

Os eventos extremos na bacia hidrográfica do Rio Belém em Curitiba-PR: contribuições para a planejamento urbano e climático

Extreme events in the Belém River watershed in Curitiba-PR: contributions to urban and climate planning

Luana Rudy(1); Pedro Augusto Breda Fontão(2); Leandro Carlos Fernandes(3); Marcio José Sorgato(4)

1 Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

E-mail: luanarudy93@gmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3558-8154>

2 Professor Adjunto no Departamento de Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

E-mail: pedrofontao@ufpr.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7293-2742>

3 Professor Adjunto no Departamento de Expressão Gráfica da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

E-mail: leandrofernandes@ufpr.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4393-7322>

4 Professor Adjunto no Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo (DEAAU) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

E-mail: sorgato@utfpr.edu.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3944-5299>

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 11, n. 2, p. 126-142, julho-dezembro, 2022 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2022.v11i2.5041>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui!/click here!](#)

Resumo

Os eventos extremos hidroclimáticos tem potencial para impactar diretamente a sociedade. Nesse sentido, as cidades acabam sendo mais afetadas por episódios climáticos intensos, uma vez que o uso e ocupação do solo urbano promove modificações significativas sobre a dinâmica superficial dos fluxos hídricos. Em vista disso, a pesquisa em questão buscou analisar os eventos extremos impactantes e os desastres do ponto de vista hidroclimáticos ocorridos historicamente na bacia hidrográfica do Rio Belém, localizada em Curitiba-PR. Trata-se de uma bacia altamente urbanizada, que percorre 38 bairros do município, incluindo a porção central da cidade. Na pesquisa, foi feito um levantamento dos eventos extremos impactantes ocorridos na área de estudo (1911-2022) e uma atualização do mapeamento do uso e ocupação do solo, para verificar as mudanças recentes na pavimentação do solo e seu potencial para afetar a bacia e a população. Assim, foi feita uma análise e síntese no âmbito do planejamento urbano e climático, buscando dar contribuições para a gestão de riscos climáticos na região, focando em alertas, mitigação, adaptação e resiliência.

Palavras-chave: enchentes; desastres naturais; impactos urbanos; Estado do Paraná; Climatologia.

Abstract

Extreme hydroclimatic events have the potential to directly impact society. In this sense, cities end up being more affected by intense climatic episodes, as urban land use land cover bring significant modifications to the surface dynamics of water flows. In light of this, the present research aimed to analyze impactful extreme events and hydroclimatic disasters historically occurring in the Belém River watershed, located in Curitiba, Brazil. This is a highly urbanized watershed that traverses 38 neighborhoods of the municipality, including the central portion of the city. The research conducted a survey of impactful extreme events in the study area (1911-2022) and updated the mapping of urban land use land cover to assess recent changes in ground pavement and its potential to affect the watershed and population. Thus, an analysis and synthesis were carried out within the scope of urban and climatic planning, aiming to contribute to climate risk management in the region, focusing on alerts, mitigation, adaptation, and resilience efforts.

Keywords: floods; natural disasters; urban impacts; Paraná State; Climatology.

1 Introdução

A dinâmica das precipitações tem potencial para influenciar e impactar diretamente na sociedade. Em consequência, a variabilidade dos elementos atmosféricos e os reflexos na hidrografia local interferem no ritmo das atividades humanas, em especial em regiões cada vez mais urbanizadas (CRISTIANO *et al.*, 2017; MARELLE *et al.*, 2020). Dessa maneira, a expansão das cidades, de forma acelerada e desordenada, acaba sendo responsável por potencializar os impactos gerados pelos eventos extremos, cenário cada vez mais frequente e que vem provocando prejuízos socioeconômicos graves às populações urbanas.

No atual contexto de emergência climática (RIPPLE *et al.*, 2020), em que há fortes indícios de que as mudanças climáticas aumentaram a frequência e a intensidade de eventos meteorológicos severos em todo o mundo (IPCC, 2022), a adaptação, mitigação e resiliência em ambientes urbanos ganham relevância (GREENWALT *et al.*, 2018), e o planejamento surge como uma estratégia fundamental neste processo. O planejamento urbano adequado, que respeita as áreas da cidade e a permeabilidade do solo, tem potencial para reduzir os riscos de desastres, que podem ser provocados por eventos extremos hidrometeorológicos. Dentre essas consequências, destacam-se aquelas provocadas pelo excesso de chuva: enchentes, inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos; ou pela falta dela: fortes estiagens e secas.

Dessa forma, a bacia hidrográfica se sobressai como unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos (CARVALHO, 2020), e nas cidades destacam-se por se tratar de limites naturais que podem interferir diretamente nas drenagens e no ambiente urbano. Vale lembrar que atualmente a legislação nacional já reconhece a bacia hidrográfica como instrumentos de gerenciamento e ordenamento territorial urbano, e sua base vem da Constituição de 1988 e da Lei nº 9.433/1997 (Lei das Águas), ao admitir os limites hidrográficos como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. E não obstante, Costa e Silva (2020) reforçam que o uso e ocupação do solo urbano promove modificações significativas sobre a dinâmica superficial dos fluxos hídricos, promovendo enchentes e demais eventos.

Nesse cenário, no território brasileiro existem inúmeros casos de bacias hidrográficas urbanizadas que frequentemente são afetadas por eventos extremos e geram impactos à população. Mesmo em cidades reconhecidas por terem adotado um planejamento urbano, a exemplo de Curitiba – PR (RABINOVITCH; LEITMAN, 1996), os problemas desencadeados por eventos como enchentes ou secas continuam ocorrendo, reforçando a complexidade destes fenômenos no Brasil. Embora Curitiba tenha uma trajetória relativamente longa de implantação de parques em seu município, relativamente próximos aos cursos d'água para terem a função de contenção de cheias (BUCCHERI FILHO, 2012), a capital paranaense também apresentou um rápido

processo de urbanização nas últimas décadas, que levou à canalização de algumas drenagens e ocupação das margens dos seus principais rios (GARCIAS, 2016).

