas (RPA). Sendo RPA 1 - Centro; RPA 2 - Zona Norte; RPA 3 - Zona Noroeste; RPA 4 - Zona Oeste; RPA 5 - Zona Sudoeste; RPA 6 - Zona Sul (Prefeitura do Recife, 2021).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Município possui uma estimativa de 1.488.920 habitantes. A capital pernambucana obteve uma redução de 3,7% em relação ao recenseamento demográfico anterior (2010), com perda de 48.784 habitantes em números absolutos. No entanto, essa redução populacional não se reflete na concentração urbana, que permanece sendo a cidade com maior número de habitantes do Estado de Pernambuco (IBGE, 2022). Na figura 2, é possível observar a distribuição da densidade populacional por bairros, onde concentra-se na região central (RPA - 2) e região sul (RAP - 6).

Figura 2

Dinâmica da densidade populacional para o Município do Recife (PE); Censo 2010.



Fonte: Autores (2023).

Aspectos Físicos

A capital pernambucana, assim como diversos setores da faixa costeira do Estado pernambucano, caracteriza-se pela ocorrência de áreas planas a suavemente inclinadas constituída por depósitos quaternários fluviais e marinhos, formando uma planície que antecede os morros da Formação Barreiras, sendo estes estruturados por sedimentos argilo-arenosos do Neógeno. (Galvão, 2014).

Os sedimentos que compõem os solos da Formação Barreiras são de material de origem pré- intemperizado, retrabalhado e que sofreu a influência de mudanças climáticas durante a pedogênese, sendo predominantemente constituídos por solos de classe Argissolos e Latossolos, genericamente denominados “solos de tabuleiros”, devido à sua ocorrência sob formas geomorfológicas típicas com encostas convexas e topo plano, características de ambientes de clima úmido com processos de rastejo lateral de material. (Galvão, 2014). O espaço que o Recife está localizado surge como uma forma de anfiteatro, onde sua parte alta, localizada principalmente na zona Norte e Oeste, composta pela Formação Barreiras, tem predisposição a deslizamentos, pois apresenta uma diferença textural bastante abrupta entre os horizontes A e B no solo, gerando um grave problema de infiltração da água em

subsuperfície (Galvão, 2014).

A cobertura vegetal do Recife é constituída pela vegetação nativa de mata atlântica úmida e dos manguezais, bem como pela vegetação cultivada, pública ou privada. A maior parcela da vegetação do Recife consiste em remanescentes da vegetação nativa em diferentes estágios de conservação, como o parque dos manguezais no Pina e as Matas de Dois Irmãos, Várzea, Curado; ora assumindo o caráter de Matas secundárias, como as da Guabiraba e de Pau Ferro; outras já bastante atingidas pela ação humana, como no caso do engenho Uchôa; e finalmente citam-se aquela área sujeita a um grave senão irreversível processo de devastação, visível na Caxangá e Iputinga ou ainda na faixa estuarina. Além disso, as áreas ribeirinhas, as várzeas dos rios, as depressões e os sangradouros de represas ou açudes incluem-se como espaços vegetados, com presença de gramíneas e inúmeras espécies invasoras, arbustivas e herbáceas (Vasconcelos, 2000).

Com uma localização latitudinal na zona intertropical, onde se dá a maior incidência solar do planeta e observam-se variações de temperatura praticamente estáveis entre os meses de verão e inverno, Recife e sua região metropolitana sofre influência na maior parte do ano, da massa Tropical Atlântica, caracterizada como uma massa tropical quente e úmida (características relacionadas à sua área de origem sobre o Atlântico Sul). Nos meses mais chuvosos (Junho e Julho), é verificada uma mudança na influência sobre os padrões de tempo da RMR, causada pelo avanço da Frente Polar Atlântica e principalmente pelas instabilidades oriundas das ondas de leste, proporcionando assim chuvas moderadas a fortes que duram em média de dois a três dias. São essas chuvas que, mormente, precedem os deslizamentos no Recife e em cidades vizinhas. O tipo climático atuante no Litoral de Pernambuco é de regularidade bastante úmida e bem distribuída, porém, quando ocorrem chuvas com alta intensidade e índice pluviométrico, incrementa ao desequilíbrio das encostas ocupadas irregularmente na cidade do Recife a energia de um evento geomorfológico natural já modificado pela ação humana (Galvão, 2014 & Girão, Corrêa, & Guerra, 2006).

Procedimentos metodológicos

Para elaboração dos mapas, foi utilizado o *software* QGIS (*Quantum Geographic Information System*), versão 3.28.8.

Densidade demográfica

Os dados obtidos para o mapa de densidade demográfica foram adquiridos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Através do Censo Demográfico (2010), foi possível quantificar o adensamento populacional. Para isso, foram interpolados os dados fornecidos pelo IBGE nos arquivos de formato *shapefile* dos bairros fornecidos pela Prefeitura do Recife, com objetivo de visualizar a dinâmica da densidade populacional presente no Município.

Uso e ocupação

As imagens utilizadas para classificação de uso e ocupação do solo foram adquiridas do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil – MapBiomias. O projeto oferece imagens tratadas pixel a pixel do conjunto de satélites Landsat, Sensor TM (*Thematic Mapper*) de sete bandas espectrais e resolução de 30 MT com objetivo de melhorar os resultados de classificação de uso e cobertura do solo. Ideal para áreas com alta cobertura de nuvem (MapBiomias, 2020).

