

URBANIZAÇÃO E PROBLEMAS DE DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE DE OEIRAS-PI, BRASIL

Alex de Sousa Lima¹

Universidade Federal do Maranhão (UFMA)/Centro de Ciências de Codó

E-mail: alex.lima@ufma.br

Paulo Henrique de Carvalho Bueno²

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Oeiras

Paulo Henrique de Carvalho Bueno

E-mail: paulo.bueno@ifpi.edu.br

Resumo

O processo de ocupação do solo, especialmente pela urbanização, está intimamente ligado às origens dos problemas de drenagem pluvial na maioria das cidades brasileiras. Nos últimos 20 anos tem-se notado um aumento do número de urbes que se mostraram vulneráveis às mudanças no regime pluviométrico com consequências severas em muitos casos. Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi estudar os condicionantes naturais e urbanos que potencializam os problemas da drenagem pluvial na cidade de Oeiras-PI. A metodologia baseou-se na coleta e tratamento de dados geoespaciais em plataformas gratuitas como ANA, IBGE, MapBiomas e OpenStreetMap. Os resultados apontam que há influência direta do relevo como potencializador dos efeitos das chuvas, as quais se somam à ocupação da área. De 1985 a 2022, a densificação e a expansão urbana ocuparam as margens dos principais riachos que drenam a cidade, o que tem promovido problemas de alagamentos e enxurradas. Com efeito, indica-se que, caso não seja realizado um planejamento urbano desses espaços vulneráveis, Oeiras pode vir a registrar problemas de alagamentos e enxurradas nos momentos de chuvas mais intensas.

Palavras-chave: Expansão urbana; alagamentos; enxurradas; eventos extremos.

URBANIZATION AND STORM DRAINAGE PROBLEMS OF THE CITY OF OEIRAS-PI, BRAZIL

Abstract

In most Brazilian municipalities, pluvial drainage issues are intrinsically linked to land use and occupation patterns, particularly those driven by rapid urbanization. Over the past two decades, an increasing number of cities have demonstrated vulnerability to shifts in precipitation regimes, often resulting in severe socio-environmental consequences. Accordingly, this study aims to investigate the natural and anthropogenic conditions that exacerbate drainage deficiencies in Oeiras, Piauí. The methodological approach involved the acquisition and processing of geospatial data from open-access platforms, including the National Water Agency (ANA), IBGE, MapBiomas, and OpenStreetMap. Preliminary results indicate that local topography acts as a significant catalyst for pluvial impacts, compounding the effects of urban sprawl. Between 1985 and 2022, urban densification and expansion encroached upon the riparian zones of the city's primary drainage channels, consequently increasing the frequency of floods and flash floods. The findings suggest that, in the absence of strategic urban planning targeting these vulnerable areas, Oeiras remains highly susceptible to recurring hydrological disasters during periods of intense rainfall.

Keywords: Urban expansion; flooding; floods; extreme events.

¹ Professor Associado III da Universidade Federal do Maranhão. Docente do Programa de Pós-graduação em Ensino na Educação Básica – PPEEB.

² Professor Titular de Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – Campus Oeiras. Docente do Programa de Pós-graduação em Análise e Planejamento Espacial – MAPEPROF (Mestrado Profissional em Geografia) do IFPI – Campus Teresina Central.

PROBLEMAS DE URBANIZAÇÃO Y DRENAJE PLUVIAL DE LA CIUDAD DE OEIRAS-PI, BRASIL

Resumen

En la mayoría de los municipios brasileños, los problemas de drenaje pluvial están intrínsecamente vinculados a los patrones de uso y ocupación del suelo, en particular aquellos impulsados por la rápida urbanización. En las últimas dos décadas, un número creciente de ciudades ha demostrado vulnerabilidad a los cambios en los regímenes de precipitación, lo que a menudo resulta en graves consecuencias socioambientales. Por consiguiente, este estudio busca investigar las condiciones naturales y antropogénicas que agravan las deficiencias de drenaje en Oeiras, Piauí. El enfoque metodológico implicó la adquisición y el procesamiento de datos geoespaciales de plataformas de acceso abierto, como la Agencia Nacional de Aguas (ANA), el IBGE, MapBiomas y OpenStreetMap. Los resultados preliminares indican que la topografía local actúa como un catalizador significativo de los impactos pluviales, agravando los efectos de la expansión urbana. Entre 1985 y 2022, la densificación y expansión urbanas invadieron las zonas ribereñas de los principales cauces de drenaje de la ciudad, aumentando consecuentemente la frecuencia de inundaciones y crecidas repentinas. Los resultados sugieren que, en ausencia de una planificación urbana estratégica dirigida a estas áreas vulnerables, Oeiras sigue siendo muy susceptible a desastres hidrológicos recurrentes durante períodos de lluvias intensas.

Palabras-clave: Expansión urbana; Inundación; Riadas; Eventos extremos.

Introdução

As interrelações entre processo de urbanização e problemas de drenagem nas cidades têm sido alvo de debates internacionais (RAMOS et al., 2017; KOURTIS; TSIHRINTZIS, 2021; D'AMBROSIO et al., 2022) e nacionais (BRASIL, 2016; BRAGA, 2018; OLIVEIRA, 2018; LIMA; SOUSA, 2023; TEIXEIRA; ARAÚJO, 2023). Essas discussões têm ganhado força, principalmente, em função da ampliação de áreas impermeáveis derivadas da urbanização, da diminuição de áreas verdes e das oscilações/variações climáticas que contribuem para o aumento da frequência de ocorrências de inundações, enxurradas e alagamentos, por exemplo.

Teixeira; Araújo (2023) concordam com Tucci (2016) sobre a origem dos problemas de drenagem urbana, que estão associados à ausência ou ineficiência de planejamento, à aplicação dos instrumentos de controle do uso do solo, à ocupação de áreas sujeitas a risco de inundação e à inadequação das obras de drenagem. Acrescente-se que em muitas realidades municipais brasileiras a escassez de recursos humanos com conhecimento técnico tem potencializado uma gestão e execução de obras com dimensionamento inadequado, o que as qualifica como ações apressadas e com viés paliativo, que tendem ao fracasso.

Sugahara; Ferreira; Guedes (2022) partem da ideia de que seja relevante construir um caminho para cidades sustentáveis e entendem que, primeiramente, o planejamento deve ser integrado, pois há procedimentos que dependem, por um lado, da formulação; e por

outro, da gestão de planos setoriais/regionais (municipais, ou estaduais, ou federais). Nessa direção, no processo de planejamento faz-se necessário compreender a influência do relevo na dinâmica da urbanização de uma cidade, uma vez que as formas de uso e ocupação do ambiente urbano podem ser a origem dos problemas de drenagem pluvial, que condiciona a ocorrência de alagamentos, enchentes e demais consequências.

Atualmente, a expansão das cidades tem sido acompanhada de uma sobrecarga nos sistemas de drenagem – e com perspectivas de aumento. Desta forma, torna-se necessário maximizar os resultados dos mecanismos de gestão e diminuir o tempo de resposta com ações de enfrentamento (ZHANG *et al.*, 2021). Na verdade, a expansão e o adensamento urbano desordenado diminuem significativamente a capacidade de infiltração do solo e influenciam na velocidade do escoamento superficial, o que, segundo Butler et al. (2018), encurta o tempo de chegada das águas pluviais às superfícies em níveis altimétricos inferiores. Assim, as cidades com relevos com amplitudes altimétricas maiores e declividades mais acentuadas poderão gerar mais consequências às partes mais baixas no ambiente urbano.

