



## **INTEGRAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO MUNICIPAL DAS ÁGUAS PLUVIAIS FRENTE AOS ALAGAMENTOS EM CENTROS URBANOS PARANAENSES ENTRE 1980-2018**

Murilo Noli da Fonseca<sup>1</sup>, Larissa Maria da Silva Ferentz<sup>2</sup>, Carlos Mello Garcias<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Bacharel em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR, Brasil.

<sup>2</sup> Mestra em Gestão Urbana pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Curitiba-PR, Brasil.

E-mail: ferentzengenharia@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da PUCPR, Curitiba-PR, Brasil

**Recebido em: 06/04/2019 – Aprovado em: 10/06/2019 – Publicado em: 30/06/2019**  
**DOI: 10.18677/EnciBio\_2019A172**

### **RESUMO**

A intersecção de políticas públicas costuma ser uma das falhas mais evidentes de um conjunto de tentativas para tratar questões abrangentes a partir da insistência em manter o tratamento compartimentado setorial, como a integração entre o Plano Diretor Municipal e o Plano Diretor de Proteção e Defesa Civil, o que contraria a lógica exigida por algumas questões específicas, como os desastres. Atualmente, é percebido nos centros urbanos que existe um aumento significativo na frequência de alagamentos e, conseqüentemente, dos impactos negativos resultantes destes. Deste modo, o objetivo deste trabalho é apresentar a integração dos instrumentos de gestão municipal de drenagem, representados pelos Planos municipais Diretor e de Saneamento Básico, concomitantemente à experiência dos coordenadores municipais de proteção e defesa civil face à ocorrência de alagamentos e ao seu enfrentamento. O método foi adaptado a partir da análise do Plano Diretor Municipal, Plano de Saneamento Básico Municipal e entrevistas formais, aplicadas em 10 municípios paranaenses que apresentam as maiores frequências absolutas e danos causados por alagamentos no Paraná. Na análise quali-quantitativa dos planos foi possível identificar que a drenagem não possui uma ênfase tão grande quanto aos outros aspectos do saneamento básico, tendo uma estrutura frágil. Com as entrevistas, foi observado que muitas ações têm sido desenvolvidas para mitigar e eliminar os alagamentos, resultando em um quadro positivo para o futuro das cidades.

**PALAVRAS-CHAVE:** drenagem, plano diretor, plano de saneamento básico

### **INTEGRATION OF INSTRUMENTS OF MUNICIPAL MANAGEMENT OF PLUVIAL WATERS IN RESPECT OF FLOODING IN URBAN CENTERS: CASE STUDY IN MUNICIPALITIES OF PARANA, 1980-2018**

#### **ABSTRACT**

The intersection of public policies tends to be one of the most evident failures of a set of attempts to deal with comprehensive issues from the insistence on maintaining

sectoral compartmental treatment, such as the integration between the Municipal Master Plan and the Civil Protection and Defense Master Plan, which runs counter to the logic demanded by some specific issues, such as disasters. Nowadays, it is perceived in urban centers that there is a significant increase in the frequency of floods and, consequently, the negative impacts resulting from them. In this way, the objective of this work is to present the integration of municipal drainage management instruments, represented by the Municipal Director and Basic Sanitation Plans, concomitantly with the experience of municipal protection and civil defense coordinators in the event of flooding and their confrontation. The method was adapted from the analysis of the Municipal Master Plan, Municipal Basic Sanitation Plan and formal interviews, applied in 10 municipalities of Paraná that present the highest absolute frequencies and damages caused by flooding in Paraná. In the qualitative-quantitative analysis of the plans it was possible to identify that the drainage does not have as great an emphasis as the other aspects of basic sanitation, having a fragile structure. With the interviews, it was observed that many actions have been developed to mitigate and eliminate floods, resulting in a positive picture for the future of cities.

**KEYWORDS:** drainage, master plan, basic sanitation plan

## INTRODUÇÃO

A gestão das águas urbanas pluviais nas cidades brasileiras tem suscitado inúmeros desafios aos gestores municipais, tendo em vista que, os problemas ambientais resultantes da maneira como ocorreu o processo de urbanização e posteriormente de periferização do espaço nos municípios brasileiros a partir da segunda metade do século XX (SANTOS, 2013), estão afetando o bem-estar e a qualidade de vida dos cidadãos. Por exemplo, pode-se mencionar a falta de tratamento de esgoto, rede de drenagem deficitária, ocupação de áreas de risco, impermeabilização e canalização dos cursos hídricos, deterioração da qualidade da água e dos mananciais pela ausência de tratamento dos efluentes, problemas de controle da poluição, contaminação subterrânea, entre outros (TUCCI, 2008).

Ainda, a construção desenfreada de edificações, verticais e horizontais, e pavimentações tem imposto grandes pressões nos sistemas de drenagem existentes, já que a impermeabilização do solo altera o ciclo hidrológico e reduz a infiltração das águas pluviais, aumenta a velocidade do escoamento, diminui o tempo de concentração e, por conseguinte, aumenta a vazão superficial, dos picos de cheia e no problema do controle dos alagamentos e inundações (VILLANUEVA et al., 2011). Com isso, a perda da cobertura vegetal e o nivelamento do terreno em conjunto com as precipitações intensas tem gerado o acréscimo da frequência e intensidade de desastres hidrometeorológicos, sobretudo os alagamentos, inundações e enxurradas, com impactos negativos nos meios econômico, social e ambiental (BRASIL, 2019).

Como forma de minimizar tais problemas, numa espécie de “planejamento *a posteriori*”, algumas das soluções adotadas pelos gestores são os espaços urbanos com dupla finalidade, os quais são direcionados para a contenção de grandes volumes de água, como parques, praças e estacionamentos. Em nível internacional, países como Holanda e Portugal adotam esse tipo de medida. Por exemplo, o *Water Square Benthemplein* (Praça de Água Benthemplein), em Rotterdam, que consegue conter a água durante a precipitação e, ao mesmo tempo, pode ser usada para a recreação quando está vazia, e o Terreiro do Paço, em Lisboa, que foi construída com calçadas permeáveis para auxiliar a infiltração (SILVA; COSTA, 2016).