Para esse estudo, foi escolhida a coleção 8 do projeto do MapBiomias, no qual cobre o período de 1985 a 2022. Para fazer a análise em escala temporal, optou-se pelas imagens correspondentes aos anos de 1985, 2000, 2010 e 2022, fazendo assim uma escala temporal de 37 anos. Após fazer a reprojeção dos dados para o sistema de coordenadas planas, foi possível classificar o uso e ocupação do solo de acordo com a legenda fornecida pelo projeto (Tabela 1).

Tabela 1

Classes de uso e ocupação do solo e Identificadores (ID).

Classes	ID
Formação Florestal	3
Formação Savânica	4
Mangue	5
Campo Alagado	11
Formação Campestre	15
Cana	20
Mosaico de Agricultura e Pastagem	21
Praia, Duna e Areal	23
Área Urbana	24
Outras Áreas Não Vegetadas	25
Mineração	30
Rio, Lago e Oceano	33

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2020).

Método quantitativo

Utilizando o QGIS, foi possível fazer a re-projeção das imagens para o sistema de coordenadas planas Universal Transversa de Mercator (UTM), utilizando o DATUM oficial do Brasil, o SIRGAS 2000, zona 25 Sul. Após o recorte do vetor para a área de interesse, foi realizada a definição de classes na aba *Symbolology* do QGIS, de acordo com Identificadores (ID), assim como os códigos de paleta de cores RGB para cada classe da legenda, obtidos na plataforma do MapBiomias, 2020.

Após determinar as áreas correspondentes a cada classe de uso e ocupação do solo dentro da bacia, com o auxílio da ferramenta *r.report* na aba de processamento do QGIS, foi possível quantificar as mudanças ocorridas em cada ano analisado. O *software Microsoft Excel* foi utilizado para sintetizar e calcular o percentual de mudança ocorrido em cada classe na janela de 37 anos.

Hipsometria e declividade

Para os mapas hipsométrico e de declividade do terreno, foram obtidas imagens do Nasa DEM (*Digital Elevation Model*), que é o re-processamento das imagens da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), projeto com finalidade de melhorar a precisão altimétrica e corrigir falhas (Nasa, 2020).

A classificação de declividade foi gerada através dos parâmetros adotados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1979), frequentemente utilizado

em estudos ambientais, no qual determina o tipo de relevo em percentual (Tabela 2).

Tabela 2

Classes e faixas de declividade, conforme EMBRAPA (1979).

Classes de Declividade	Faixa de Declividade
Plano	0-3%
Suave Ondulado	3-8%
Ondulado	8-20%
Forte Ondulado	20-45%
Montanhoso	45-75%
Escarpado	>75%

Fonte: Autores (2023).

Método empírico

Para realização da presente pesquisa, buscou-se utilizar de um recurso importante e valioso a ciência geográfica, o registro de imagens fotográficas, cujo Gomes e Berdoly (2018) julgam fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico geográfico. Sendo assim, foi realizada uma pesquisa de campo no dia 10/09/2023, que contou com duração de aproximadamente 2 horas de registros fotográficos do bairro Ibura, na cidade do Recife (PE). As imagens foram averiguadas e escolhidas conforme parâmetros pré-definidos, sendo escolhidas as imagens que detinham medidas de contenção, ou seja, lonas ou muros de arrimo. A área escolhida se deu pelo fato do bairro está ranqueando as áreas de maior risco e vulnerabilidade, segundo o estudo *Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife -PE (2019)*. Partindo da premissa de que “ver é compreender” (Arnheim), a utilização desse instrumento metodológico busca evidenciar as abordagens de maneira mais clara e objetiva através das fotografias. Dito isso, também foram utilizadas imagens geradas a partir do *Google Earth* para averiguar as áreas de morros e os riscos ambientais a partir de uma nova perspectiva. Foram selecionados os seguintes pontos: Macaxeira, Alto José Bonifácio e Alto do Mandú. Os três pontos fazem parte de diferentes regiões da cidade, que possuem vulnerabilidade socioambiental.