Em vista disso, a região central de Curitiba atualmente encontra-se adensada e em estágio de ocupação bastante avançado, em uma área onde está inserida a bacia hidrográfica do Rio Belém. Reque (2013) destaca a importância dessa bacia hidrográfica para Curitiba, pois suas drenagens remetem às origens do centro urbano em meados de 1850, no entorno da região onde existe o encontro dos rios Ivo e Belém, na atual Praça Tiradentes. Durante muito tempo, o Rio Ivo e as nascentes, conhecidas também como “fontes”, serviram de abastecimento da cidade e, em consequência, eram usadas para despejo de esgoto. Em 1886, inaugurou-se o primeiro parque urbano de Curitiba, o Passeio Público, que tinha como função “higienizar” e “embelezar” as águas do Rio Belém, drenando as águas pantanosas.

Ao longo do tempo, grande parte dos rios que compõem a bacia do Rio Belém foram drenados e canalizados. A bacia em questão, tão importante para o surgimento da cidade, se tornou “esquecida” e “invisível”, em um quadro de impermeabilização excessiva, e sem projetos significativos de uma revitalização apesar de iniciativas pontuais para evitar enchentes, inundações e alagamentos (GARCIAS, 2016; SIQUEIRA *et al.*, 2022). Em um estudo realizado especificamente na bacia hidrográfica, Carvalho *et al.* (2021) demonstram que áreas impermeáveis são menos resilientes a eventos extremos proporcionados por cenários de mudanças climáticas, fato que valoriza ainda mais a necessidade de um planejamento prévio e gestão de riscos na área em questão.

Desse modo, o presente estudo realizou uma pesquisa acerca dos eventos extremos impactantes e desastres do ponto de vista hidroclimáticos ocorridos historicamente na bacia do Rio Belém, localizada em Curitiba-PR. Da mesma forma, foi feito um mapeamento do uso e ocupação do solo, comparando-o com outros estudos já realizados na área de estudo, a fim de identificar o avanço da urbanização e seus efeitos sobre o espaço, em específico para verificar as mudanças recentes na pavimentação do solo e seu potencial para afetar a bacia. Assim, foi feita uma análise à luz do planejamento urbano, buscando contribuir para a gestão de riscos na bacia, tornando-a mais resiliente e adaptada à episódios extremos com potencial de afetar a população residente através de enchentes, inundações, alagamentos, secas, entre outros.

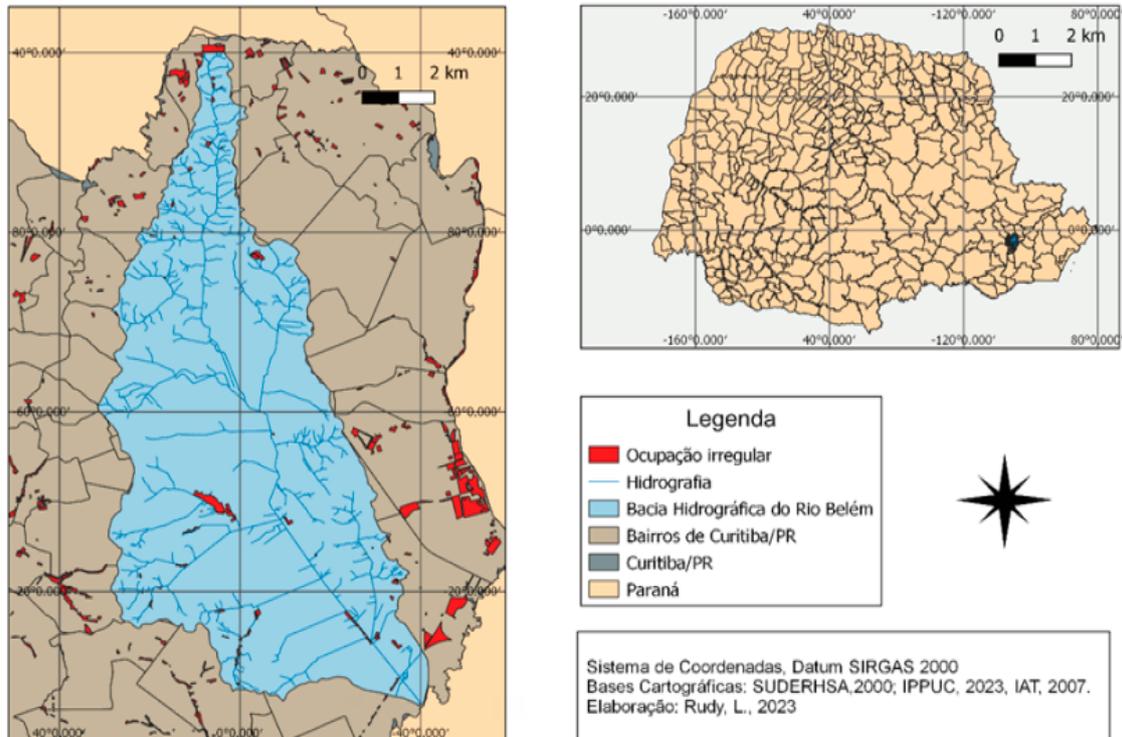
2 Materiais e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área de estudo refere-se aos limites hidrográficos da bacia do Rio Belém, localizada totalmente no município de Curitiba – PR, sendo uma área completamente urbanizada que percorre 38 bairros (total ou parcialmente), incluindo a porção central

da cidade. Conforme o Plano Diretor de Curitiba (2017), o Rio Belém recebeu esse nome em homenagem dos portugueses para delimitar o território recém habitado, tendo sua nascente ao norte de Curitiba, no bairro Cachoeira, e sua foz desaguando no Rio Iguaçu ao sul, no bairro Boqueirão. A Figura 1 apresenta um mapa de localização e alguns detalhes da região.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Belém em Curitiba – PR