Além do mais, tem-se incorporado nas legislações de alguns municípios a busca pela sustentabilidade ambiental, com novas normas construtivas que ajudam na retenção da precipitação, como a captação das águas dos telhados e direcionamento para cisternas e reservatórios, para uso em lavagens e irrigação. No entanto, é possível observar que, embora haja leis de incentivo para tal busca, são raros os casos que aplicam tais medidas na realidade, o que resulta em sistemas insuficientes para a contenção dos alagamentos nos centros urbanos.

No cenário brasileiro, a gestão dos sistemas de águas pluviais urbanas tem apresentado inúmeras deficiências e limitações no desenvolvimento de estratégias e políticas públicas integradas, gerando impactos indesejados no sistema (VILLANUEVA et al., 2011). Em outras palavras, as estratégias e intervenções do poder público não têm considerado os problemas em uma visão holística, de totalidade, levando em consideração as interfaces com outros elementos do sistema urbano. Ela apresenta carência de um trabalho coeso entre as áreas setoriais envolvidas e da população (TUCCI, 2008), de modo que o planejamento, a construção e a intervenção em vários elementos são realizadas isoladamente (PHILIP, 2011). Como resultado disso, há o descompasso entre planos que abordam o mesmo tema.

Baseado nessa circunstância, e na necessidade de dar subsídios ao fortalecimento de uma gestão integrada das águas pluviais urbanas, o presente artigo tem como objetivo avaliar a integração dos instrumentos de gestão municipal aplicados à ocorrência de alagamentos em centros urbanos paranaenses. Para tanto, foram selecionados os 10 municípios com o maior quantitativo de ocorrências deste fenômeno no Paraná entre 1980 e 2018. Posteriormente, foi realizado um levantamento documental e leitura dos principais planos afetos ao tema, principalmente o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) e o Plano Diretor Municipal (PDM), além do Plano Municipal de Contingência de Proteção e Defesa Civil. Ainda, foram realizadas 10 entrevistas formais com os coordenadores de proteção e defesa civil, visando identificar as percepções perante a importância dos alagamentos e os impactos, diretos e indiretos, nos centros urbanos.

## **GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

### **Da Abordagem Convencional À Integração**

Os impactos resultantes do processo de desenvolvimento urbano sobre o ambiente natural ou construído nas cidades brasileiras têm sido significativos e o equacionamento depende da forma pela qual a gestão das águas pluviais urbanas é conduzida, sobretudo se houver a sua integração no processo de planejamento urbano, o que parece estar distante (VILLANUEVA et al., 2011). Desde meados do século XIX até os dias hodiernos, poucas foram as tentativas de solucionar os problemas em uma visão integrada, da relação do ciclo hidrológico com os elementos que compõem o sistema urbano. No Brasil, as práticas de intervenção vivenciam um momento de transição entre a fase higienista e corretiva, com poucas caracterizadas como sustentável (TUCCI, 2008; VILLANUEVA et al., 2011).

No caso da gestão das águas pluviais urbanas, a abordagem convencional busca transportá-las para jusante no menor tempo possível através de dois sistemas de drenagem: um sistema unitário, que contempla a mescla da água pluvial com esgoto sanitário e efluentes industriais antes de ser conduzida a uma estação de tratamento e depois despejada em um curso hídrico, e um sistema exclusivo para drenagem (separador absoluto), que coleta águas pluviais da superfície e as lança em cursos hídricos com pouco ou nenhum tratamento (PHILIP, 2011). O objetivo é

reduzir o risco e a ocorrência de inundações e alagamentos, bem como os danos (humanos e materiais) e prejuízos econômicos. Quando projetados e implantados para atender o território, tais sistemas podem acabar exportando os impactos para as áreas à jusante, o que dependerá de sua configuração (BRASIL, 2019).

No entanto, essa forma tem sido caracterizada por uma análise fragmentada do sistema. De acordo com Tucci (2008) e Philip (2011), essa abordagem resulta de cinco problemas principais: (1) falta de capacidade gerencial dos municípios; (2) falta de conhecimento sobre os problemas e suas causas; (3) visão e capacitação insuficiente do corpo técnico para o planejamento e controle dos sistemas; (4) soluções de curto prazo, falta de flexibilidade; e (5) altamente energética. Como forma de exemplificar melhor a situação, pode-se citar um caso “hipotético” onde

Novos projetos habitacionais, por exemplo, podem ser planejados sem a contribuição de órgãos responsáveis pelo abastecimento de água e pelo manejo de águas pluviais. Mas, uma vez construídos, eles provavelmente apresentarão grandes impactos sobre o trabalho dos gestores de recursos hídricos, de empresas de saneamento e de secretarias municipais de obras (PHILIP, 2011, p.16).

Além do mais, a gestão municipal tem enfrentado alguns desafios, como: excessos de extravasamento de efluentes de sistemas deficitários, poluição difusa, erosão e sedimentação, efeitos da ilha de calor, desperdício, custos, escoamento de base reduzido, o número cada vez maior de pessoas e infraestrutura nos centros urbanos e desastres hidrometeorológicos (PHILIP, 2011). Os alagamentos, por exemplo, resultam de sistemas de drenagem ineficientes ou cuja capacidade da rede é superada em casos de precipitação extremas, seja pelo subdimensionamento ou pela obstrução das caixas públicas receptoras, de modo que o escoamento superficial das águas e das características físicas do território não é atendido pela infraestrutura existente (SANTANA, 2017). Outros fatores também contribuem para a ocorrência destes eventos, sejam eles estruturais, como a impermeabilização do solo, culturais, como a disposição inadequada de resíduos sólidos, e o carreamento de massa de solo causando assoreamento dos sistemas (BUDZILO, 2016).