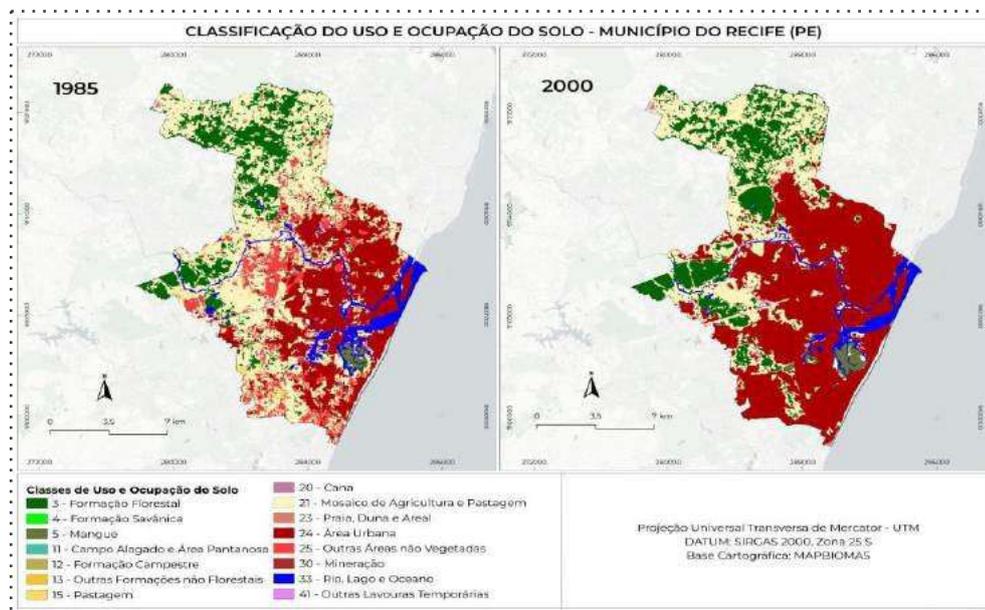
Resultados e discussão

Análise espaço-temporal

A partir das imagens obtidas do MapBiomias, foi possível fazer a classificação dinâmica de uso e ocupação do solo do Município do Recife para os anos 1985, 2000, 2010 e 2022, respectivamente representadas nas figuras 3 e 4. Em 1985, a cidade do Recife começava com seu processo de urbanização mais intensificada, com poucas áreas de formação florestal e uma considerável amostragem de mosaico de agricultura e pastagem (Figura 3 - 1985) em relação ao período analisado de uso. Foi possível observar uma mudança significativa em todo território recifense, que em 2023 Recife é considerada uma cidade 100% urbanizada (Portal do Território da cidade do Recife, 2023).

Figura 03

Mapa de Uso e Ocupação do Solo no Município do Recife (PE) para os anos de 1985 e 2000.

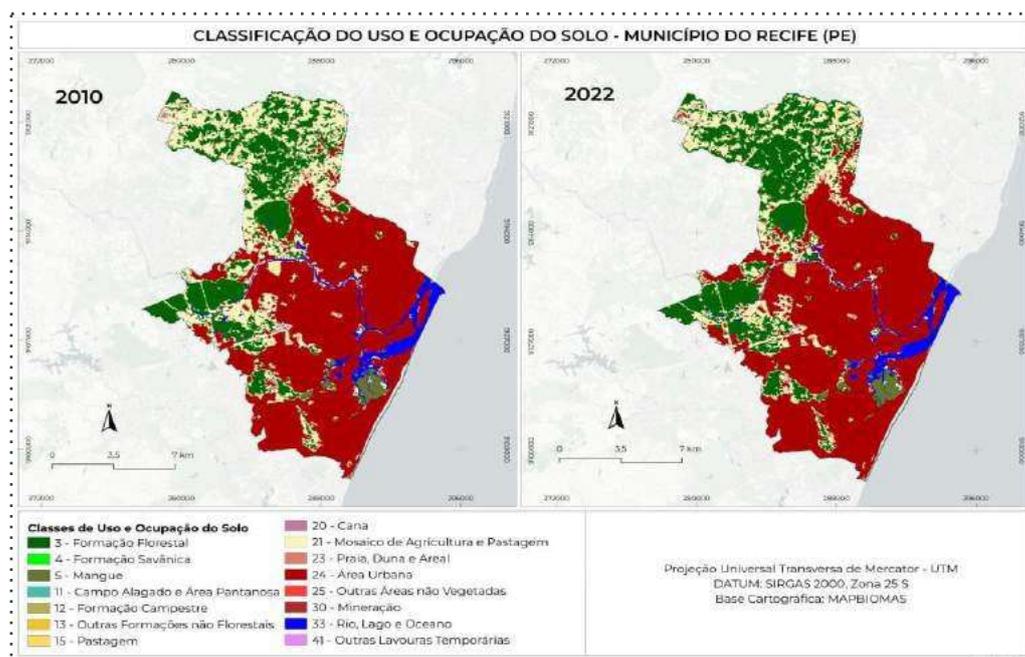


Fonte: Autores (2023).

Nos anos 2000 observa-se que o mosaico de agricultura e pastagem foi dando lugar as áreas de urbanização, principalmente nas regiões central e sul. Recife enfrenta questões urbanas complexas com consequências diretas sobre a qualidade de vida de seus habitantes e, por conseguinte, o desenvolvimento sustentável. A normativa urbanística vigente, tanto em nível nacional quanto local, fomentou a verticalização das áreas urbanas, gerando distinções paisagísticas notáveis (Medina, 1997). Saliente-se que o processo de urbanização frequentemente se associa à supressão de áreas naturais, como corpos hídricos e vegetação arbórea, em prol do desenvolvimento edificado (Barbosa et al., 2011). Tal fenômeno acarreta irreversíveis impactos ambientais e sujeita as populações a crescentes graus de vulnerabilidade, os quais se intensificam ao longo do tempo.

Figura 4

Mapa de Uso e Ocupação do Solo no Município do Recife (PE) para os anos de 2010 e 2022.



Fonte: Autores (2023).

No entanto, as áreas de vegetação concentram-se nos parques da cidade. O estudo realizado por Silva, Gregório e Carneiro (2016), evidenciou o uso do solo nas atividades como setor comercial e residencial, no entorno do parque urbano da Macaxeira, que apesar da concentração verde sofre com a má distribuição da infraestrutura. Recife cresceu de

maneira desenfreada e sem planejamento urbano adequado, isso afeta a vida das pessoas desde 1985 até os dias atuais. Entre os anos estudados foi possível observar uma perda de rio, principalmente de 2010 a 2022, é importante salientar que Recife é conhecida como a “Veneza” brasileira, por conta da sua topografia e a presença de inúmeros rios, riachos e canais que cortam a cidade.