Conforme os dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (BRASIL, 2023), para o período de 1991 a 2023, o país registrou 11.472 ocorrências de alagamentos e enxurradas, com 2.770.841 de pessoas desabrigadas ou desalojadas e um total de 31.168.189 de afetados. No mesmo período, o estado do Piauí registrou 213 ocorrências com 41.476 pessoas desabrigadas ou desalojadas e 351.173 afetados. No século XXI, no período de 2014 a 2023, o Estado registrou 69 ocorrências com 30.635 desabrigados ou desalojados, ou seja, 73,86% do total entre 1991 a 2023 (BRASIL, 2023). Vale dizer que, em função da inexistência de cobertura ampla do território nacional para registro e monitoramento desses eventos, há uma margem de erro ainda não estudada com relação às subnotificações.

Dentro dessa margem de erro está o município de Oeiras-PI, que não apresentou nenhum registro no período supracitado, apesar de ter ocorrido especialmente em 2023. Nesse sentido, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar os condicionantes naturais e urbanos que influenciam na dinâmica da drenagem pluvial da cidade de Oeiras-PI. Argumenta-se que a densificação da ocupação urbana nas margens dos cursos d'água oeirenses, junto com a falta de manutenção da drenagem urbana, permite a ocorrência de alagamentos durante as chuvas mais intensas.

Nessa perspectiva, a pesquisa em tela assim se delinea, para além de introdução e conclusões: 1) procedimentos metodológicos – momento em que se expõe como foi realizada a caracterização do relevo, a hidrografia do espaço urbano oeirense, bem como o

tratamento dos dados; e 2) resultados e discussão – item dedicado ao exame das características que influenciam na dinâmica da drenagem da cidade em foco.

Procedimentos Metodológicos

Levantamento de dados geoespaciais

Utilizou-se da base de dados territoriais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para o ano de 2022 (limites de Brasil, Piauí e Oeiras). O limite da área urbana foi estimado e criado (shapefile) no QGIS, conforme a configuração da cidade. Portanto, não é uma base oficial. Os dados de altitude e declividade foram extraídos da imagem Alos Palsar nº AP_25395_FBDF_7040_RT1, de 12,5 m de resolução espacial em formato *.tif*, disponível de forma gratuita na plataforma Alaska Satellite Facility (<https://search.asf.alaska.edu/>) (ASF, 2015). Os dados vetoriais de drenagem e vias urbanas foram extraídos do Open Street Map, no software QGIS 3.34.5, por meio da ferramenta OSMDownloader. Para destacar a evolução urbana da cidade de Oeiras, foram utilizados os dados do MapBiomas para os anos de 1985, 2005 e 2022.

Dados de precipitação, temperatura e portais de notícias

Os dados de precipitação foram obtidos na estação 00742002 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), na série de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e no NASA Power (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>). As informações de temperatura foram selecionadas e filtradas para o município de Oeiras no site da NASA Power (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>), que dispõe de informações do satélite MERRA-2. Os dados sobre os principais eventos extremos ocorridos na cidade de Oeiras foram coletados nos portais de notícias do estado do Piauí para os períodos chuvosos de 2020, 2022, 2023 e 2024.

Tratamento e análise dos dados

Os dados de precipitação e temperatura foram organizados no Excel 365© e produziu-se um climograma para o período de 1992-2022. Tais dados serviram para fortalecer as discussões sobre as precipitações, especialmente quanto a suas consequências, tais como enxurradas e alagamentos. Os dados do INMET serviram de base de averiguação

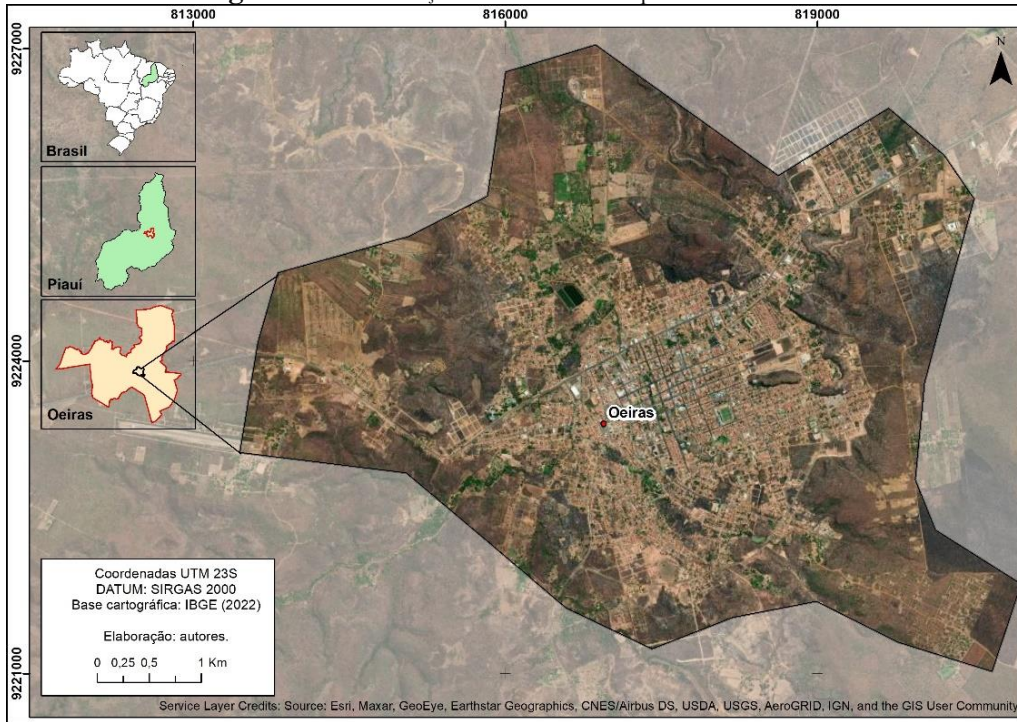
das informações dos portais de notícias. A imagem Alos Palsar (ASF, 2015) foi trabalhada no QGIS 3.34.5 para a confecção dos produtos de altimetria e declividade, conforme os seguintes passos: i) conversão dos dados vetoriais e raster para a SIRGAS 2000; ii) recorte da imagem para a área de estudo; iii) abertura do arquivo do programa QGIS e reclassificação por tabela, inserindo as classes desejadas conforme o estudo; iv) geração do mapa de declividade, mediante abertura do arquivo .dem no QGIS > raster > análise > declividade, que irá gerar outro arquivo; v) reclassificação por tabela, segundo as classes utilizadas pela EMBRAPA, a saber: 0-3%; 3-8%; 8-20%; 20-45% e >45%. Esses dois produtos serviram de base para a compreensão das influências do relevo na dinâmica das águas pluviais. Finalmente, no QGIS, foram filtrados os dados do MapBiomas para o valor 24 do produto que corresponde às áreas urbanizadas, auxiliando para o entendimento dos condicionantes antrópicos geradores de ambientes favoráveis a alagamentos e enxurradas. Os dados dos portais de notícias serviram para destacar as ruas e os estragos causados pelas fortes chuvas.