Cabe destacar que a política de uso do solo e a gestão do saneamento básico tem influência direta na eficiência do sistema de drenagem, uma vez que a existência de instrumentos de controle de vazão diminui a energia das águas e o transporte de sedimentos para os rios (IBGE, 2010). No entanto, o transporte de resíduos sólidos para as caixas públicas receptoras e galerias provoca a obstrução das entradas e tubulações de drenagem, auxiliando na ocorrência de alagamentos e poluição dos corpos hídricos, bem como as interligações irregulares de esgoto, que contribuem para a redução da capacidade do sistema de drenagem (BRASIL, 2019). Por isso, precipitações com baixo tempo de retorno são capazes de suscitar a ocorrência de alagamentos em áreas urbanizadas, com vários impactos no funcionamento normal das cidades e no cotidiano das pessoas, inclusive com a possibilidade de um evento transformar-se em desastre (FERREIRA et al., 2015).

Para desenvolver e alcançar uma gestão integrada das águas pluviais urbanas, é imprescindível ter como norte a indissociabilidade entre os elementos do ciclo hidrológico e os outros componentes do sistema urbano (PHILIP, 2011. BRASIL, 2019). Saúde, educação, saneamento básico, pavimentação, mobilidade, habitação, são apenas alguns dos serviços urbanos que sofrem influência ou são influenciados pela qualidade da gestão de águas urbanas pluviais. O Plano Diretor de Drenagem, instrumento obrigatório por lei, como parte integrante do Plano

Municipal de Saneamento Básico, que visa o planejamento da distribuição da água no tempo e no espaço para evitar prejuízos econômicos e financeiros, deve ser elaborado de forma conjunta, integrada e harmônica com as políticas de desenvolvimento urbano e a partir de dados técnicos adequados e de boa qualidade (BRASIL, 2019).

Uma abordagem integrada entre os atores sociais direta ou indiretamente envolvidos potencializará o benefício das medidas implementadas e, de certa forma, prevenirá os impactos indesejáveis e as consequentes intervenções corretivas e caras sobre a drenagem, com pouco ou nenhum custo (TUCCI, 2008).

### **Instrumentos Jurídicos Federais de Gestão Municipal de Águas Pluviais Urbanas**

Um adequado processo de planejamento e gestão das águas pluviais urbanas é uma das etapas fundamentais para minimizar os impactos e prejuízos sofridos pelos atores sociais no sistema urbano, em decorrência de eventos hidrometeorológicos. No Brasil, a Lei Federal nº. 9.433/1997 regulamentou o artigo 21, inciso XIX, da Constituição de 1988, com a instituição da Política Nacional e do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Estão dentre os objetivos dessa política: o uso racional com vistas na futura disponibilidade; o uso integrado de maneira sustentável; a prevenção de eventos hidrológicos, seja por origem natural ou devido ao manejo incorreto dos recursos naturais; e o incentivo ao aproveitamento das águas pluviais. O artigo 31 também cita que todas as esferas governamentais devem integrar as políticas locais de saneamento básico com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

Esses objetivos vão ao encontro com o Estatuto das Cidades, Lei Federal nº 10.257/2001, o qual permite que os municípios exerçam o que foi imposto pelos artigos 182 e 183 da Constituição, regulamentando também instrumentos urbanísticos e legais que devem garantir, entre outros aspectos, o saneamento ambiental. Tais elementos devem servir de base ao Plano Diretor Municipal, sendo parte integrante do planejamento dos municípios e um dos instrumentos legais fundamentais para o desenvolvimento e a expansão urbana no território.

Vale ressaltar que, a drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas são um dos elementos que fazem parte do saneamento, junto com os serviços e infraestruturas de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (Lei Federal nº 11.445/2007, sob Medida Provisória nº 868/2018). O Plano Municipal de Saneamento Básico, regulamentado pelo Decreto 7.217/2010, artigo nº. 25, deve abranger os quatro elementos em que é constituído, seja abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais, podendo aos gestores elaborar planos específicos para cada um destes serviços. Mas, está expressa como princípio da Lei Federal nº 11.445/2007 a necessidade de articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de proteção ambiental, habitação, etc.

Os municípios que não possuem o PMSB, em atendimento a presente normativa, estarão sujeitos a não receberem o acesso aos recursos orçamentários da União ou de quaisquer outras entidades que possuam recursos destinados a estes serviços. Dentre os quatro componentes, a drenagem é o que possui menor ênfase em projetos, o que pode influenciar na ocorrência de desastres hidrometeorológicos e, por consequente, em impactos no sistema urbano. Como forma de minimizá-los, um dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos versa sobre a prevenção de eventos hidrológicos. Há também o Estatuto das

idades, que destaca a importância de evitar-se a exposição da população ao risco de desastres.

Para auxiliar os gestores municipais quanto ao monitoramento de riscos e desastres nos municípios, a Política Nacional de Defesa Civil, que vigorou até o início de 2012, trazia como principal instrumento o Plano Diretor de Defesa Civil – PDDC, marcado pelo conjunto das diretrizes voltadas à prevenção, preparação, resposta e reconstrução diante de eventos desastrosos. Planejamento que saiu pouco do papel e, quando assim ocorreu, esquivou-se das características principais, descaracterizando-se, chegando a se parecer com planos de contingência ou pior, sendo absorvido pelo Plano Diretor Municipal sem ocorrer o que mais se buscava: a inserção da variável “risco de desastres” ao planejamento urbano – único objetivo necessário para a redução desses eventos a partir do planejamento das cidades.