Segundo dados da SUDERHSA (2002), a extensão territorial da bacia do Rio Belém é de 88km², sendo uma sub-bacia e afluente do Rio Iguaçu, maior bacia hidrográfica do Estado do Paraná com 57.329km². Embora não existam grandes áreas de ocupação irregular, em partes por estar inserida em sua maior parte na região central da cidade, sua ocupação é bastante antiga e a impermeabilização do solo vem aumentando ao longo das décadas. Devido à densa ocupação na área urbana de Curitiba, Siqueira *et al.* (2022) registram que a região central recebe a maior parte do volume de água precipitado através dos rios canalizados, trecho crítico que acaba trazendo uma parcela substancial de esgoto sanitário e acúmulo de detritos na calha, e por consequência ocorrem muitas enchentes e outros tipos de impactos relacionados às chuvas.

Outra questão importante é o atual padrão de drenagem observado da bacia, com rios e canais retilíneos, principalmente na porção sul, devido à interferência e ação antrópica. Conforme Lucca (2012), ainda que as obras e canalizações do rio Ivo e outros afluentes tenham sido iniciadas a partir da década de 1940, até o ano de 1977 o rio principal não havia sido canalizado, por exemplo, nas proximidades da rua Mariano Torres, importante artéria da região Central. O processo de retificação foi iniciado com

a intenção de conter enchentes e inundações, aumentando a velocidade do escoamento e transferindo o problema para a jusante, mas que não tem se mostrado suficiente ou como solução para evitar tais problemas (GARCÍAS, 2016; GOUDARD; MENDONÇA, 2019; CARVALHO *et al.*, 2021).

2.2 Levantamento de Eventos Extremos impactantes na bacia do Rio Belém

A etapa em questão buscou realizar um levantamento histórico de eventos extremos impactantes e/ou desastres que ocorreram historicamente na bacia hidrográfica do Rio Belém, no intuito de verificar a ocorrência destes episódios ao longo do tempo. O foco foi identificar os eventos extremos hidrometeorológicos (GOYAL *et al.*, 2022) com potencial de afetar a área de estudo, a citar: enchente, inundação, alagamento, deslizamento, enxurrada, neve, estiagem e seca. Os procedimentos metodológicos abarcam uma revisão bibliográfica e levantamento em órgãos oficiais de episódios ocorridos na bacia, estabelecendo como critério os registros realizados e as palavras-chave utilizadas, bem como a checagem nos dados e informações para assegurar que o evento ocorrido em Curitiba efetivamente afetou a área de estudo. O período de levantamento abarcou os anos 1911 a 2022 (112 anos).

Dessa maneira, foram levantados inicialmente os dados e registros disponibilizados pela Defesa Civil de Curitiba (embora a maioria registros seja a partir de 2009), e buscando contemplar e entender as ocorrências passadas, realizou-se a coleta e análise de jornais e fotografias antigas disponibilizados pela Casa da Memória de Curitiba e pelo acervo digital da Hemeroteca Digital Brasileira da Biblioteca Nacional (BNDigital), além da checagem do evento extremo através de notícias e reportagens publicadas nos principais jornais locais disponibilizados por meio digital através de palavras-chave (dentre elas: bacia hidrográfica do Rio Belém, Rio Belém, Inundação, Enchente, Alagamento, Centro de Curitiba). As sistematizações dos dados foram feitas conforme proposto por Gil (2008), sendo bibliográfica, descritiva e documental.

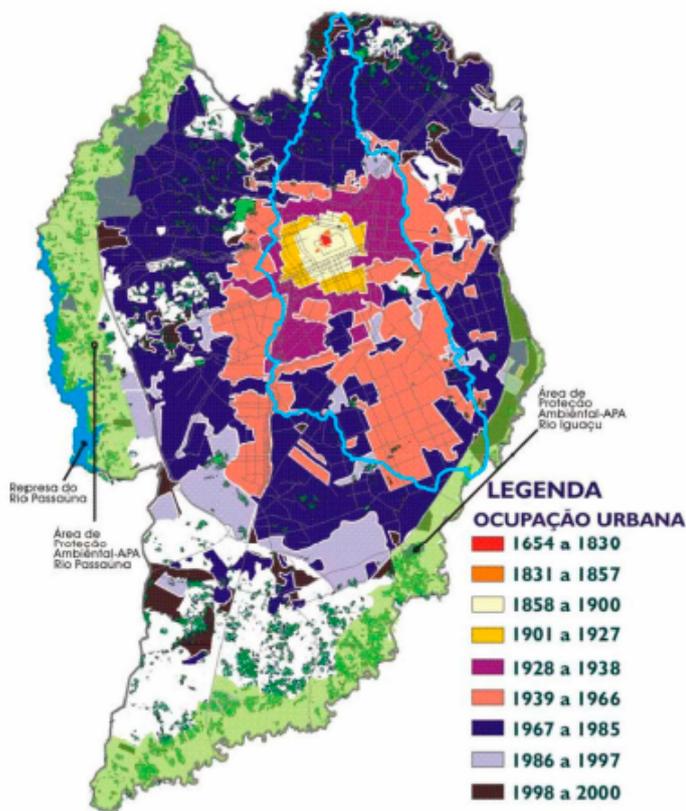
2.3 Mapeamento e análise do uso e ocupação do solo na bacia do Rio Belém