Fundamentado nos dados a partir da classificação de uso e ocupação do solo (Figura 3 e 4), foi possível produzir a tabela 3, da qual apresenta a quantificação das classes de uso e ocupação em km² e porcentagem (%). Percebe-se que no primeiro ano de variação observado – 2000, a classe de ‘área urbana’ obteve um aumento de 106,07% em relação ao primeiro ano observado, isso compreende um aumento de 55,28 km², ou seja, a mancha urbana dobrou em 15 anos, somado ao aumento de 5,14% entre 2010 – 2022, a infraestrutura urbana chega a um ganho de aproximadamente 111,21% de extensão de área na cidade, comprovando assim o adensamento populacional desordenado aqui discutido.

Tabela 3

Cálculo de áreas das classes de uso e ocupação do solo no Município do Recife (PE) para os anos de 1985 – 2000 e 2010 – 2022.

Classes	Variação Temporal das Classes de Uso e Ocupação do Solo							
	Área (Km ²)		Variação		Área (Km ²)		Variação	
	1985	2000	Km ²	%	2010	2022	Km ²	%
Formação Florestal	30,718083	36,357634	5,640	18,36	43,218099	49,216577	5,998	13,88
Formação Savânica		0,013289	NULL	NULL	0,013289	0,013289	0	0
Mangue	1,589981	2,874769	1,285	80,81	3,112192	2,932353	-0,180	-5,78
Campo Alagado	0,487478		NULL	NULL	0,000886	0,056698	0,056	6299,3
Formação Campestre	2,528244	0,274631	-2,254	-89,14	0,384484	1,217237	0,833	216,59
Cana	1,801396	1,358096	-0,443	-24,61	1,27925	1,078149	-0,201	-15,72
Mosaico de Agricultura e Pastagem	90,960888	58,924349	-32,037	-35,22	47,342884	36,437365	-10,906	-23,04
Praia, Duna e Areal	0,077752	0,042524	-0,035	-45,31	0,067329	0,024805	-0,043	-63,16
Área Urbana	52,118178	107,40208	55,284	106,07	112,932799	118,733719	5,801	5,14
Outras Áreas Não Vegetadas	25,710516	0,975384	-24,735	-96,21	0,807062	0,555464	-0,252	-31,17
Mineração	0,01922	0,041638	0,022	116,64	0,042524	0,042524	0	0

Rio, Lago e Oceano	11,853221	9,308227	-2,545	-21,47	8,378911	7,282158	-1,097	-13,09
---------------------------	-----------	----------	--------	--------	----------	----------	--------	--------

Fonte: Autores, 2023.

Formação Savânica que corresponde a áreas composta por árvore e arbustos espalhados sem dossel contínuo começou a aparecer em Recife no ano 2000, conforme a tabela 3, áreas como estas são comuns em regiões de clima tropical e subtropical, onde há uma estação seca bem definida, seguida por uma estação chuvosa. Além disso, outra classe a ser destacada são as áreas de mangue, nas quais obtiveram um aumento de 1,101 km², somando uma elevação de 80,81% em relação ao primeiro ano observado. Nos anos seguintes, foi observado uma pequena redução da mesma classe, com perda de 5% de extensão de área.

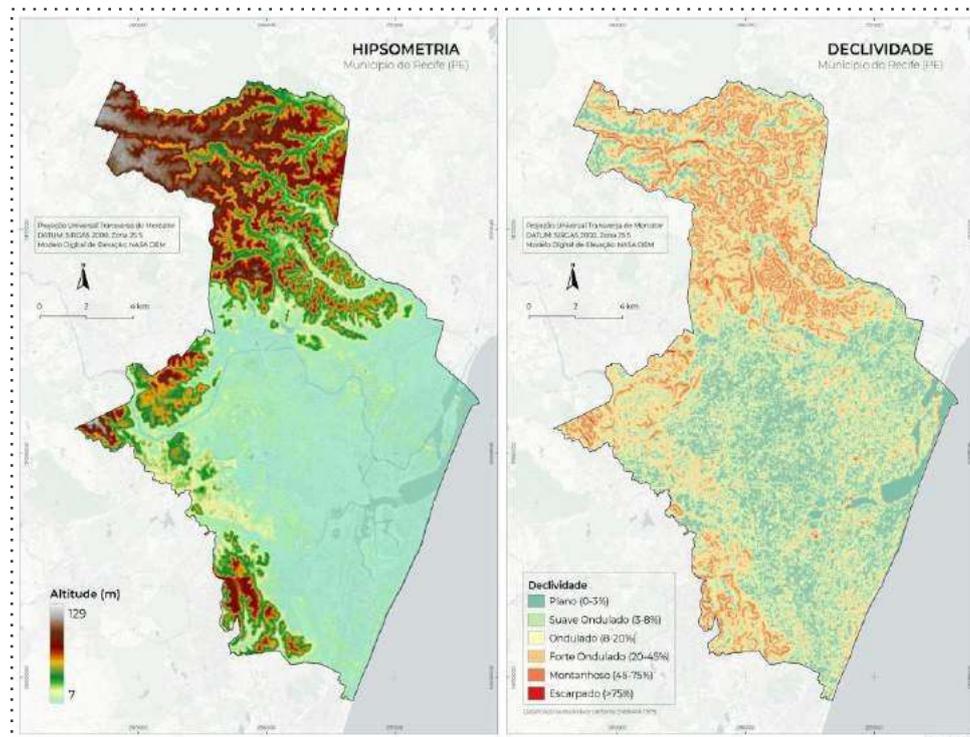
Apesar de substancial elevação da infraestrutura urbana, a classe correspondente a formação florestal adquiriu um ganho de 18,36% entre os anos 1985 – 2000, e de 13,88% entre os anos 2010 – 2022. Isso pode estar relacionado com o fato de que os mecanismos de produção do espaço urbano foram sendo alterados ao longo dos anos, aumentando cada vez mais a lógica industrial de produção, conseqüentemente levando a uma diminuição das atividades agrícolas, que pode ser interpretado com a conversão da classe mosaico de agricultura e pastagem em formação florestal, principalmente na parte norte da cidade.