O principal fator que caracteriza a Lei Federal nº 12.608/2012 é o caráter integrador e multissetorial, fazendo com que os problemas envolvendo a gestão de risco de desastres deixem de ser incumbência única dos órgãos de proteção e defesa civil e passem a ser responsabilidade de toda a sociedade. Quanto à inserção de fatores correlatos ao planejamento urbano, que acarretam em mudanças na elaboração do PDM, destaca-se as modificações na Lei Federal nº 10.257/2001, a fim de garantir que aqueles municípios que pretendem ampliar o perímetro urbano delimitem os trechos com restrição à urbanização em face da ameaça a desastres naturais e, ainda, obrigações aos municípios pertencentes ao cadastro nacional de municípios mais vulneráveis a desastres naturais a possuírem PDM.

Dessa forma, cada município possui seu próprio coordenador e equipe técnica de proteção e defesa civil, os quais utilizam instrumentos para auxiliar na identificação de áreas em risco. Os planos de contingência representam a formalização das ações a serem tomadas na ocorrência de eventos extremos, como o caso dos alagamentos. São as informações deste plano que auxiliam os gestores municipais a mitigarem os impactos negativos e a terem uma resposta eficiente enquanto as situações de crise estão ocorrendo (FERREIRA et al., 2015).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Com a finalidade de avaliar a integração dos instrumentos de gestão municipal aplicados à ocorrência de alagamentos em centros urbanos paranaenses, a abordagem quali-quantitativa mostra-se mais adequada (YIN, 2015; GIL, 2019), haja vista que se almeja compreender o fenômeno analisado dentro do contexto (social, institucional e organizacional) e dar subsídios ao fortalecimento de uma gestão integrada das águas pluviais urbanas. Para tanto, definiu-se como recorte espacial os 10 municípios paranaenses com o maior quantitativo de ocorrências e com os maiores números de pessoas afetadas por alagamentos entre 1980 e 2018 (CEPDEC, 2019), a saber: Araucária, Curitiba, Foz do Iguaçu, Guarapuava, Guaratuba, Paranaguá, Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais.

Os procedimentos metodológicos empregados, organizados a partir dos métodos de coleta e análise de dados, foram subdivididos em três etapas principais: (1) análise do plano diretor municipal; (2) análise do plano municipal de saneamento básico ou de drenagem do município; e (3) 10 entrevistas formais com a coordenadoria municipal de proteção e defesa civil.

Para as análises realizadas nos municípios, foi elaborado um quadro de avaliação contendo 13 pontos principais, subdivididos nas dimensões de educação, meio ambiente, mobilidade, planejamento e uso e ocupação (Quadro 1). A fim de corroborar as informações presentes nos planos, diretor e de saneamento, com a

realidade da drenagem urbana e dos casos específicos de alagamentos, foram realizadas entrevistas com os coordenadores municipais de proteção e defesa civil. Esta análise também se baseou nos 13 pontos principais, a fim de se padronizar os elementos avaliados em cada uma das dimensões.

**QUADRO 1 - Pontos analisados no recorte amostral adotado**

<b>Dimensão</b>	<b>Tópicos Analisados</b>
Educação	Educação ambiental
	Incentivos ao armazenamento e reaproveitamento de águas pluviais
Meio Ambiente	Controle de erosão
	Disposição de resíduos sólidos
	Prevenção de alagamentos
Mobilidade	Acessibilidade de pedestres e pessoas com necessidades especiais
Planejamento	Atualização do Plano
	Cadastramento das redes de drenagem
	Manutenção das redes de drenagem
	Presença no Plano
Uso e Ocupação	Áreas para retenção de águas como praças e parques
	Controle de invasões em áreas de interesse
	Existência de taxa mínima de infiltração

Fonte: os autores (2019).

No que tange a avaliação das respostas, tanto nos planos quanto nas entrevistas, foi elaborada uma escala a partir da metodologia de *Likert* (LIKERT, 1932), de quatro pontos. Para cada possibilidade de resposta foi empregada uma qualidade que varia entre a existência da informação por completo ou com ressalvas e a não existência ou com ressalvas. Essa escala possibilita captar informações que se aproximam da realidade, ao contrário das escalas de apenas três pontos, nas quais as pessoas tendem a não se comprometer efetivamente, permanecendo no “mais ou menos” (Quadro 2).

**QUADRO 2 - Escala de Análise Geral**

<b>Existência da informação</b>	<b>Existência da informação com ressalvas</b>	<b>Não existência da informação com ressalvas</b>	<b>Não existência da informação</b>
100% - 76%	75% - 51%	50% - 26%	25% - 0%

Fonte: os autores (2019).

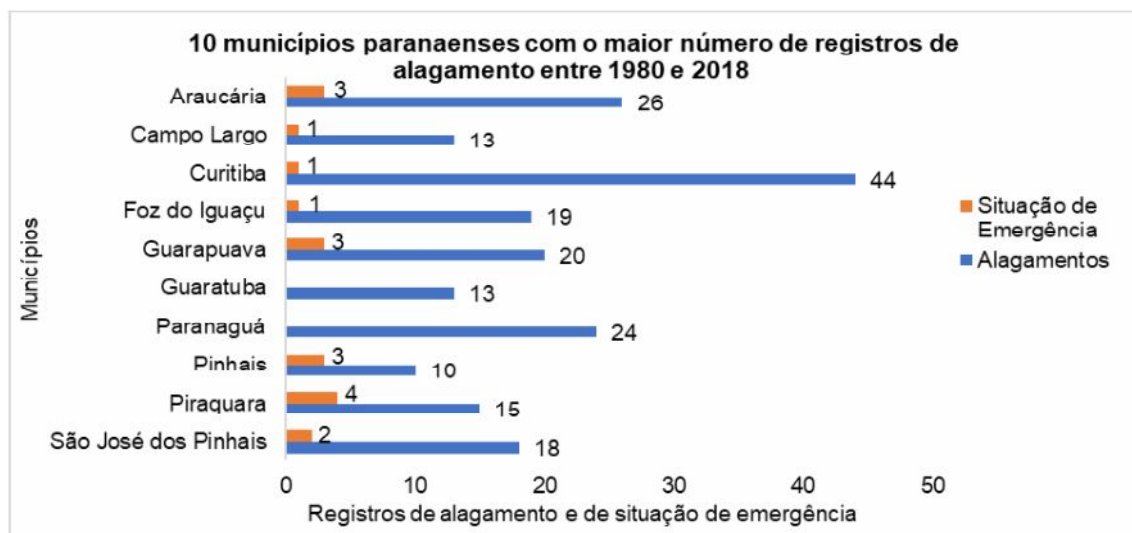
Para melhor visualização dos dados levantados, os resultados serão apresentados em ordem decrescente. Cabe destacar ainda que, após a investigação das informações, os elementos foram sobrepostos com as legislações vigentes e planos municipais de contingência de proteção e defesa civil, a fim de validar os dados em âmbito legal.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os municípios selecionados para a análise totalizam cerca de 41% dos registros de alagamentos entre 1980 e 2018. Nota-se que a maior parcela destes está situada na mesorregião metropolitana de Curitiba (72,72%), com destaque para a cidade de Curitiba, com um total de 44 ocorrências (Figura 1), o que pode estar associado com a sua localização geográfica, de uma área com altos índices de precipitação pluviométrica e com a maior concentração populacional do estado. Neste contexto, é de suma importância destacar a declaração de situação de emergência em virtude de tais eventos. Atualmente, essa situação é definida a partir