Caracterização Geral da Área de Estudo

A área de interesse está situada no município de Oeiras-PI, que dista 290 km da capital Teresina (PICKBRENNER, 2020), localizado na Mesorregião Sudeste Piauiense, na Microrregião de Picos e ocupa uma área de 2.703,13 km². Abriga uma população de 38.161 habitantes com densidade demográfica de 14,12 hab./km² no semiárido do estado com vegetação típica do bioma Caatinga (IBGE, 2022) (Figura 01). Conforme Aguiar (2004), a sede municipal conta com uma média anual de 922 mm e o período mais chuvoso ocorre nos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro. Portanto, conta com pelo menos sete meses de estiagem.

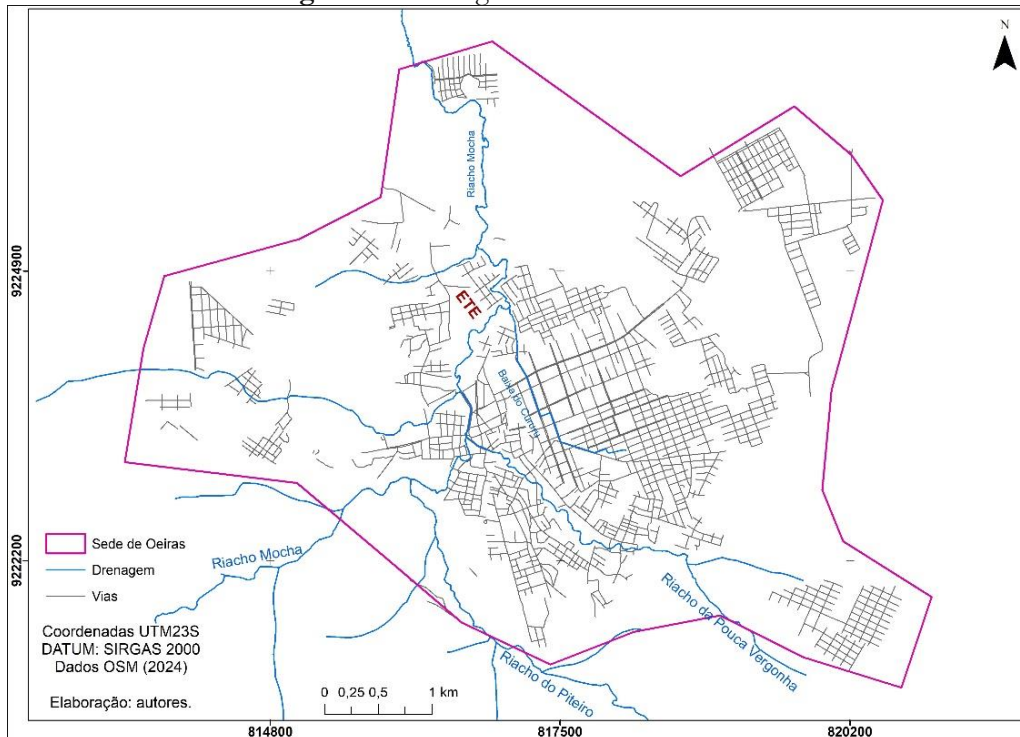
O município apresenta um relevo com superfícies tabulares de declividade variando de plano a suavemente ondulado em altitudes de 150 m a 500 m. A sede municipal se assenta sobre a Formação Cabeças, constituída principalmente por arenitos, conglomerados e siltitos (JACOMINE et al., 1986). O município faz parte da bacia hidrográfica do rio Canindé, marcada por drenagens temporárias (LIMA, 2017). A rede de drenagem na cidade de Oeiras é composta pelo riacho Mocha e seus afluentes: riacho do Piteiro, riacho da Pouca Vergonha e Baixo Cururu (Figura 02). Na verdade, os cursos d'água no perímetro urbano oeirense, desde sua elevação a categoria de cidade, em 1761 passaram por significativas transformações em decorrência do processo de expansão e adensamento urbano, alterando canais e margens.

Figura 01: Localização da sede municipal de Oeiras-PI.



Fonte: IBGE (2022).

Figura 02: Drenagem urbana de Oeiras-PI.



Fonte: a partir do Open Street Map (2024).

Resultados e Discussão

O processo de ocupação do espaço oeirense deu-se pela expansão da pecuária atrelada ao povoamento do sertão nordestino pela coroa portuguesa. Em termos temporais, destaca-se que em 1758, foi designada capital da província do Piauí, em 1761, foi elevada a categoria de cidade e permaneceu como capital do estado até 1852, quando foi transferida a condição de capital para a cidade de Teresina (ARRAES, 2012; ROCHA, 2015; BUENO, 2024).

Ao longo de sua historicidade, conforme apontam os estudos de Arraes (2012), Rocha (2015) e Bueno (2024), seu crescimento urbano foi tímido e com poucas intervenções nas formas espaciais, as quais tiveram incrementos bem significativos no século XX, em especial entre 1900 e 1945, como a chegada do telégrafo, energia elétrica, densificação das atividades comerciais, de serviços e populacional. Nessa direção, afirma Bueno (2024, p.7) que “[...]essas modificações se espacializaram pela área central da cidade, o que deixou sua parte periférica fora dos planejamentos urbanos da gestão local”.

Em termos populacionais, Oeiras detinha uma população de 38.400 habitantes em 1940 e cresceu de forma significativa até 1991, momento que chegou a ter uma população de 51.891 habitantes. Contudo, devido ao desmembramento de seu território para a criação de 5 municípios: Cajazeiras do Piauí (Lei Estadual n.º 4.810, de 14 de Dezembro de 1995), Colônia do Piauí (Lei Estadual n.º 4.477, de 29 de Abril de 1992); São João da Varjota (Lei Estadual n.º 4680, de 26 de janeiro de 1994); Santa Rosa do Piauí (Lei Estadual n.º 4477, de 29 de Abril de 1992) e Tanque do Piauí (Lei Estadual n.º 4810, de 14 de dezembro de 1995), conforme IBGE (2022), teve sua população reduzida. Nesse sentido, registrou-se 33.910 habitantes em 2000, elevou-se para 35.630 em 2010 e 38.161, em 2022, conforme quadro 1.

Quadro 1 – População de Oeiras. 1940 a 2022.

População	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2010	2022
Urbana	1.971	2.042	6.017	9.650	12.390	16.002	19.629	21.997	-
Rural	36.429	42.518	33.931	31.926	34.929	35.889	14.281	13.643	-
Total	38.400	44.560	39.948	41.576	47.319	51.891	33.910	35.630	38.161

Fonte: IBGE, 2010; 2022.