Análise física

Com o mapa de hipsometria e declividade (Figura 5), observa-se que as áreas mais suscetíveis a riscos de deslizamentos encontram-se nas faixas de forte ondulado (20-45%) e montanhoso (45- 75%) de declividade, com altitudes variando entre 70 e 100 metros acima do nível do mar. Ressalta-se, então, que as áreas com riscos de deslizamentos são justamente as áreas de concentração da população periférica da cidade, bairros como: Alto do Mandú, Alto José Bonifácio, Alto José do Pinho, Brejo da Guabiraba, Córrego do Genipapo, Macaxeira, Nova Descoberta, Sítio dos Pintos, Vasco da Gama, Dois Unidos, Linha do Tiro, Campo Grande. Para realização da caracterização desses bairros e dos demais que estão suscetíveis a sofrer com deslizamentos em Recife é extremamente importante estudar o balanço hídrico como mostra Melo et al. (2023).

Figura 5

Mapa hipsométrico e de declividade do terreno no Município do Recife (PE).

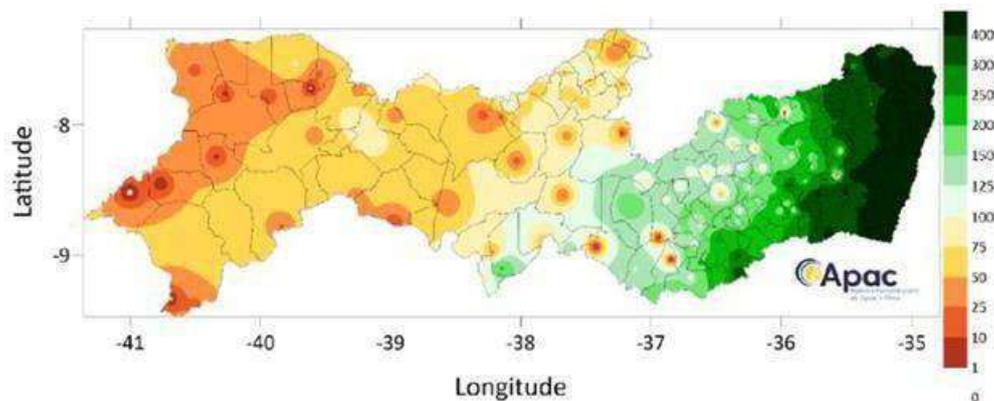


Fonte: Autores, 2023.

O crescimento desordenado da cidade resultou na ocupação de áreas de encostas e morros como mostra Bezerra (2022), muitas vezes sem planejamento adequado. A supressão da vegetação natural para dar lugar a construções instabiliza o solo, criando assim áreas de risco. Paralelo a esses acontecimentos, a cidade também possui uma instabilidade em relação aos meses chuvosos, devido aos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL). Em maio de 2022, a cidade do Recife registrou um alto acúmulo de chuvas (Figura 06), devido aos fortes índices pluviométricos, houve deslizamentos em várias partes da cidade além dos alagamentos. Foram registrados 128 óbitos em diversas cidades da Região Metropolitana do Recife (RMR), as vítimas moravam em áreas de riscos e perderam suas vidas devido aos deslizamentos de terra (Souza et al., 2023 & Machado et al., 2012).

Figura 6

Índice de acúmulo de chuva em Pernambuco no mês de maio de 2022.



Fonte: APAC, 2022.

Análise empírica

Recife é reconhecida como a cidade dos manguezais, que se traduz em sua extensa área de mangue que se estende ao longo de sua costa, englobando as margens dos rios Capibaribe e Beberibe. Esses ecossistemas costeiros desempenham uma função ecologicamente vital na região, atuando como berçários para diversas espécies marinhas, contribuindo para a filtragem e purificação da água, além de servirem como barreiras naturais contra a erosão costeira (Moura & Mota, 2022). Paralelamente, essas áreas de manguezais também são habitadas por comunidades locais, onde muitas famílias encontram moradia e fontes de sustento (Figura 7). A preservação desses manguezais é de interesse não apenas pela conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que fornecem, mas também pela manutenção da qualidade de vida das comunidades que deles dependem.

Na fotografia escolhida, é possível observar as estruturas desiguais que atuam na cidade do Recife. Ao fundo das palafitas encontram-se os prédios comerciais que estão concentrados na parte central da cidade, desempenhando um poder de pressão imobiliária que leva muitas famílias a se deslocar para as áreas de riscos. Vale ressaltar que um dos principais problemas que norteiam as cidades brasileiras se diz respeito à instalação de

moradias em locais de risco de deslizamentos e inundações (Santana, 2019).