de uma “situação anormal, provocada por desastres, causando danos e prejuízos que impliquem o comprometimento parcial da capacidade de resposta do poder público do ente federativo atingido” (BRASIL, 2016). Dos municípios analisados, aqueles que apresentam a maior proporção de declaração de situação de emergência e registros de alagamento é Pinhais e Piraquara, representando aproximadamente 30% e 27%.



**FIGURA 1** - 10 municípios com o maior número de registros de alagamento entre 1980 e 2018. Fonte: CEPDEC/PR (2019).

Vale ressaltar que os alagamentos provocam consequências negativas e transtornos aos atores sociais do sistema urbano, como o pleno funcionamento do sistema de mobilidade urbano e a circulação de pessoas. No recorte amostral selecionado, esses fenômenos desencadearam inúmeros danos humanos, que são dimensionados em função do nível de pessoas afetadas, desalojadas, desabrigadas, feridas e mortas. No total, deixaram mais de 264.235 pessoas afetadas (62,1% do total), 42.195 desalojadas, 4.013 desabrigadas, 9 feridas e 5 mortas (Quadro 3). Verifica-se que Pinhais é o município que apresenta o maior quantitativo de danos humanos, ainda que tenha cerca de quatro vezes menos ocorrências que Curitiba, concentrando 31,4% dos danos, 27,6% dos afetados, 52,9% dos desalojados e 61,4% dos desabrigados.

**QUADRO 3** - Danos humanos gerados por alagamentos no recorte amostral adotado (1980 a 2018), em milhares

Município	Nº Afetados	Nº Desalojados	Nº Desabrigados	Nº Feridos	Nº Mortos
Araucária	3.282	447	323	0	1
Campo Largo	4.600	475	4	0	0
Curitiba	66.348	1.229	369	3	0
Foz do Iguaçu	21.723	3.348	142	2	0
Guarapuava	5.447	364	85	0	1
Guaratuba	22.997	207	83	0	1
Paranaguá	33.133	205	87	1	1
Pinhais	72.921	22.066	2.467	1	1
Piraquara	9.440	2.363	100	0	0
São José dos Pinhais	23.290	11.359	312	0	0

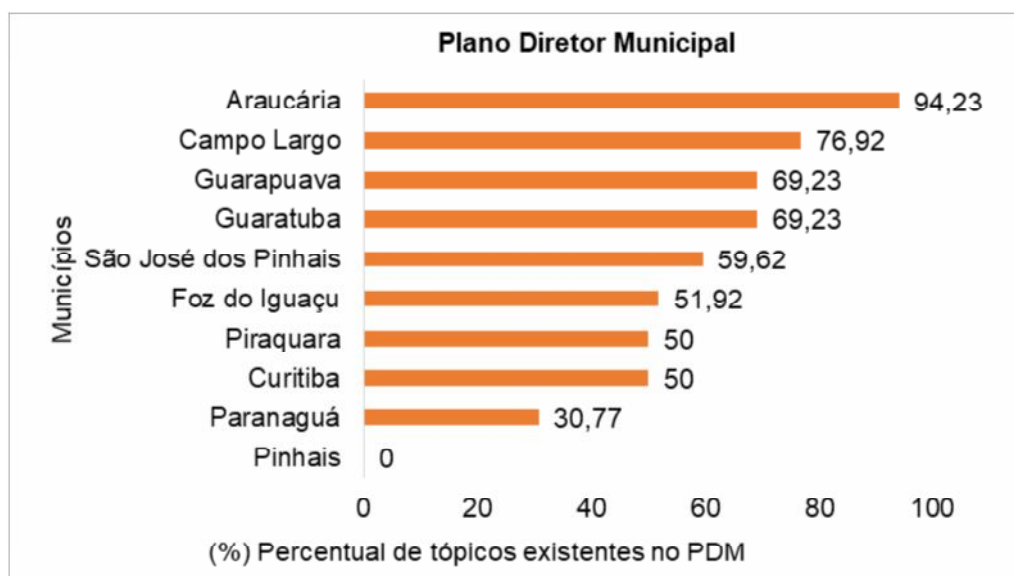
Fonte: CEPDEC/PR (2019)



Ainda que os alagamentos não provoquem danos materiais de grande monta, quando comparados com as inundações, verifica-se um número elevado de residências afetadas nos municípios selecionados, totalizando 43.887 (CEPDEC, 2019). Assim como nos danos humanos, Pinhais concentra o maior número de residências danificadas (33,5%), seguido por Paranaguá (18,7%), São José dos Pinhais (14,9%), Curitiba (12,4%), Foz do Iguaçu (10,2%), Piraquara (4,4%), Campo Largo (1,8%), Guarapuava (1,3%), Guaratuba (1,2%) e Araucária (1,1%).