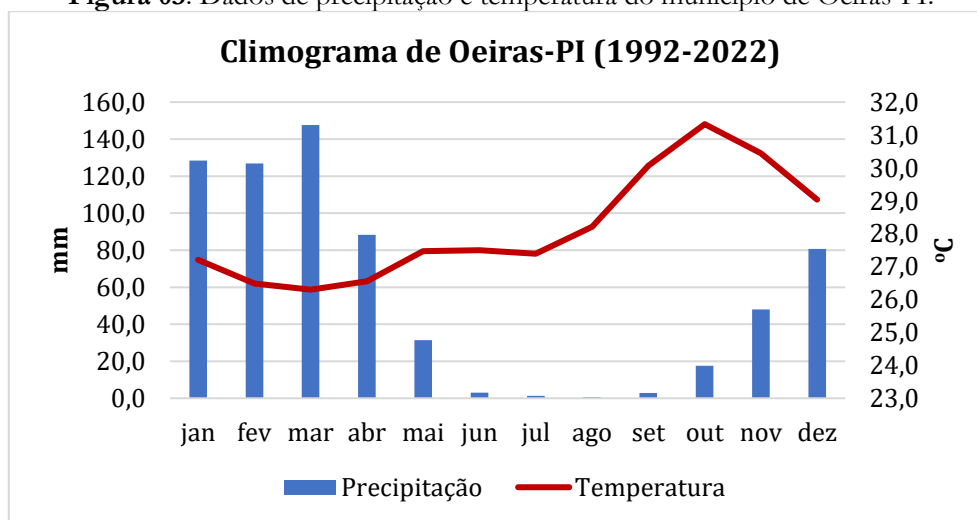
Bueno (2024, p.7) ao examinar as dinâmicas recentes da produção urbana oeirense, indica que “[...]Oeiras possui uma área de 2.703,138 km². No ano de 1985, seu espaço urbano ocupava 11,3% do território, e passou para 15,7% em 1995, em 2005, detinha 17,1% de área

urbana, em 2015, 19,1%, e 2023, 21,2% [...]”. Esses dados revelam que a primeira capital do estado cresceu 9,9% em seu tecido urbano ao longo de 38 anos.

Nessa direção, conforme aponta Bueno (2024), as densificações das formas urbanas, bem como as intervenções de maiores transformações do espaço natural se deu na área central da cidade. Dentre tais modificações cita-se impermeabilização do solo (seja via capeamento asfáltico, seja via calçamento poliédrico), construções residenciais, canalização dos cursos d’água e retirada de cobertura vegetal, elementos esses que potencializam a ocorrência de enchentes quando da ocorrência de chuvas torrenciais, uma das evidências da ausência de planejamento urbano para o crescimento ordenado da urbe.

Nesse sentido, ao analisar os dados meteorológicos, conforme a Figura 03, verifica-se que os meses chuvosos são janeiro, fevereiro, março, abril e dezembro, com precipitações médias acima de 80 mm; temperaturas médias no verão e no outono abaixo de 28°C e em dezembro acima de 29°C, na transição da primavera para o verão do Hemisfério Sul.

Figura 03: Dados de precipitação e temperatura do município de Oeiras-PI.



Fonte: NASA Power (2024).

Ademais, registra-se que de maio a novembro se estabelece o período de estiagem, com precipitações médias de 31,3 mm em maio e 47,9 mm em novembro. Nos meses de junho a outubro, a média fica abaixo de 17,6 mm; e em agosto há o menor registro de média, com 0,6 mm. Os meses com as maiores temperaturas médias vão de setembro a novembro, período de maiores registros de queimadas, em que se teve 53 focos em outubro de 2023 (CidadeVerde.Com, 2023a).

As análises sobre a distribuição das chuvas com diferentes classes de volume diário se deram no período de 1970 a 2024 (43 anos de monitoramento). Houve 219 ocorrências com um total de 120 (54,79%) para a classe de >30-50mm, 64 (29,22%) para a classe de 51-70mm, 19 (8,68%) na classe 71-90mm, 9 (4,11%) na classe 91-110mm e 7 (3,20%) na classe >110mm. Os registros das décadas de 1980 e 2010 correspondem a 50% das ocorrências da classe de >30-50mm. Vale ressaltar que os anos de 1992 a 1996 e de 2001 a 2007 não constavam nos registros (Tabela 01).

Tabela 01. Ocorrências de chuvas por classes de volume (mm) para os postos pluviométricos de Oeiras-PI.

Ano	Volume de chuva (mm)				
	>30 a 50	51 a 70	71 a 90	91 a 110	>110
1970	3	-	-	-	-
1971	2	-	-	-	-
1972	3	1	-	-	-
1973	3	4	1	1	-
1974	2	5	1	1	-
1975	2	3	-	-	-
1976	2	1	-	1	-
1977	5	1	1	-	-
1978	5	4	-	-	2
1979	1	-	1	-	-
1980	1	-	2	3	-
1981	2	-	1	-	-
1982	1	2	-	-	-
1983	1	3	-	-	-
1984	1	2	1	-	-
1985	10	1	3	-	-
1986	5	2	-	-	-
1987	2	1	-	-	-
1988	1	1	1	-	-
1989	6	3	1	1	-
1990	2	1	-	-	-
1991	1	1	-	-	-
1997	3	3	-	-	-
1998	4	1	-	-	-
1999	3	3	-	-	-
2000	2	3	-	-	-
2008	-	1	-	1	-
2009	1	1	-	-	-
2010	2	-	-	-	-
2011	1	3	1	-	-
2012	1	-	1	-	-
2013	5	-	1	-	-
2014	1	-	-	-	-
2015	2	-	-	-	-
2016	3	-	-	1	-
2017	5	-	-	-	-
2018	4	2	1	-	-
2019	6	2	-	-	2
2020	3	2	2	-	-

2021	3	1	-	-	1
2022	4	2	-	-	-
2023	4	3	-	-	1
2024	2	1	-	-	1
Total	120	64	19	9	7

Fonte: ANA (2023), INMET (2024) e Sistema Cruviana (2024).

Conforme Tabela 2, constata-se que os meses de março, abril e dezembro concentram a maioria dos registros para a classe >30-50mm. Para a classe 51-70mm, o mês de janeiro ficou em primeiro no número de registros. Na classe de 71-90mm, os meses de janeiro a abril e dezembro apresentaram mais registros de chuvas nessa condição. A classe 91-110mm teve registros em 5 meses com janeiro, o que o faz prevalecer em ocorrências. De março a setembro não há registros de chuvas com esse volume, e o registro de outubro se deu no ano de 2020. Para a classe >110mm, houve apenas sete registros, com destaque para o mês de abril de 2019, o maior para a série analisada com 214,4mm.

Tabela 02. Distribuição dos registros médios de chuvas por mês para o período de 43 anos dos postos pluviométricos de Oeiras-PI.

Mês	Volume de chuva (mm)				
	>30 a 50	51 a 70	71 a 90	91 a 110	>110
Jan	19	16	3	4	1
Fev	17	10	4	1	-
Mar	27	9	3	-	2
Abr	20	10	3	-	1
Mai	-	3	2	-	-
Jun	1	-	-	-	-
Jul	-	-	-	-	-
Ago	-	-	-	-	-
Set	2	-	-	-	-
Out	4	1	-	1	-
Nov	10	5	1	1	1
Dez	20	10	3	2	2
Total	120	64	19	9	7

Fonte: ANA (2023), INMET (2024) e Sistema Cruviana (2024).

Ao se examinar os valores agrupados por década para as classes de volumes de chuvas, de acordo com a Tabela 03, ressalta-se que as décadas de 1980 e 1970 apresentaram o maior número de registros acumulados para as classes. A década de 2010 apresentou 44 registros, porém, indicando a mesma quantidade de eventos na classe >30-50mm que a década de 1980. Na classe de 51-70mm, nota-se que houve certa redução de ocorrências, mas na década de 2020 houve um aumento para essa classe. Para a classe >110mm, desperta-se uma preocupação devido ao número de registros, que supera os da década de 1970 e 2010.