Figura 7

Projeto mãos solidárias realiza doação de alimentos para famílias que vivem em situação de vulnerabilidade na cidade.



Fonte: Mãos Solidárias, 2021.

Além disso, as ocupações em morros na cidade representam um fenômeno urbano complexo e multifacetado. Morros e encostas em áreas urbanas, são territórios ocupado predominantemente pela população de baixa renda, que pelo fenômeno do crescimento urbano procurou moradia acessível. No entanto, essas ocupações estão associadas a desafios significativos, como já discutido anteriormente (Santos et al., 2017).

O processo de ocupação em áreas de colina na cidade ocorreu no início da década de 40, quando as pessoas que viviam em áreas de planícies alagáveis, tiveram suas “casas” erradicadas. A falta de moradias acessíveis em áreas urbanas leva muitas famílias a buscar alternativas em morros e encostas, a desigualdade econômica é um fator central, impulsionando as ocupações em morros, pois a falta de recursos os impede de viver em áreas mais seguras e legalmente estabelecidas (Silva, 2023).

O bairro da Macaxeira (RPA – 03), sendo caracterizado por uma densidade populacional significativa e uma área de 125 ha, se destaca por estar inserido numa região

de relevo predominantemente acidentado, apresentando o declive fortemente ondulado (Figura 8). A topografia irregular da área traz desafios adicionais em relação ao planejamento urbano e à gestão do uso do solo, requerendo estratégias específicas para mitigar riscos e garantir a qualidade de vida dos residentes (Santos et al., 2023). Na figura 8, é possível identificar essas características anteriormente

apresentas, facilitando a compreensão e evidenciando os possíveis desafios para gestão urbana do Município.

Figura 8

Bairro da Macaxeira, visualização espacial via Google Earth, 2023.



Fonte: Google Earth, 2023.

Semelhantemente, o bairro Alto do Mandú (Figura 9) fica localizado na RPA – 03, zona noroeste do Recife, com área de aproximadamente 25 ha. Uma característica notável do Alto do Mandu é sua topografia, que apresenta desníveis acentuados e colinas íngremes (Prefeitura do Recife, 2008), acrescentando complexidade à sua paisagem urbana. Essa topografia peculiar influencia diretamente a ocupação e o planejamento urbano da região, demandando medidas de contenção e estabilidade para enfrentar os desafios associados a encostas e morros (Santos et al., 2023 & Girão, Corrêa & Guerra, 2007).

Figura 9

Bairro Alto do Mandú, visualização espacial via Google Earth.



Fonte: Google Earth, 2023.

O bairro Alto José Bonifácio, também localizado na RPA – 03, possui, semelhantemente aos anteriores, uma topografia complexa que desafia as ocupações existentes, trazendo uma característica de áreas de risco para seus moradores (Figura 10). É importante salientar que esse fenômeno de periferização decorre muitas vezes de um processo de gentrificação, segregando socioespacialmente as populações menos favorecidas (Maricato, 2017 & Santos et al., 2017).

Figura 10

Bairro Alto José Bonifácio, visualização espacial via Google Earth.



Fonte: Google, Earth, 2023.

Análise em campo

Por todo o exposto, os deslizamentos de morros e encostas representam uma ameaça significativa para comunidades que residem em áreas de relevo acidentado. Para lidar com esse desafio, foi percebido diversas técnicas de contenção que têm sido desenvolvidas e implementadas ao longo dos anos pela Prefeitura da cidade, também evidenciadas e localizadas no bairro do Ibura, RPA – 6 (Figura 11 e 12).

Figura 11

Mapa destaque para o bairro Ibura (RPA - 6) no Município do Recife (PE).



Fonte: Autores, 2023.

Neste contexto, as lonas se destacam como uma abordagem eficaz e economicamente viável para prevenir e mitigar possíveis deslizamentos em áreas de risco. As lonas, muitas vezes fabricadas a partir de materiais geossintéticos, desempenham um papel crucial na contenção de deslizamentos em morros e encostas. É importante lembrar que esses materiais são escolhidos devido às suas propriedades de resistência, durabilidade e capacidade de estabilização do solo. Outrossim, as lonas geossintéticas podem ser usadas em diferentes configurações, como mantas ou geomembranas, essa variação será realizada de acordo com o contexto local.

Figura 12

Área de risco no bairro do Ibura.



Fonte: Autores, 2023.

Outra medida de contenção realizada pela prefeitura na cidade do Recife é o muro de arrimo, proveniente de uma estrutura construída para suportar a pressão do solo ou da água e, assim, evitar deslizamentos de terra ou erosão em áreas inclinadas. Esses muros são comumente usados em terrenos com declives acentuados, encostas íngremes ou áreas suscetíveis a deslizamentos (Figura 13). Na contenção de deslizamentos de terras o muro de arrimo desempenha um papel importante, protegendo vidas, propriedades e infraestruturas em áreas propensas a movimentos de terra.

Figura 13

Área de risco no bairro do Ibura, ao lado esquerdo uma medida de contenção de lona e no direito um muro de contenção.



Fonte: Autores, 2023.