### **Análise dos planos diretor e de saneamento básico**

A análise do Plano Diretor e do Plano de Saneamento Básico se deu a partir da verificação de 13 pontos principais: presença de informações de drenagem no Plano; atualização do Plano; cadastramento das redes de drenagem; manutenção das redes de drenagem; acessibilidade de pedestres e pessoas com necessidades especiais; existência de taxa mínima de infiltração na legislação municipal; áreas para retenção de águas, como praças e parques; controle de invasões em áreas de interesse; prevenção de alagamentos; controle de erosão; disposição de resíduos sólidos; educação ambiental; e incentivos ao armazenamento e reaproveitamento de águas pluviais. A partir do levantamento realizado nos planos diretores dos 10 municípios em estudo, o município de Araucária foi aquele que apresentou a maior porcentagem dos 13 pontos analisados, com um total de 94% (Figura 2).



**FIGURA 2** - Análise do Plano Diretor Municipal. Fonte: elaborado a partir dos Planos Diretores dos municípios analisados (2019).

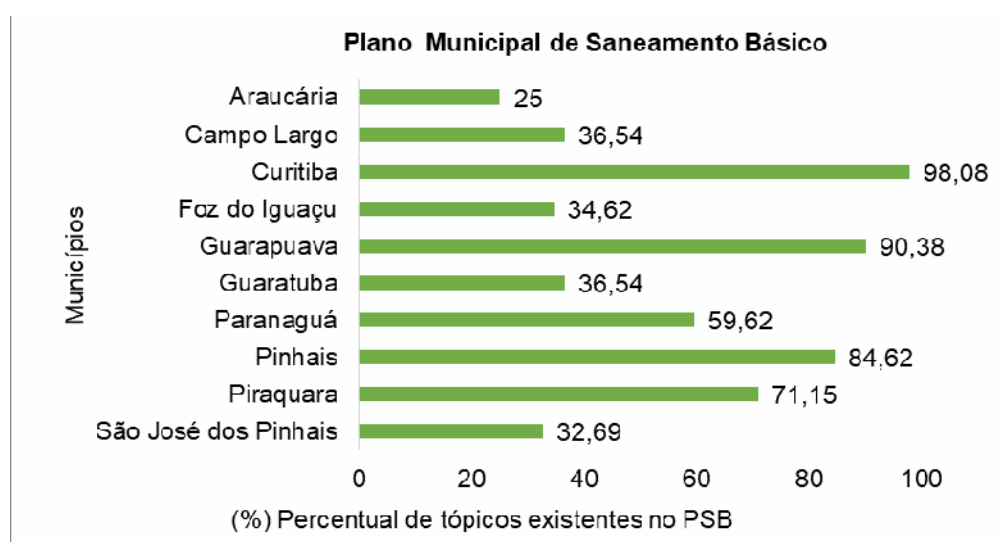
Neste caso, identificou-se que o plano não contém medidas de prevenção de alagamentos, embora existam para inundações. Ainda, os municípios que obtiveram mais da metade dos tópicos abordados foram: Campo Largo (77%), Guarapuava (69%), Guaratuba (69%) São José dos Pinhais (60%) e Foz do Iguaçu (52%).

Em contrapartida, o menor resultado encontrado na análise do plano diretor foi no município de Pinhais, o qual obteve pontuação zero em todos os 13 tópicos objetos dessa pesquisa, tendo em vista que não apresenta nenhuma informação sobre o sistema de drenagem municipal. Como apresentado anteriormente, Pinhais apresenta os maiores números registrados de afetados (72.921), desalojados

(22.066) e desabrigados (2.467) por alagamentos entre 1980 e 2018. O município de Paranaguá (31%) por sua vez, também apresentou valores bem inferiores ao esperado e Curitiba e Piraquara apresentaram 50% dos tópicos analisados.

Ao tratar especificamente do plano de saneamento básico, ao mesmo tempo que um número maior de municípios apresentou resultados satisfatórios, mais municípios também ficaram abaixo do esperado. As maiores pontuações foram para as cidades de Curitiba (98%), Guarapuava (90%) e Pinhais (85%). No plano de Curitiba faltou uma melhor especificidade quanto à acessibilidade que, embora citada, aponta para que sejam buscadas as informações no plano de mobilidade. Em Guarapuava, informações de acessibilidade devem ser encontradas no plano de urbanização municipal, assim como não há informações sobre a taxa de impermeabilização permitida e nem incentivos de reaproveitamento de água pluvial. Já para Pinhais, embora exista o cadastramento das redes de drenagem, apenas 9,11% destas estão cadastradas. Ainda, não há informações sobre acessibilidade e nem incentivo para o reuso das águas pluviais em áreas residenciais e comerciais.

Além desses municípios, Piraquara e Paranaguá também apresentaram bons resultados, com 71% e 60%, respectivamente. Já Araucária, que teve a maior pontuação no plano diretor, apresentou a pior porcentagem no PMSB, com 25%. A maior parcela das informações sobre drenagem não consta no plano, estando presente apenas questões gerais sobre a atualização do documento e sobre a disposição correta de resíduos, a qual interfere no escoamento superficial com o entupimento de bueiros. Os demais municípios tiveram pontuação máxima de 40%, sendo São José dos Pinhais (33%), Foz do Iguaçu (35%), Campo Largo (37%) e Guaratuba (37%) (Figura 3). Cabe destacar que apenas três possuem um Plano Diretor de Drenagem, a saber: Curitiba, Pinhais e Guaratuba (BRASIL, 2019).



**FIGURA 3** - Análise dos Planos de Saneamento Básico. Fonte: elaborado a partir dos Planos de Saneamento Básico dos municípios analisados (2019).