Ressalte-se que as décadas de 1990 e 2000 possuem incompletude dos dados, fato que não permite inferências mais fundamentadas.

Tabela 03. Distribuição dos dados de registros de chuvas por década para os postos pluviométricos de Oeiras-PI.

Classe (mm)	Dados por década					
	1970	1980	1990*	2000*	2010	2020**
>30 a 50	28	30	13	3	30	16
51 a 70	19	15	9	5	7	9
71 a 90	4	9	0	0	4	2
91 a 110	3	4	0	1	1	0
>110	2	0	0	0	2	3
Total	56	58	22	9	44	30

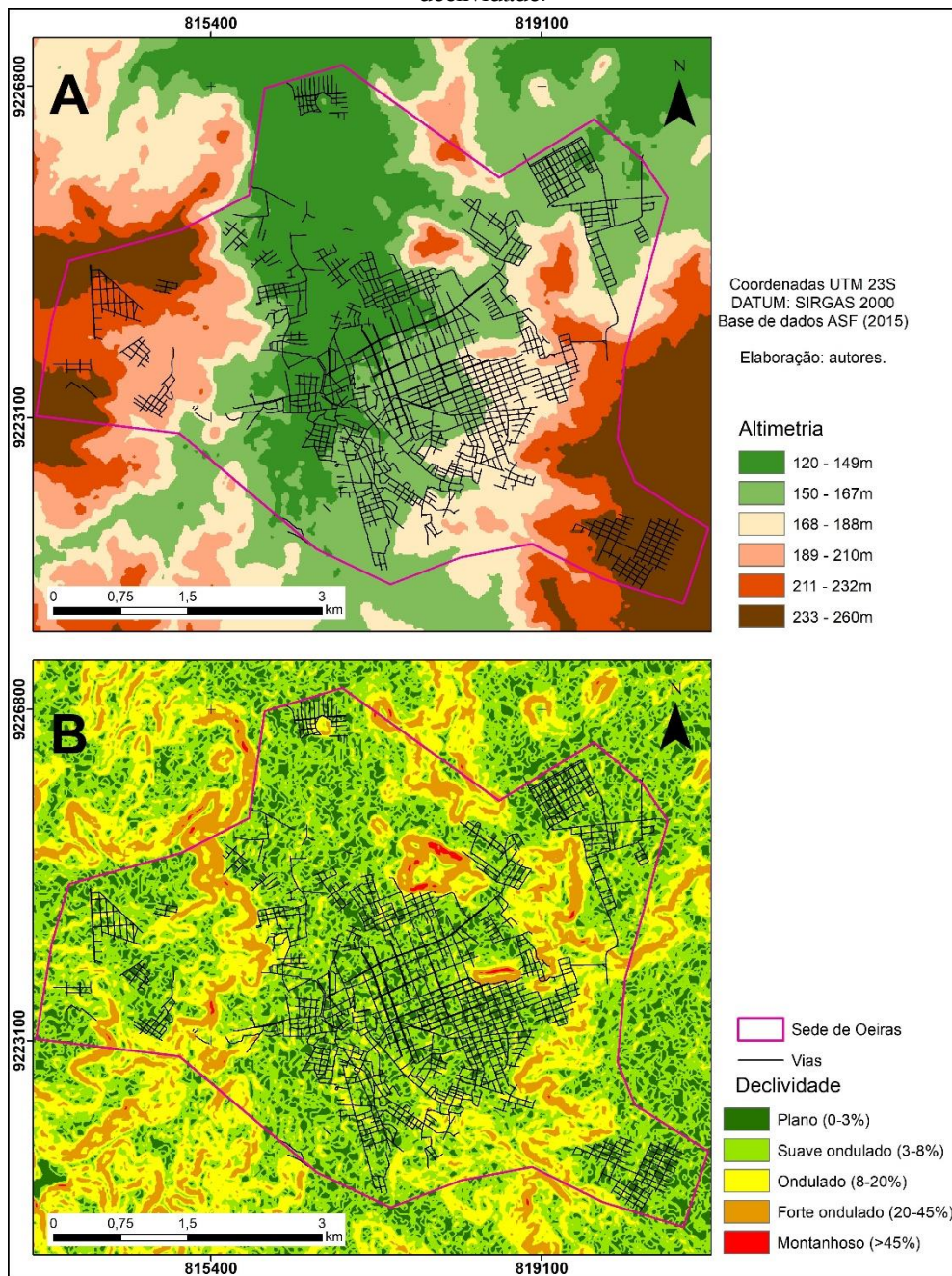
* dados incompletos para a década; ** dados de cinco anos

Fonte: ANA (2023), INMET (2024) e Sistema Cruviana (2024).

As mudanças na dinâmica climática têm impactado nos regimes pluviométricos nos últimos 10 anos, com alternância de secas severas e chuvas irregulares em partes diferentes do país. Na verdade, nessa temporalidade tem-se verificado um agravamento dos episódios de inundações e alagamentos severos devido às chuvas extremas registradas no Brasil como consequências do descaso com a infraestrutura, a cobertura vegetal e os recursos hídricos (ARTAXO, 2022). Nessa nova realidade, como indica Nascimento (2023), em estudo sobre a drenagem pluvial em Serra Talhada-PE, verificam-se discrepâncias entre a vazão em chuvas fortes e a capacidade de escoamento da infraestrutura atual, o que a torna insuficiente para drenar o volume de água e favorece alagamentos em áreas de cotas inferiores.

Nesse sentido, o relevo das cidades tem papel significativo nas dinâmicas das águas pluviais, em especial a infiltração e o escoamento, o que faz com que muitas urbes brasileiras estejam com áreas sujeitas aos problemas com alagamentos, como apontado por Oliveira *et al.* (2018) ao se referirem ao crescimento urbano sobre determinadas partes do relevo o que favorece o aumento da frequência de ocorrência de tais fenômenos. Desta forma, conforme ilustra a Figura 04, a altitude no perímetro urbano de Oeiras varia das classes de 120 m – 149 m a 230 m – 260 m. O centro da cidade está encaixado no vale do riacho Mocha, com altitudes máximas entre 150 m – 167 m. Nota-se que os rumos da urbanização mais recente têm se dirigido às partes mais altas do relevo, a exemplo do conjunto de casas na parte sudeste da cidade.

Figura 04. Aspectos do relevo da cidade de Oeiras-PI. A) mapa de altimetria; B) mapa de declividade.