A percepção dessas complexas interações entre urbanização e ocupações em áreas de risco foi alcançada pela utilização das imagens, fornecendo uma visão autêntica da realidade (Figura 14), podendo ser instrumento de administração da gestão urbana na cidade do Recife – PE. Apesar da Prefeitura implementar formas de contenção para essas áreas, o problema da ocupação em áreas de risco possui várias camadas sociais muito mais profundas e complexas que merecem atenção.

Figura 14

Área de risco no bairro do Ibura.



Fonte: Autores, 2023.

Considerações Finais

Em síntese, a presente pesquisa lança luz sobre a intrincada relação entre urbanização, vulnerabilidade socioambiental e planejamento urbano no Município do Recife. A análise espacial revelou padrões de uso e ocupação do solo que evidenciam a expansão desordenada da cidade, especialmente em áreas de risco, o que tem implicado em significativos impactos ambientais e sociais. Os desafios enfrentados pelo município, incluindo riscos de deslizamentos e inundações, tornam-se mais prementes em um contexto de mudanças climáticas globais.

Dessa forma, a metodologia de análise espaço-temporal do uso e ocupação se mostrou eficaz em demonstrar como o crescimento urbano cresceu de maneira desordenada com aumentos substanciais em uma janela de 37 anos, sendo os 15 primeiros anos mais cruciais para essa urbanização com um aumento de mais de 105% de infraestrutura urbana em relação ao primeiro ano observado.

Além disso, com o mapa hipsométrico e de declividade, foi possível fazer uma análise mais robusta, possuindo um nível de detalhamento importante para espacializar e mostrar as áreas de morro da cidade, conseqüentemente informando os riscos de habitação das mesmas.

A metodologia empírica também se mostrou fundamental para compreensão e documentação da vulnerabilidade socioambiental na cidade do Recife. A utilização dessas imagens não apenas enriqueceu o entendimento, mas também destacou a importância das representações visuais na pesquisa geográfica e na formulação de políticas urbanas mais eficazes, além de validar as informações fornecidas no estudo.

Nesse sentido, os resultados deste estudo reforçam a necessidade urgente de políticas públicas efetivas de ordenamento territorial e uso do solo, bem como de estratégias de adaptação às mudanças climáticas. É imperativo que a cidade de Recife promova uma abordagem mais sustentável para o desenvolvimento urbano, incorporando princípios de resiliência e equidade socioespacial em seu planejamento urbano. Além disso, a análise integrada de fatores físicos e socioeconômicos demonstra a relevância de abordagens multidisciplinares na gestão territorial e urbana. Os resultados deste estudo podem servir como subsídio valioso para formuladores de políticas, pesquisadores e demais interessados na busca por soluções que promovam um ambiente urbano mais seguro, justo e sustentável

em Recife.

Por fim, é fundamental destacar que esta pesquisa representa um ponto de partida, e a continuidade do monitoramento e análise da dinâmica urbana da cidade é essencial para a tomada de decisões informadas e o aprimoramento das condições de vida para todos os habitantes de Recife.

Referências

- Agência Pernambucana de Águas e Clima. (2022). *Acumulado mensal de precipitação*. <https://www.apac.pe.gov.br/uploads/MAIO-2022-.pdf>.
- Aragão, A. A. et al. (2022). Impactos da Lei de uso e ocupação do solo nas desigualdades socioespaciais da acessibilidade às atividades em Fortaleza. urbe. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 14, e20210062. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210062>
- Barbosa, W. B. et al. (2011). Análise espaço-temporal por fotointerpretação do uso e ocupação do solo de um trecho do setor leste do Parque dos Manguezais, Boa Viagem, Recife-PE, Brasil. *Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR*, Curitiba, PR, Brasil, 30, p. 7007-7014.
- Carvalhais, R. M. et al. (2019). Deslizamento de encostas devido a ocupações irregulares. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 9765-9772.
- Bezerra, J. M. V. (2022). O processo de urbanização e adensamento populacional no Recife – PE e o direito à moradia na Ilha de Deus. *Revista Brasileira de Estudos Organizacionais*, 9(2), 351368.
- Deparis, S. (2014). *Implicações no meio ambiente decorrentes da ocupação desordenada na área urbana do Município de Concordia/SC*. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização. Universidade Tecnológica do Paraná.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (1979). *Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos* (18 p.). Rio Janeiro.
- Galvão, D. C. (2014). Uma contribuição para o entendimento dos fatores que provocam deslizamentos nos morros do Grande Recife: o relevo, a ocupação e o clima. *Revista Hum@nae*, 8(2).

- Girão, O., Corrêa, A. C. B., & Guerra, A. J. T. (2006, jan/abr). Influência da climatologia rítmica sobre áreas de risco: o caso da Região Metropolitana do Recife para os anos de 2000 e 2001. *Revista de Geografia*, 23(1), 3-41.
- Gomes, P. C. C., & Berdolay, V. (2018). Imagens na geografia: importância da dimensão visual no pensamento geográfico. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 27 (2), 356-371. doi: 10.15446/rcdg.v27n2.65165.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2022). *Censo 2022: panorama*. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>.
- Machado, C. C. C. *et al.* (2012). Distúrbio Ondulatório de Leste como condicionante a eventos extremos em Pernambuco. *Revista Brasileira de Climatologia*, 11. <https://doi.org/10.5380/abclima.v11i0.28699>
- MapBiomias. (2020). *Visão geral da metodologia*. <https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia>
- MapBiomias. (2020) *ATBD – Entenda Cada Etapa*. <https://mapbiomas.org/atbd---entenda-cada-etapa>.
- Maricato, E. (2003). Metrópole, Legislação e Desigualdade. *Estudos Avançados*, 17, 151-166, <https://doi.org/10.1590/S0103-40142003000200013>
- Maricato, E. (2017). *O impasse da política urbana no Brasil*. Editora Vozes Ltda.
- Medina, L. L. (1997). A Legislação de uso e ocupação do solo do Recife. *Anais do 7o Encontro Nacional da Associação de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional–ANPUR*, p. 540-566.
- Melo, C. R. *et al.* (2023). Análise do balanço hídrico no solo, em relação aos deslizamentos de 28/05/2022, em Jardim Monte Verde, PE. *III Encontro Nacional de Desastres*.