Além do mais, é importante ressaltar que, dentre as 10 cidades analisadas, cinco estão incluídas no cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos (CEMADEN, 2019). Ou seja, os planos diretores devem conter informações sobre (I) o mapeamento das áreas suscetíveis, (II) o planejamento preventivo de realocação da população de áreas de risco e (III)

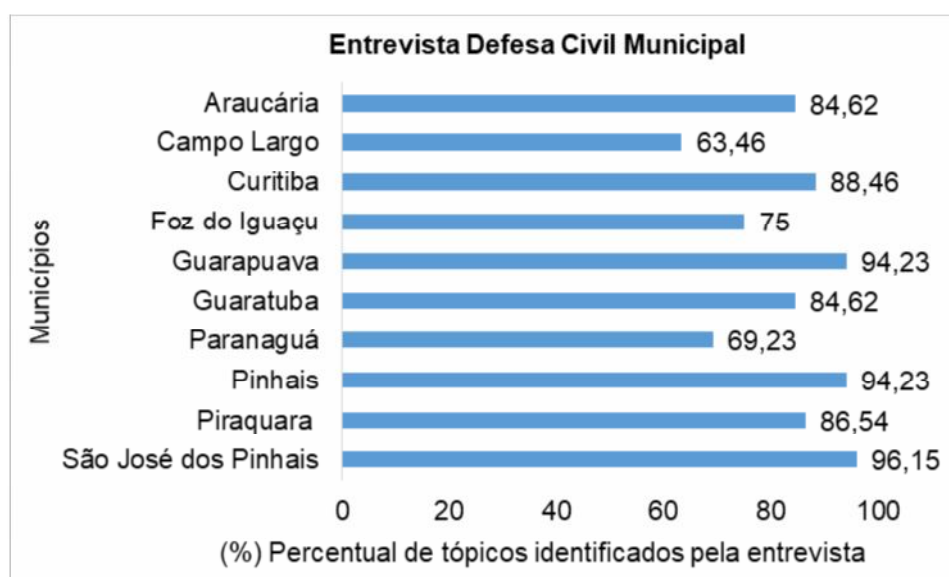
medidas de drenagem urbana que contribuam na mitigação dos impactos dos desastres, de acordo com o artigo n°. 42-A do Estatuto das Cidades.

Ao observar os planos diretores de Curitiba, Campo Largo, Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais, verificou-se que o mapeamento das áreas suscetíveis não faz parte dos mesmos. Além disto, embora todos tenham apresentado ações de realocação da população de áreas de risco, apenas Curitiba prevê a promoção de medidas para a drenagem urbana, como o alargamento de rios ou a construção de muros, taludes e bacias de contenção para controle de vazão em áreas de cheias, com o objetivo de mitigar os impactos dos alagamentos em o plano diretor.

### ***Entrevista com os coordenadores municipais de proteção e defesa civil***

Diferentemente do que foi observado nos planos diretor e de saneamento básico, a maioria dos municípios apresentaram altas pontuações nas entrevistas. Os valores para as médias encontradas forma mais elevadas nos médias são dos municípios de São José dos Pinhais (96%), Guarapuava (94%) e Pinhais (94%), seguidos de Curitiba (88%), Piraquara (87%), Araucária e Guaratuba (85%). De maneira geral, eles atenderam pelo menos 11 dos 13 tópicos analisados, ressaltando apenas que, questões como controle de invasão, descarte correto de resíduos e atendimento às taxas mínimas de infiltração, nem sempre conseguem ser atendidas por completo, tendo em vista o grande número de moradores em relação a quantidade de fiscalização existente, assim como, fatores da própria cultura.

Destaca-se ainda que, tanto São José dos Pinhais quanto Guarapuava e Pinhais tiveram pontuações mais altas por serem os únicos municípios que possuem previsão de regulamentar o aproveitamento de água pluvial para as residências ou já utilizarem a captação em empreendimentos públicos, como as escolas. Os demais municípios apresentaram um desempenho menor em relação aos anteriores, mas nenhum inferior a 50% de atendimento aos tópicos analisados, sendo um ponto muito positivo para a realidade do enfrentamento dos alagamentos (Figura 4).



**FIGURA 4** - Entrevistas com os coordenadores municipais de proteção e defesa civil. Fonte: os autores (2019).

Dentre os padrões encontrados nos municípios, conforme cada dimensão, todos os profissionais de defesa civil realizam o cadastro e atualização das áreas de atenção nos respectivos Planos de Contingência. Essas áreas podem ser definidas como sendo aquelas que “apresentam uma recorrência histórica ou grande propensão a desastres” (CEPED/PR, 2017, p.15). No caso dos municípios em tela, eles totalizam 85 áreas de atenção a alagamentos, sendo que a maior parcela está presente em Paranaguá e São José dos Pinhais, representando 41,17% do total (Quadro 4). Além do mais, é importante destacar que existem 13.361 residências e 62.286 pessoas localizadas nestas 85 áreas de atenção. Deste total, a maior parcela está localizada no município Piraquara, com cerca de 43% do total, que apresenta 3,4 vezes menos áreas do que Paranaguá.

**QUADRO 4** - Áreas de atenção e o total de residências e pessoas nela, em milhares

Município	Total de Áreas	Total de Residências	Total de Pessoas
Araucária	6	154	554
Campo Largo	7	310	1.220
Curitiba	3	59	2.025
Foz do Iguaçu	7	505	2.207
Guarapuava	2	330	900
Guaratuba	8	1.680	6.990
Paranaguá	24	2.600	11.218
Pinhais	6	1.140	5.170
Piraquara	7	5.750	28.750
São José dos Pinhais	11	650	2.455
Araucária	6	154	554

Fonte: CEPDEC/PR (2019).