Para entender o processo de uso e ocupação do solo o interior da bacia hidrográfica do Rio Belém, em contínua transformação por representar as relações e condicionantes socioeconômicas, ambientais, legais e de infraestrutura de uma cidade, foi elaborado um mapeamento atualizado da área utilizando técnicas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica pelo *software* QGIS 3.14 (VAEZA *et al.*, 2010; PARANHOS FILHO *et al.*, 2021). O método de classificação utilizado foi o “não-supervisionada”, que ocorre quando o software estabelece padrões específicos nos *pixels* que compõem a imagem, classificando os *pixels* de forma automática por meio da sua reflectância (FITZ, 2008). As imagens de satélites foram obtidas através

do satélite CBERS 04A, com composição de imagens das diferentes bandas da Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM) (INPE, 2022). No mapa temático, as classes foram atribuídas como: vegetação, campo, e áreas de baixa, média e alta urbanização.

Ademais, vale destacar que os mapas de uso e ocupação do solo são de grande importância para o planejamento e administração dos municípios. O adensamento urbano contribui diretamente para a pavimentação excessiva do solo, que vem contribuindo para problemas recentes na bacia do Belém, como enchentes e inundações, principalmente devido às altas taxas de impermeabilização (SIQUEIRA *et al.*, 2022). Existem registros e estudos anteriores que já evidenciam tal processo, e serão considerados na análise e síntese dos resultados (FORTUNATO, 2006; GARCIAS, 2016; entre outros). Ainda, é importante destacar que, historicamente, a área já vem sendo ocupada, conforme pode-se visualizar na Figura 2, mas o processo de adensamento e pavimentação do solo está em contínua expansão.

Figura 2. Histórico da ocupação urbana no município de Curitiba – PR, com a bacia hidrográfica do Rio Belém em destaque (azul)



Fonte: Bracht, 2008.

Por conseguinte, além do mapeamento do uso e ocupação do solo para a bacia hidrográfica em destaque, foi feito nesta pesquisa uma análise e síntese dos resultados e produtos obtidos, com base nos fundamentos do planejamento e da gestão urbana, e procurando evidenciar problemas e apresentar possíveis soluções para lidar com

os eventos extremos hidrometeorológicos. Vale destacar que efeitos de desastres relacionados com o clima são intensificados nas cidades, devido às interações com os sistemas de infraestruturas urbanas e o crescimento populacional, e compreender estes riscos é fundamental para a adaptação e a resiliência futura em um contexto de mudanças climáticas (GREENWALT *et al.*, 2018; MARELLE *et al.*, 2020).

3 Resultados e Discussão

De maneira geral, Curitiba-PR possui uma trajetória longa com os eventos extremos, contando com diversos relatos históricos de episódios e desastres que ocorreram ao longo das últimas décadas e séculos (ZANELLA, 2014), a exemplo da publicação de Melo (2001), que expõe a memória das enchentes de Curitiba. Nesse estudo investigativo, com base em dados da Defesa Civil, acervos oficiais e complemento em jornais locais, verificou-se a ocorrência de 63 anos com eventos extremos em um período de 112 anos na bacia hidrográfica do Rio Belém. A Tabela 1 sintetiza os eventos extremos ocorridos no período, adicionados os anos e as ocorrências encontradas, não sendo possível colocar a data e o horário exato em decorrência da falta de consistência nos dados encontrados, principalmente os registros mais antigos.

Tabela 1. Ocorrência de eventos extremos impactantes e/ou desastres na bacia hidrográfica do Rio Belém (Curitiba-PR)

ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE	ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE
1911	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	GOUDARD, 2019; CASA DA MEMÓRIA, 2022	1990	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014
1922	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	A REPÚBLICA, 1922, EDIÇÃO 11; COMMERCIO DO PARANÁ, 1922, EDIÇÃO 3596	1991	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014
1928	NEVE	GAZETA DO POVO "NOSTALGIA", 2009; PORTAL MEMÓRIA BRASILEIRA, 2022	1992	ALAGAMENTO, ENCHENTE E INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014
1930	SECA, ESTIAGEM	JORNAL BCC NEWS, 2021	1993	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014; CASA DA MEMÓRIA, 2022
1932	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	CORREIO DO PARANÁ, 1932, EDIÇÃO 77; GOUDARD, 2019	1994	ENCHENTE E INUNDAÇÃO	FORTUNATO, 2006; ZANELLA, 2014; CASA DA MEMÓRIA, 2022

ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE	ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE
1935	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	CORREIO DO PARANÁ, 1935, EDIÇÃO 1004, EDIÇÃO 991	1995	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014
1938	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	CORREIO DO PARANÁ, 1938, EDIÇÃO 3093; O DIA – PR, 1938, EDIÇÃO 4472;	1996	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	FORTUNATO, 2006; ZANELLA, 2014
1943	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	O DIA – PR, 1943, EDIÇÃO 5954	1997	ALAGAMENTO, ENCHENTE E INUNDAÇÃO	FOLHA DO PARANÁ, 1999, p. 25; HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014; GOUDARD, 2019; GAZETA DO POVO “NOSTALGIA”, 2008, p. 8
1944	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	GAZETA DO POVO “NOSTALGIA”, 2009, p. 14	1998	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; ZANELLA, 2014
1946	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	GAZETA DO POVO “NOSTALGIA”, S/A, S/P	1999	ENXURRADA, ALAGAMENTO, ENCHENTE E INUNDAÇÃO	JORNAL UBERABA, P.4/1999; GAZETA DO POVO “NOSTALGIA”, 2008, S/P; FOLHA DO PARANÁ, 1999, p.25; HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014; GOUDARD, 2019
1947	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	GAZETA DO POVO “NOSTALGIA”, 2008, S/P; DIÁRIO DO PARANÁ, 1947, EDIÇÃO 390	2000	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014
1957	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	CASA DA MEMÓRIA, 2022	2001	ALAGAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	FORTUNATO, 2006; HAYAKAWA, 2008; ZANELLA, 2014; GAZETA DO POVO, 2001
1968	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	GAZETA DO POVO “NOSTALGIA”, 2009, p. 14; GOUDARD, 2019	2002	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014
1972	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	DIÁRIO DO PARANÁ, 1972, EDIÇÃO 5211	2003	ALAGAMENTO	HAYAKAWA, 2008

ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE	ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE
1975	ENCHENTE, INUNDAÇÃO, NEVE	DIÁRIO DO PARANÁ, 1975, EDIÇÃO 6087; GAZETA DO POVO, 2019; PORTAL MEMÓRIA BRASILEIRA, 2022	2007	ALAGAMENTO	GOUDARD, 2019
1976	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	DIÁRIO DO PARANÁ, 1976, EDIÇÃO 8087	2009	ALAGAMENTO, DESABAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	GAZETA DO POVO, 2008, p. 6; GOUDARD, 2019; DEFESA CIVIL, 2021;
1977	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	CORREIO DE NOTÍCIAS, 1977, EDIÇÃO 124	2010	ALAGAMENTO, DESABAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	DEFESA CIVIL, 2021; FOTO JORNAL GAZETA DO POVO, CASA DA MEMÓRIA, 2022; JORNAL G1, 2010
1978	SECA/ ESTIAGEM	CORREIO DE NOTÍCIAS, 1978, EDIÇÃO 298	2011	ALAGAMENTO, DESABAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	DEFESA CIVIL, 2021; JORNAL G1, 2011
1979	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	CORREIO DE NOTÍCIAS, 1979, EDIÇÃO 513, EDIÇÃO 535, EDIÇÃO 601, EDIÇÃO 602, EDIÇÃO 603	2012	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, INUNDAÇÃO, ENCHENTE	DEFESA CIVIL, 2021; JORNAL G1, 2012
1980	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014	2013	ABALO SÍSMICO, ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, NEVE	DEFESA CIVIL, 2021; RPC-PR, 2019; GOUDARD, 2019; JORNAL G1, 2013
1981	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	O ESTADO DO PARANÁ, 1981; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014;	2014	ALAGAMENTO, DESLIZAMENTO DE TERRA	DEFESA CIVIL, 2021; GOUDARD, 2019
1982	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014; GOUDARD, 2019	2015	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, INUNDAÇÃO, ENCHENTE	GOUDARD, 2019; DEFESA CIVIL, 2021

ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE	ANO	EVENTOS EXTREMOS	FONTE
1983	ALAGAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	O ESTADO DO PARANÁ, 1983, p. 9; FORTUNATO, 2006; HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014; GOUDARD, 2019;	2016	ALAGAMENTO, DESLIZAMENTO DE TERRA, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, ENXURRADA, INUNDAÇÃO	JORNAL G1, 2016; DEFESA CIVIL, 2021
1984	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014	2017	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	DEFESA CIVIL, 2021
1985	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014	2018	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, INUNDAÇÃO, ENCHENTE	JORNAL G1, 2018; GAZETA DO POVO, 2018; DEFESA CIVIL, 2021
1986	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	ZANELLA, 2014	2019	ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, ENCHENTE, INUNDAÇÃO	JORNAL G1, 2019; DEFESA CIVIL, 2021
1987	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	FORTUNATO, 2006; ZANELLA, 2014	2020	ALAGAMENTO, DESLIZAMENTO DE TERRA, INUNDAÇÃO, ENCHENTE, SECA, ESTIAGEM	DEFESA CIVIL, 2021.
1988	ALAGAMENTO, INUNDAÇÃO	HAYAKAWA, 2008; LOHMANN, 2013; ZANELLA, 2014	2021	INUNDAÇÃO, ENCHENTE, ALAGAMENTO, DESTELHAMENTO, SECA/ESTIAGEM	DEFESA CIVIL, 2021; G1 PARANÁ, 2021
1989	ENCHENTE, INUNDAÇÃO	FORTUNATO, 2006; ZANELLA, 2014			