- Monteiro, E. Z. et al. (2020). O estudo da morfologia urbana na Região Metropolitana de Campinas urbe. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 12, e20190260.
<https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20190260>
- Moura, C. H. R. et al. (2022). A negação das frentes d'água do Recife à ocupação popular: Discutindo os casos das comunidades Arlindo Gouveia, José de Holanda e Brasília Teimosa. *ARCHITECTON- Revista de Arquitetura e Urbanismo*, 7(11).
- Moreira, M. M. et al. (2014). Carta Geotécnica do Município de Natal-RN: Áreas de Risco de Deslizamentos e Inundações. In *XVII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica/VII Congresso Luso-Brasileiro de Geotecnia/VI Simpósio Brasileiro de Mecânica das Rochas/VI Simpósio Brasileiro de Jovens Geotécnicos*, Goiânia.
- Nasa. (2020). *Creating a New NASA Digital Elevation Model and Associated Products*. NASA. <https://www.earthdata.nasa.gov/esds/competitive-programs/measures/nasadem>.
- Nascimento, L. A. do et al. (2020). Urbanização desordenada e degradação ambiental associados a escorregamentos: Uma abordagem metodológica para análise temporal de ocupações subnormais. *Ciência e Natura*, 42, e81.
<https://doi.org/10.5902/2179460X41198>
- Pernambuco. Recife. Lei Complementar nº 2 de 23 de abril de 2021. *Plano Diretor da Cidade*. <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-recife-pe>
- Prefeitura do Recife. (2023). *Perfil do território dos bairros*. <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/alto-do-mandu?op=NTI4Mg==>
- Prefeitura do Recife. (2023). *Portal do Território da cidade do Recife*. <https://www2.recife.pe.gov.br/pagina/caracterizacao-do-territorio>

Registros do barco da Solidariedade chegando nas Palafitas da Comunidade do Bode. (2023).

Mãos Solidárias Instagram, 16 de abril de 2021.

https://www.instagram.com/maos.solidarias.pe/?img_index=1

Santana, J. K. R. (2019). Análise evolutiva da ocupação dos morros da cidade do Recife.

Anais do XVI Simpósio Nacional de Geografia Urbana-XVI SIMPURB, v. 1, p. 3754-3768.

Santos, A. et al. (2017). O lugar dos pobres nas cidades: exploração teórica sobre

periferização e pobreza na produção do espaço urbano Latino-Americano. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*. 9(3), 430-442.

Santos, I. S. S. et al. (2023). Avaliação espaço-temporal do processo de uso e ocupação de uma encosta no bairro de Macaxeira - Recife/PE. *Revista de Geografia*, 40(1).

Santos, M. (2005). *A Urbanização Brasileira*. São Paulo: EDUSP.

Silva, D. L. et al. (2016). Gestão ambiental de parques urbanos: O caso do uso e ocupação do solo do parque urbano da Macaxeira, Recife-PE. 4. *Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Congestas*.

Silva, G. F. (2023). *Identificação da vulnerabilidade socioambiental e percepção de risco no bairro de Nova Descoberta, Recife-PE*. Trabalho de Conclusão de Curso.

Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Soares, T. S. et al. (2006). Impactos ambientais decorrentes da ocupação desordenada na área urbana do município de Viçosa, estado de Minas Gerais. *Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal*, 4(8), 1-14.

Song, J. et al. (2021). Evaluating Sustainability of Urbanization from a Multidimensional

Perspective: A Case Study of 11 National Urban Agglomerations in China. *Journal of Urban Planning and Development*, 147, issue 4.

[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000769](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000769)

Souza, I. D. D. et al. (2023). A identificação post mortem das vítimas do desastre natural 2022-0318 inundações e deslizamentos de terra-PE-PB/BR: um estudo de caso. *Peer Review*, 5(14), 364–378. doi: 10.53660/836.prw2231.

Vasconcelos, R. F. A., & Bezerra, O. G. (Org.). (2000). *Atlas Ambiental do Recife: Prefeitura da cidade do Recife*. Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, 2000.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Pernambuco juntamente ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO) e o Departamento de Ciências Geográficas (DCG) pela possibilidade de desenvolver a pesquisa com a estrutura na qual a mesma se fez necessária. Ademais, agradecemos ao XI Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e ao VIII Workshop Internacional de Mudanças Climáticas Biodiversidade pela possibilidade de compartilhar essa pesquisa. Por fim, agradecemos a revista pela oportunidade de publicação da pesquisa. A segunda autora agradece à CAPES pela bolsa concedida no mestrado.