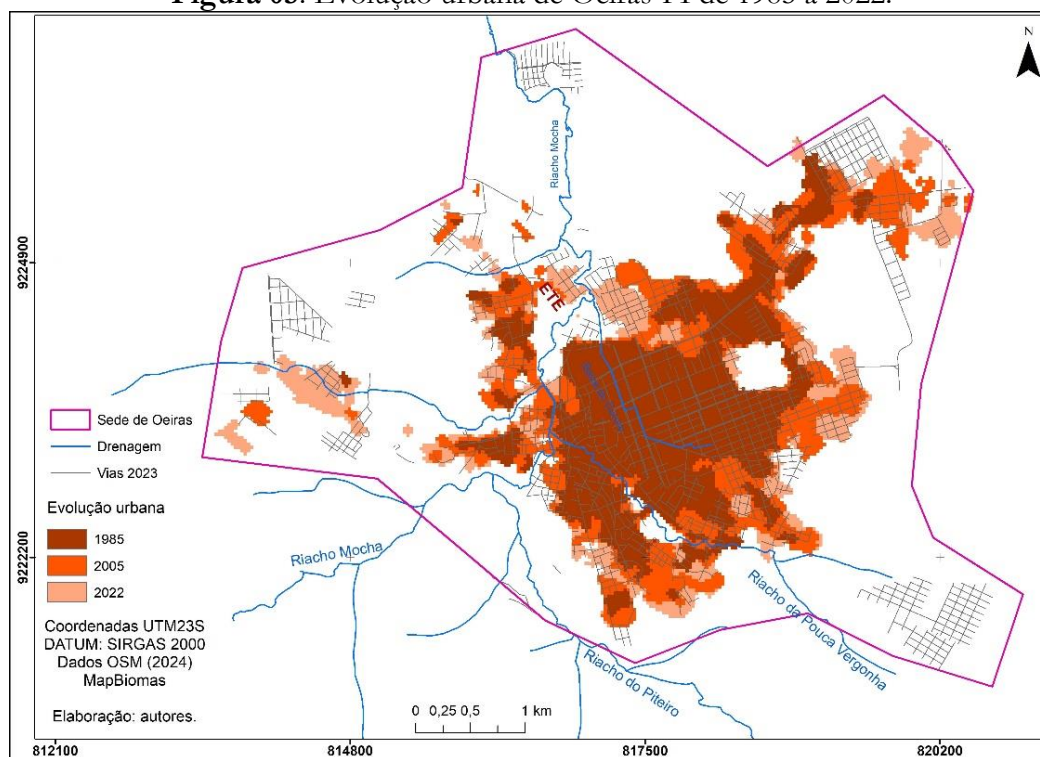
Fonte: ASF (2015).

Quanto aos aspectos de declividade, percebe-se que há predomínio da classe Suave ondulado (3-8%) e Plano (0-3%) na porção urbana mais central. Esse tipo de declividade não contribui para maior velocidade do escoamento superficial, porém colabora para o acúmulo de água nas partes inferiores do relevo devido à impermeabilização urbana. Nesse sentido, a redução de áreas de infiltração como consequência de uma urbanização desordenada no que se refere ao escoamento pluvial gera aumento do escoamento superficial e dos picos de vazão

contribuindo para a ocorrência de alagamentos (LIMA, 2019). As maiores declividades estão em testemunhos de um relevo residual, como no Morro do Leme, que apresenta variações entre 8-20% e >45%; e no alto curso do riacho Pouca Vergonha. Essa configuração pode favorecer a velocidade do escoamento e encurtar o tempo de chegada ao ponto mais baixo a jusante, nas proximidades do Mercado Municipal Elisabeth Sá, aumentando os riscos de alagamentos (Figura 04).

No processo de evolução urbana da cidade de Oeiras, verifica-se que os cursos d'água Baixa do Cururu e o riacho Pouca Vergonha já apresentavam trechos urbanizados sobre suas margens desde o ano de 1985, de acordo com a Figura 05. De fato, a cidade se expandiu sobre a nascente do Baixa do Cururu e, ao longo do processo de urbanização, ocorreu a canalização desse curso d'água como mecanismo de destinação das águas das chuvas e efluentes domésticos.

Figura 05: Evolução urbana de Oeiras-PI de 1985 a 2022.



Fonte: MapBiomias (s/d) e OpenStreetMap (2024).

Ademais, a expansão urbana em 2005 evidencia a ampliação das construções na margem esquerda do riacho do Mocha e em sua confluência com o riacho Pouca Vergonha. Com efeito, a expansão urbana associada à ocupação das margens dos cursos d'água e às características do relevo abre possibilidades para problemas de drenagem durante os eventos

com chuvas mais intensas, especialmente na área central da cidade. Na verdade, esse processo de ocupação urbana acarreta perda da permeabilidade do solo, redução da infiltração, diminuição do tempo de concentração da água e aumento do escoamento superficial (SARAIBA, 2013 apud BEZERRA et al., 2016; YUSUF, 2019).

No que tange aos problemas de alagamentos e enxurradas, buscou-se informações em portais de notícias para o período de 2019 a 2024 que pudessem auxiliar o entendimento dos eventos ocorridos na cidade. Os portais encontrados foram: Mural da Vila (<https://www.muraldavila.com.br>); G1 PI (<https://g1.globo.com/pi>); Cidade Verde.com (<https://cidadeverde.com/>), Mais Oeiras (<https://maioeiras.com.br/>), Conecta Piauí (<https://conectapiauui.com.br/>), Tô no Mural (<https://tonomural.com.br/>) e Folha de Oeiras (<https://www.folhadeoeiras.com/>).

No dia 5 de abril de 2019, o portal Folha de Oeiras noticiou que havia sido registrado 226 mm de chuva, mas conforme o INMET, para o mesmo dia foi anotado 214,4 mm (classe >110 mm), sendo que das 4h às 8h choveu 194 mm. A Figura 06, disposta a seguir, evidencia a dimensão de parte dos problemas enfrentados pelos oeirenses.

Figura 06: Fotos da reportagem do portal Cidade Verde.com, de abril de 2019. (A) restos de um muro que não suportou a força das águas; (B) via temporariamente interditada pelo acúmulo de água da chuva.



Fonte: Cidade Verde.Com (2019).

Conforme a reportagem do Mural da Vila, de 27 de outubro de 2020, foi registrado cerca de 50 mm de chuva, mas os dados anotados na Estação Meteorológica: UAPP IFPI Oeiras, do Sistema Cruviana, foi de 35,8 mm (classe >30-50 mm). Essa notícia também foi veiculada no portal G1 PI e no Mais Oeiras, inclusive com indicação da gravidade de alguns problemas às vias que precisaram de interdição temporária para reparos (Figura 07).

Figura 07: Chuva forte no mês de outubro em Oeiras-PI. (A) carro arrastado para a galeria do Baixo Cururu; (B) interdição na PI-143, próximo à Av. Rui Barbosa.



Fonte: G1 PI (2020) e Mais Oeiras (2020).

Conforme o G1 PI, de 16 de março de 2023, choveu 102 mm na cidade de Oeiras em 24h, porém os dados do INMET revelam ter precipitado um volume de 98 mm (classe 91-110 mm), com pico da chuva entre 12h e 14h com 58,4 mm. Dentre as muitas ruas com problemas de alagamento, foi dada atenção à Av. Petrônio Portela, no cruzamento com a Av. Expedito Lopes; e ao canal do Baixo do Cururu, rua André Holanda (Figura 08). Esse canal apresenta trechos canalizados e cobertos, o que o deixa subterrâneo em grande parte de seu percurso na área urbana.

Figura 08: Chuva de março de 2023 gera diversos transtornos. (A) casa na Av. Petrônio Portela recebendo água da Av. Expedito Lopes, que fica em nível mais alto; (B) transbordamento do canal do Baixo Cururu (rua André Holanda); (C) margens do riacho Pouca Vergonha.



Fonte: G1 PI (2023) e Tô no Mural (2023).