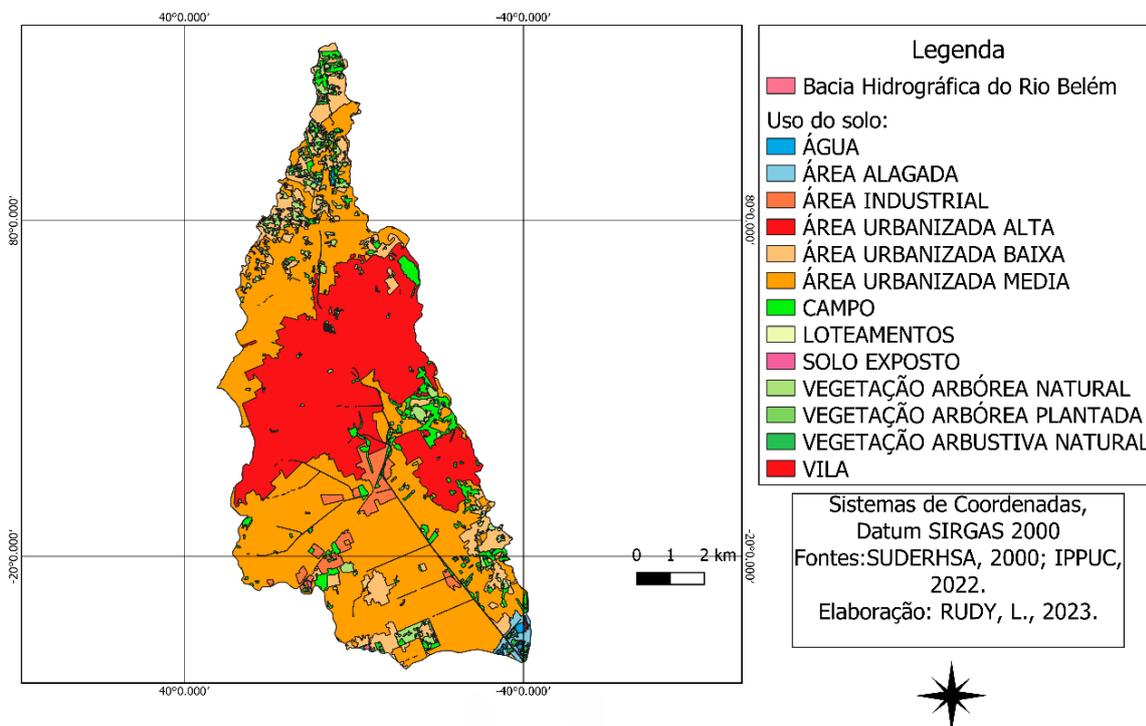
Fonte: BNDigital, 2022; Defesa Civil de Curitiba, 2021; Gazeta do Povo, 2022; Goudard, 2019; Hayakawa, 2008; IPPUC, 2022; Zanella, 2014.

Na tabela em questão, é possível notar que a maior parte dos registros se concentram nas últimas décadas, enquanto existe uma menor frequência nos primeiros cinquenta anos. É importante destacar que não necessariamente os eventos impactantes tenham aumentado, mas sim o registro de ocorrências, tendo em vista o aumento da população, das áreas ocupadas e as tecnologias atuais para registros em bancos de dados. Ainda, alguns eventos, embora de natureza impactante, não necessariamente causaram apenas transtornos à população e podem trazer até repercussões positivas, a exemplo dos eventos mais significativos de neve no município ocorridos em 1928, 1975 e 2013 (ROSEGHINI; STANKEVECZ, 2020).

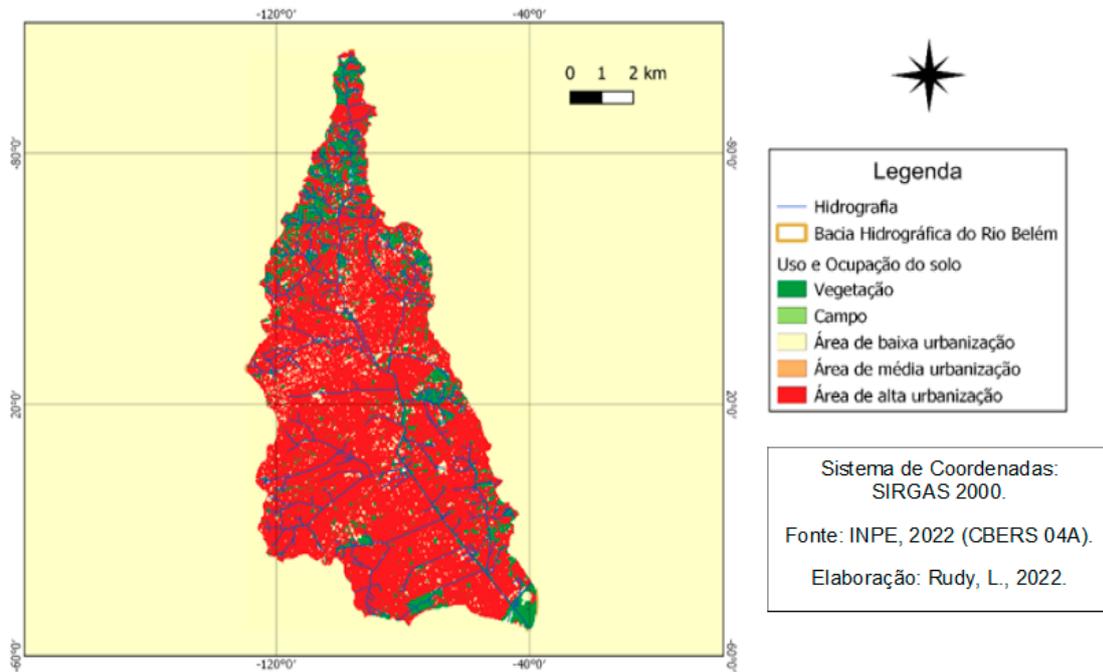
Entretanto, o que mais chama a atenção nos registros são os eventos hidrometeorológicos relacionados às chuvas intensas e suas consequências, sobretudo: enchentes, inundações e alagamentos. Por ser praticamente toda urbanizada, na bacia do Belém os rios urbanos passaram por diversas transformações, podendo-se citar a poluição, causada pelo despejo do esgoto que tornou suas águas impróprias para o consumo, e as drenagens e canalizações dos rios, como forma de higienização, expansão viária e para evitar inundações e as ocupações das suas margens (BOLLMANN; EDWIGES, 2008; GARCIAS, 2016). O município de Curitiba é conhecido por *Capital Verde* e *Capital Ecológica* (RABINOVITCH; LEITMAN, 1996; BUCCHERI FILHO, 2012), e, embora existam leis, projetos e medidas adotadas pela Prefeitura a respeito de seus rios e matas ciliares, são frequentes os problemas na região onde está localizada a bacia, conforme mostram as dezenas de registros de eventos impactantes.