No portal Cidade Verde.com foi noticiado, no dia 8 de janeiro de 2024, que havia precipitado 126 mm, o que, conforme dados do INMET, correspondeu a 125,6 mm (classe >110 mm) em 24h, com destaque para as 5h da manhã, que registrou 86,2 mm. No período das 4h às 7h, precipitou 125,4 mm, algo semelhante ao registrado pelo no Sistema Cruviana, que foi de 125,7 mm. Tal volume de chuva causou alagamentos em muitas partes da cidade, destruiu muros e invadiu casas (Figura 09).

Figura 09: Alagamentos em janeiro de 2024. (A1) e (A2) estragos na estrutura do clube do SESC; (B) alagamento de casas.



Fonte: CidadeVerde.Com (2024) e Conecta Piauí (2024).

Na Figura 10 foram organizados os dados obtidos por meio dos portais de notícias e convertidos em forma de pontos que indicam as ocorrências de alagamentos. Nesse sentido, listou-se 10 locais, os quais servem para dar uma dimensão do fenômeno na cidade de Oeiras. Cabe destacar que cinco desses locais estão às margens dos riachos Mocha, Pouca Vergonha e Baixa do Cururu. Os demais evidenciam que há concentração de fluxo em ruas com baixa declividade, fato que favorece os alagamentos e exigem, portanto, ações de correção da drenagem pluvial urbana.

Com vistas a minimizar os problemas advindos do adensamento e crescimento urbano, Oeiras, em função do constrangimento legal a partir do Estatuto da Cidade, instituiu seu Plano Diretor Participativo Municipal (Oeiras, 2017) como um avanço em termos legais, apesar de carecer de atualizações. No que se refere ao uso e ocupação do solo urbano, redige-se que:

Artigo 8º

I – A distribuição de usos e intensidades de ocupação do solo de forma equilibrada em relação à infraestrutura disponível, aos transportes e ao meio ambiente, de modo a evitar ociosidade e sobrecarga de investimentos coletivos;

Conclusões

As discussões tecidas indicam que a cidade de Oeiras-PI poderá sofrer mais fortemente com os próximos eventos extremos em certos setores urbanos devido à sua condição de relevo, especialmente a declividade. Assim sendo, não se pode esquecer que a densificação populacional e a expansão urbana sobre as margens dos riachos com a canalização e a pavimentação das ruas – maioria de paralelepípedos – contribuíram decisivamente para os problemas relacionados a alagamentos.

O riacho Baixa do Cururu foi canalizado e coberto, fato que intensifica os efeitos das chuvas intensas, pois dificulta a circulação natural das águas pluviais. A maior parte do curso do riacho varia entre as classes Plano e Suave ondulado, características que potencializam o acúmulo de água e a menor velocidade de escoamento no canal. Além disso, os dados referentes às classes de chuva indicam que há problemas de alagamentos desde as chuvas com volume de 35,8 mm até a classe >110 mm. Isso indica que há necessidade de se repensar acerca da ocupação e do uso do solo urbano e investir em obras de ampliação da capacidade da drenagem pluvial.

De fato, os dados de eventos extremos que já ocorreram em Oeiras, segundo os dados pluviométricos, interpelam que sejam tomadas ações por parte do poder público local, a partir do planejamento urbano, que limitem os usos das margens dos riachos e viabilizem a correção do dimensionamento das galerias. Tudo isso junta-se a um conjunto de temáticas para futuras pesquisas, uma vez que, a apresentada em tela, analisou como o relevo associado à ocupação desordenada das margens dos cursos d'água que drenam a cidade fomentam as ocorrências de alagamentos e enxurradas em eventos com chuvas intensas.

Referências

AGUIAR, R. B. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí**: diagnóstico do município de Oeiras / Org. Robério Bôto de Aguiar e José Roberto de Carvalho Gomes - Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2004.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Hidroweb**: Sistemas de informações hidrológicas. Dados da estação pluviométrica 00742002 para o período de 1992 a 2022. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 23 jan. 2024.

ARTAXO, P. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil: A construção de uma sociedade minimamente sustentável requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas. **Cienc. Cult.** [online]. 2022, v. 74, n. 4, pp.01-14. Disponível em:

http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252022000400013&script=sci_arttext. Acesso em: 12 maio 2024.

ARRAES, D. E. A. **Curral de reses, curral de almas: urbanização do sertão nordestino entre os séculos XVII e XIX.** 2012. 509 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-31052012-113850/publico/Esdras_Arraes_Dissertacao.pdf. Acesso em: 26 maio 2024.

ASF. Alaska Satellite Facility (2015). **Radiometrically Terrain Corrected ALOS PALSAR products.** Product Guide, revision 1.2. Fairbanks, Alaska: [s.n.]. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/>. Acesso em: 27 mar 2024.

BEZERRA, Alisson Mendes et al. Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN. In: **VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Campina Grande, Pb. 2016. p. 1-7.

BRAGA, F. F. A atuação dos divisores de drenagem antrópicos: reflexões sobre a influência da ação antrópica nas redes de drenagem aplicadas ao estudo dos alagamentos na área central da cidade do Rio de Janeiro. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018. 172 f.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria de Proteção e Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil. **Atlas Digital de Desastres no Brasil.** Brasília: MIDR, 2023. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/>. Acesso em: 05 maio 2024.

BRASIL. Projeto MapBiomias. Coleção MapBiomias para os anos de 1985, 2005 e 2022. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 18 maio 2024.

BRASIL, J. Contribuições da geomorfologia aplicada no planejamento da drenagem urbana: Estudo de Caso do Município de Goiânia, Goiás, Brasil. **Entre-Lugar**, Dourados, MS, v. 7, n. 13, 2016.

BUENO, Paulo Henrique de Carvalho. Urbanização de Oeiras (PI): Historicidade e dinâmicas recentes. In: Anais do XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA (SIMPURB). **Anais...**Niterói (RJ) Online, 2024. Disponível em: www.sisgeenco.com.br/anais/simpurb/2024. Acesso em: 29 jan. 2026.

BUTLER, D. *et al.* **Urban drainage.** 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.

D'AMBROSIO, R. et al. Re-think urban drainage following a SuDS retrofitting approach against urban flooding: A modelling investigation for an Italian case study. **Urban Forestry & Urban Greening**, 70, 2022. Disponível em: <https://encurtador.com.br/srGnI>. Acesso em: 11 mar. 2024.

CIDADE VERDE.COM. Piauí já registra mais de mil focos de queimadas em outubro e ocupa a 3ª posição no país (2023). Disponível em: <https://encurtador.com.br/6PrjJ>. Acesso em: 10 maio 2024.

CIDADE VERDE.COM. Chuva intensa inunda parque aquático e rompe rodovia em Oeiras (2024). Disponível em: https://cidadeverde.com/noticias/405723/chuva-intensa-inunda-parque-aquatico-e-rompe-rodovia-em-oeiras#google_vignette. Acesso em: 25 abr. 2024.

CONECTA PIAUÍ. Chuva forte destrói clube em Oeiras e causa vários transtornos na cidade. Disponível em: <https://conectapiaui.com.br/noticia/geral/chuva-forte-destroi-clube-em-oeiras-e-causa-varios-transtornos-na-cidade-4740.html>. Acesso em: 12 mar. 2024.