De forma complementar à análise, pensando no planejamento urbano do local e na adoção de um modelo de gestão de riscos, esta pesquisa atualizou o mapa de uso e ocupação do solo da área de estudo para verificar as alterações na sua paisagem, como implementação de novos parques e/ou modificações na sua área. A Figura 3 retrata o mapa detalhado disponibilizado pelo IPPUC (2022), com base no plano da SUDERHSA (2002), e detalhamentos acerca das classes atribuídas. Como forma de verificar a condição atual da bacia, elaborou-se um novo mapeamento da área através da classificação automática de classes, utilizando imagem de boa resolução (satélite CBERS 4A), que pode ser conferido na Figura 4 (para o ano 2022).

Figura 3. Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Belém (2000)



Fonte: SUDERHSA, 2002; IPPUC, 2022.

Figura 4. Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Belém (2022)

Em geral, percebe-se que ambos os mapeamentos são complementares, o que não demanda necessariamente uma comparação entre eles. Como a urbanização da área de estudo já estava amplamente disseminada no ano 2000, com a exceção de poucas áreas verdes de vegetação preservada, provavelmente devido à legislação, pouca coisa mudou em termos de expansão da cidade. Mas, ao mesmo tempo, o adensamento urbano ampliou-se para além da região central da cidade, o que remete à aplicação da classe de área de alta urbanização também em outras áreas da bacia. Vale frisar a dificuldade de se classificar áreas de baixa, média e alta urbanização, uma vez que a cidade é bastante dinâmica e em contínua expansão, e atualmente as ocupações socioespaciais estão se estendendo para áreas periféricas mais afastadas ou para a região metropolitana (ROCHA; COSTA, 2021).

O rio Belém e seus afluentes são considerados urbanos, com ocupações históricas e irregulares nas suas margens. Sua importância está desde a formação do município, no qual, suas águas eram utilizadas para o abastecimento hídrico, e posteriormente, para o despejo de esgoto, que desencadeou doenças e tornou sua água imprópria para o consumo. A partir desse ponto, os rios se tornam problemas, quando se percebe que não há medidas de revitalização e apresentam transtornos para o desenvolvimento urbano, tornando-se “invisíveis”, com medidas de retificações e canalizações. Embora existam diversos estudos que alertam para esses riscos e adversidades, como Fortunato (2006), Garcias (2016), Goudard e Mendonça (2020), Siqueira *et al.* (2022), dentre diversos outros, o problema persiste exatamente por demandar soluções complexas e de difícil aplicação.

4 Considerações Finais

A sociedade transforma a cidade a partir das suas necessidades e ferramentas humanas. No entanto, devido à falta de planejamento e medidas de mitigação e adaptação às variabilidades climáticas dos locais, tornou-se comum observar municípios que sofrem transtornos ou desastres em momentos de precipitações extremas e/ou ausência de chuvas por longos períodos de tempo. Nessa linha, os impactos tendem a ser mais intensos para uma parcela mais vulnerável da população, a de baixa e média renda, principalmente em episódios muito intensos que provocam condições atmosféricas para as quais os habitantes não estão devidamente preparados. E claro, os eventos extremos e impactos tem o potencial de destelhar casas, alagar ruas e edifícios, disseminar doenças, entre outros, além de provocar crises econômicas e sociais.

Dessa forma, sugere-se para Curitiba a adoção de um modelo de gestão de riscos integrado ao planejamento urbano, para evitar que os eventos extremos provoquem ainda mais impactos na bacia hidrográfica do Rio Belém e nas demais regiões e rios urbanos do município. Deve-se avaliar estratégias de redução de riscos, focando em alertas, mitigação, adaptação e resiliência à uma realidade climática que infelizmente tem tendência de aumento nas próximas décadas, bem como a impermeabilização do solo da porção central da cidade, e que poderá afetar a vida das pessoas. Assim, ainda que existam propostas em implementação para o planejamento curitibano, como o Plano de Ação Climática – PlanClima (CURITIBA, 2020), a disponibilidade de dados abertos para variáveis de inundações em Curitiba (NOLI *et al.*, 2020) e de diversos materiais cartográficos e sociais (IPPUC, 2022), ainda é necessário avançar ainda mais, para evitar que os eventos extremos impactantes e/ou desastres continuem recorrentes e se ampliem para os próximos anos na bacia do Belém e em Curitiba.

Referências

BNDigital Biblioteca Nacional do Brasil. Coleção Digital da Biblioteca Nacional. Disponível em: <https://bndigital.bn.gov.br/>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BOLLMANN, Harry Alberto; EDWIGES, Thiago. Avaliação da qualidade das águas do Rio Belém, Curitiba-PR, com o emprego de indicadores quantitativos e perceptivos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, p. 443-452, 2008.

BRACHT, Carolina de Cristo. *Os instrumentos jurídicos e programas de gestão dos recursos hídricos e seus reflexos na qualidade das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Belém* (Dissertação de Mestrado). Curitiba-PR: PUC-PR, 2008.

BUCCHERI FILHO, Alexandre Theobaldo. O planejamento dos parques no município de Curitiba, PR: planejamento sistemático ou planejamento baseado em um modelo oportunista. *Caminhos de Geografia, Uberlândia*, v. 13, n. 41, p. 206-222, 2012.

CARVALHO, Andreza Tacyana Felix. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020.

CARVALHO, Juliana Wilse Landolfi Teixeira de; IENSEN, Isabela Raquel Ramos; SANTOS, Irani dos. Resilience of hydrologic similarity areas to extreme climate change scenarios in an urban watershed. *Urban Water Journal*, v. 18, n. 10, p. 817-828, 2021. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2021.1941136>

COSTA, Ana Márcia Moura da; SILVA, Osvaldo Girão da. Considerações teóricas sobre bacias hidrográficas urbanizadas e o processo de inundação. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, v. 22, n. 2, p. 219-238, 2020.

CRISTIANO, Elena; TEN VELDHUIS, Marie-claire; VAN DE GIESEN, Nick. Spatial and temporal variability of rainfall and their effects on hydrological response in urban areas—a review. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 21, n. 7, p. 3859-3878, 2017. <https://doi.org/10.5194/hess-21-3859-2017>

CURITIBA. Prefeitura de Curitiba. PlanClima Curitiba: Plano de Ação Climática. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://mid.curitiba.pr.gov.br/2020/00300868.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2020.

DEFESA CIVIL DE CURITIBA. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. Disponível em: <https://defesacivil.curitiba.pr.gov.br/>. Acesso em: 08 dez. 2021.

FITZ, Paulo Roberto. *Geoprocessamento sem complicação*. São Paulo: Oficina de textos, 2018.

FORTUNATO, Rafaela Antunes. *Subsídios à prevenção e controle das inundações urbanas: Bacia Hidrográfica do Rio Belém - Município de Curitiba* (Dissertação de Mestrado). Curitiba-PR: PPGCC-UFPR, 2006.

GARCIAS, Carlos Mello. Experiências na revitalização do Rio Belém: Realidades urbanas do Brasil. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 4, n. 1, p. 50-68, 2016.

- GAZETA DO POVO. Nostalgia. Coluna Nostalgia, 2008. Disponível em: <https://www.gazeta-dopovo.com.br/vida-e-cidadania/colunistas/nostalgia/>. Acesso em: 05 mai. 2022.
- GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- GOUDARD, Gabriela. *Eventos pluviiais extremos e riscos hidrometeorológicos híbridos na Bacia do Alto Iguaçu (Paraná)* (Dissertação de Mestrado). Curitiba - PR: PPGGEO/UFPR, 2019.
- GOUDARD, Gabriela; MENDONÇA, Francisco de Assis. Eventos e episódios pluviiais extremos: a configuração de riscos hidrometeorológicos em Curitiba (Paraná-Brasil). *IdeAs. Idées d'Amériques*, n. 15, 2020.
- GOYAL, Manish Kumar; GUPTA, Anil Kumar; GUPTA, Akhilesh (Ed.). *Hydro-meteorological extremes and disasters*. New Delhi: Springer, 2022.
- GREENWALT, Julie; RAASAKKA, Nina; ALVERSON, Keith. Building urban resilience to address urbanization and climate change. In: ZOMMERS, Zinta; ALVERSON, Keith. *Resilience: The Science of Adaptation to Climate Change*. Elsevier, 2018. p. 151-164.
- HAYAKAWA, Fukuda Iuri. Situações de risco ambiental como definidoras de inflexões no planejamento e na gestão urbana um estudo na cidade de Curitiba-Paraná (Dissertação de Mestrado) PPGGU/PUC-PR, 2008.
- INPE. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso em: 01 jul. 2022.
- IPCC. *The Intergovernmental Panel on Climate Change*. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 01 ago. 2022.
- IPPUC. *Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba*. Disponível em: <https://ippuc.org.br/>. Acesso em: 10 out. 2022.
- MARELLE, Louis *et al.* Urbanization in megacities increases the frequency of extreme precipitation events far more than their intensity. *Environmental Research Letters*, v. 15, n. 12, p. 124072, 2020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abcc8f>
- MELO, José Marques de. *Águas Passadas: Memória das Enchentes de Curitiba*. Curitiba: Travessa dos Editores, 2001.
- NOLI, Murilo; FERENTZ, Larissa; GARCÍAS, Carlos Mello. Disponibilidade de dados abertos para a resiliência às inundações em Curitiba (Paraná). *Revista de Morfologia Urbana*, v. 8, n. 2, p. e00139-e00139, 2020.
- PARANHOS FILHO, Antônio Conceição *et al* (Org.). *Geotecnologias para Aplicações Ambientais*. Maringá, PR: UNIEDUSUL, 2021.
- RABINOVITCH, Jonas; LEITMAN, Josef. *Urban planning in Curitiba*. Scientific American, v. 274, n. 3, p. 46-53, 1996.
- RIPPLE, William J. *et al.* World scientists' warning of a climate emergency. *BioScience*, v. 70, n. 1, p. 8-100, 2020. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz152>
- ROCHA, Eliana do Pilar; COSTA, Carlos Smaniotto. O efeito metrópole de Curitiba: as configurações espaciais e os reflexos socioambientais da periferização. *e-cadernos CES*, n. 36, 2021.

ROSEGHINI, W. F. F.; STANKEVECZ, R. V. *Curityba sob a Neve: Ocorrências de Neve e outras Precipitações Hibernais em Curitiba entre 1871 - 2018*. 1. ed. Curitiba: Editora e Livraria Appris, 2020.

SIQUEIRA, Genival *et al.* Bacia hidrográfica do rio Belém na cidade de Curitiba (PR): Uma visão geral da impermeabilização excessiva. *Estrabão*, v. 3, p. 159-173, 2022. <https://doi.org/10.53455/re.v3i.63>

SUDERHSA. *Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba*. Relatório Final, Vol. 4. Curitiba-PR: SUDERHSA, 2002.

VAEZA, Rafael Franco *et al.* Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. *Floresta e Ambiente*, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.

ZANELLA, Maria Elisa. *Inundações em Curitiba: impactos, risco e vulnerabilidade socioambiental*. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.