G1 PI. Chuva em Oeiras pode ter sido a maior do Piauí em 2023, informa Inmet. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2023/03/16/chuva-em-oeiras-pode-ter-sido-a-maior-do-piaui-em-2023-informa-o-inmet.ghtml>. Acesso em: 13 jan. 2024.

G1 PI. Carro é arrastado para dentro de galeria e ruas ficam alagadas após forte chuva em Oeiras, 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/2020/10/27/carro-e-arrastado-para-dentro-de-galeria-e-ruas-ficam-alagadas-apos-forte-chuva-em-oeiras.ghtml>. Acesso em: 23 abr. 2024.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Séries históricas de 2023 e 2024. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 20 maio 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biblioteca. **Recenseamento geral do Brasil: 1872 a 2010**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=765&xview=detalhes>. Acesso em: 29 abr. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/oeiras/panorama>. Acesso em: 31 mai. 2024.

JACOMINE, P.K.T. *et al.* **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. Rio de Janeiro. EMBRAPA-SNLCS/SUDENE -DRN. 1986. 782 p ilustr.

KOURTIS, I.M.; TSIHRINTZIS, V.A. Adaptation of urban drainage networks to climate change: A review. **Science of the Total Environment** 771 (2021). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896972100499X>. Acesso em: 12 mar. 2024.

LIMA, A. S.; SOUSA, J. F. Deficiência da drenagem pluvial urbana nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia da Cidade de Codó-MA. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 2, pp. 20-37, 2023. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/9316>. Acesso em: 22 jan. 2024.

LIMA, C. C. Identificação e avaliação de zonas de alagamentos urbanos na cidade de Natal, Nordeste do Brasil, com o suporte de geotecnologias. 2019. 136f. Dissertação (**Mestrado em Geotecnica**) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

LIMA, I. M. M. F. Hidrografia do Estado do Piauí, disponibilidades e usos. In: AQUINO, C. M. S. A.; SANTOS, F. A. **Recursos Hídricos do Estado do Piauí: fundamentos de gestão e estudos de casos em bacias hidrográficas do centro-norte piauiense**. Cap. 3. Teresina: EDUFPI, 2017, pp.43-68. Disponível em: <https://encurtador.com.br/T3tR0>. Acesso em: 15 maio 2024.

MAIS OEIRAS. Chuva forte causa estragos em Oeiras; Prefeitura cria força-tarefa para realizar reparos, 2020. Disponível em: <https://maioeiras.com.br/noticias/chuva-forte-causa-estragos-em-oeiras-prefeitura-cria-forca-tarefa-para-realizar-reparos/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

MURAL DA VILA. Forte chuva na madrugada surpreende Oeiras, arrasta carro, invade casas e provoca prejuízos, 2020. Disponível em: <https://www.muraldavila.com.br/noticias/forte-chuva-na-madrugada-surpreende-oeiras-arrasta-carro-invade-casas-e-provoca-prejuizos-75896.html>. Acesso em: 23 abr. 2024.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Power Data Access Viewer: Prediction of Worldwide Energy Resource. Temperature at 2 meters**. Período de dados de 1992 a 2022 Disponível em: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Acesso em: 21 fev. 2024.

NASCIMENTO, T. A. M. Microdrenagem urbana: estudo de caso para a rua Agostinho Nunes de Magalhães, na cidade de Serra Talhada-PE. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Engenharia Civil),

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2023.

OEIRAS. Prefeitura Municipal de Oeiras. Plano Diretor Participativo. Lei nº1.830, de 10 de julho de 2017.

OLIVEIRA, A. K. B. O sistema de drenagem como eixo estruturante do planejamento urbano: caso da bacia hidrográfica do rio Acari. Dissertação (**mestrado**) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2018.

OLIVEIRA, G. G.; ECKHARDT, R. R.; HAETINGER, C.; ALVES, A. Caracterização espacial das áreas suscetíveis a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do rio TaquariAntas. **Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 849-863, 2018.

PICKBRENNER, Karine. **Atlas Pluviométrico do Brasil**: Equações Intensidade-Duração Freqüência: Município Oeiras/PI / Karine Pickbrenner; Adriano da Silva Santos; Eber José de Andrade Pinto. – Porto Alegre: CPRM, 2020.

RAMOS, H. M. *et al.* Urban floods adaptation and sustainable drainage measures. **Fluids**, 2, 61, 2017. Disponível em: <https://dspace.cc.upv.es/bitstream/handle/10251/99169/fluids-02-00061.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 abr. 2024.

ROCHA, Z. de H. **Modernização e ressignificação**: as contradições da formação do espaço urbano oeirense (1900 - 1945). 2015. 146 p. Dissertação (Mestrado em História), Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2015. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/498/ZULENE%20DE%20HOLANDA%20ROCHA%20%e2%80%93%20DISSERTA%c3%87%c3%83O%20PPGH%20CH%202018.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 26 maio 2024.

SARABIA, F. Ciclo Hidrológico. 2013. Disponível em: <<http://www.imagui.com/a/ciclo-da-aguaTG6rGMzbn>> Acesso em: 18 de abril de 2016.

SISTEMA CRUVIANA. Instituto Federal do Piauí, Campus Oeiras. Estação Meteorológica: UAPP. Disponível em: <https://cruviana.ifpi.edu.br/oeiras/>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SUGAHARA, C. R.; FERREIRA, D. H. L.; GUEDES, W. P. Sistema de drenagem e planejamento urbano da cidade de Campinas/SP. **Gerenciamento de Cidades**, v. 10, n. 75, pp. 87-96, 2022. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/download/3140/3045. Acesso em: 13 dez. 2023.

TEIXEIRA, N. N.; ARAÚJO, A. V. S. Gestão municipal de drenagem e manejo de águas pluviais: avaliação dos impactos decorrentes da urbanização na Cidade Nova, Ilhéus-BA. **Revista Gestão e Secretariado (GeSec)**, São Paulo, SP, v. 14, n. 6, 2023, pp. 9968-9997. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2351>. Acesso em: 12 fev. 2024.

TÔ NO MURAL. Chuva forte causa transtornos em vários bairros de Oeiras. Disponível em: <https://tonomural.com.br/noticia/2087/chuva-forte-causa-transtornos-em-varios-bairros-de-oeiras-video>. Acesso em: 15 mar. 2024.

TUCCI, C. E. M. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **Revista de Gestão de Água da América Latina – REGA**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, pp. 29-42, jan./jun. 2016. Disponível em: <https://saneamentobasico.com.br/wp->

Urbanização e problemas de drenagem pluvial da cidade de Oeiras-PI, Brasil. Alex de Sousa Lima; Paulo Henrique de Carvalho Bueno.

content/uploads/2020/12/9ab609843c59c2457a38937f5da8e1ac_32607cf292f137e7d029aac1c7362436.pdf. Acesso em: 14 jan. 2024.

YUSUF, A. K. **Mudanças climáticas e drenagem urbana**: novos desafios para a infraestrutura. São Paulo, 2019.

ZHANG, H. *et al.* Impacts of climate change on urban drainage systems by future short-duration design rainstorms. **Water**, v. 13, n. 19, pp. 1-18, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/19/2718>. Acesso em: 14 mar. 2024.

Recebido em: agosto de 2025

Aceito em: maio 2026