Ainda na dimensão de planejamento, foi possível encontrar realidades muito distintas ao se tratar do cadastramento e manutenção das redes existentes. Enquanto que parte dos municípios possui continuidade de intervenção e manutenção nos serviços de drenagem, até mesmo com o desenvolvimento de grandes obras para a substituição de sistemas que são muito antigos ou não suportam mais a carga necessária pela expansão da população, outros municípios não possuem nenhum tipo de cadastro e apenas realizam manutenção quando os alagamentos já estão ocorrendo. Este problema afeta o desenvolvimento das cidades, pois existe o conhecimento de que casas foram construídas em cima das redes de drenagem, dificultando o encontro de uma solução definitiva.

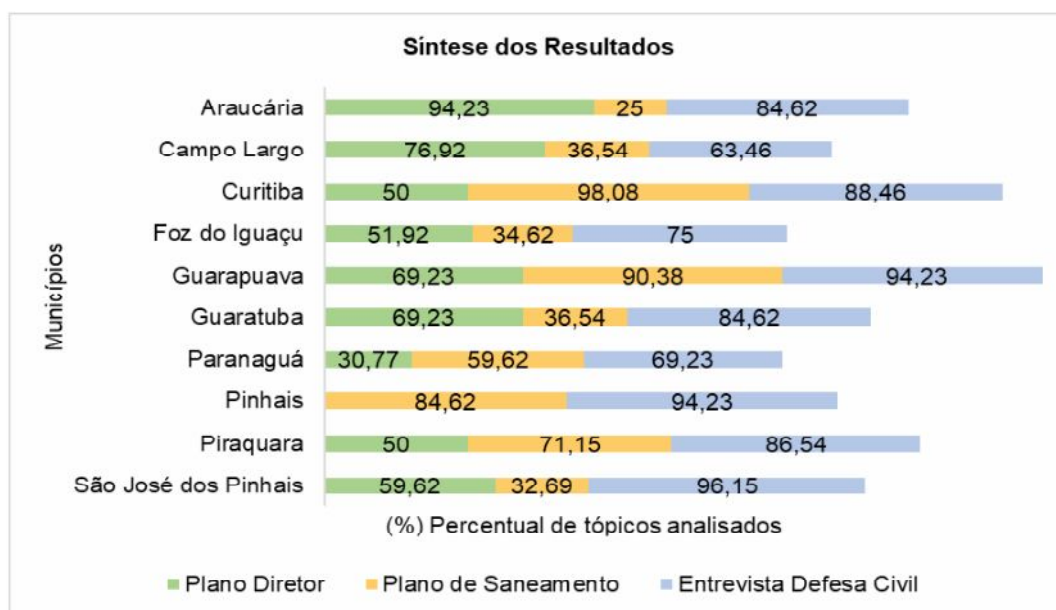
Uma observação importante a ser realizada é sobre a drenagem dos municípios litorâneos. Estas áreas possuem influências do mar e da serra que agravam mais a situação para a resolução dos problemas de drenagem. No geral, o tipo de solo arenoso resulta no assoreamento dos sistemas de drenagem, os quais precisam receber cargas extras das águas provenientes da serra do mar e também na ocorrência das cheias da maré. Esses fatores resultam em uma necessidade maior de investimentos e maquinários para manter as redes em bom estado.

A dimensão de mobilidade seguiu com uniformidade entre os municípios, de tal modo que os sistemas de drenagem existentes permitem a acessibilidade dos moradores, tendo apenas casos específicos em que possa ter algum tipo de vegetação ou até entulhos nos locais. A mesma uniformidade das respostas se deu nas questões de Uso e Ocupação do Solo, onde as prefeituras possuem ações de realocação de moradores com revitalização das áreas, parques, praças e lagoas que

auxiliam na contenção de alagamentos e visam a regularização das residências que respeitem as taxas de infiltração. Há ressalva quanto este último tema, pois não há conhecimento sobre a existência de taxa fixa imposta por legislação em certos municípios, mas, em linhas gerais, todos prezam pela permeabilização do solo.

Em relação ao meio ambiente, alguns municípios não possuem controle preventivo em relação aos assoreamentos, enquanto os outros realizam ações tanto no sistema de drenagem quanto nos rios das cidades. Em contrapartida, medidas de prevenção de alagamentos e para a correta disposição de resíduos sólidos, são pontos comuns em todas as regiões. Este mesmo padrão se estende às ações de educação ambiental (dimensão de educação). Todos os municípios realizam algum tipo de capacitação para a população e escolas. Em relação ao reaproveitamento da água pluvial, apenas dois municípios possuem algum tipo de incentivo para esta questão, enquanto que no restante é visto como uma atitude de cada morador.

A partir de todas as informações coletadas, observa-se que, apenas 18% dos municípios apresentam uma pontuação superior a 75% no plano diretor, assim como apenas 27% no plano de saneamento básico. Enquanto isso, ao aproximar estes planos com a realidade de cada um dos municípios, obteve-se de pontuação ótima (acima de 80%), 55% com os representantes das defesas civis municipais, conforme a síntese apresentada na Figura 5.



**FIGURA 5** - Síntese dos resultados. Fonte: os autores (2019).

Por meio desta síntese, é possível observar que sempre um dos planos é melhor do que o outro quanto às informações de drenagem. No entanto, ao relacionar o que é apresentado nos planos com a realidade encontrada a partir das entrevistas, verificou-se que a maioria dos municípios apresentaram resultados melhores ou se mantiveram próximos às pontuações mais altas dentre os planos.

Com a realização desta análise se confirmou que os principais motivos para a ocorrência de alagamentos no meio urbano nos municípios litorâneos são “a canalização, a impermeabilização do solo, o assoreamento dos córregos urbanos em associação com a localização da desembocadura abaixo do limite da preamar, que geram refluxo da água da chuva escoada” (TONETTI et al., 2013). Além do mais, pode-se complementar estas causas pelo descarte incorreto de resíduos

sólidos, a falta de manutenção das redes e a ineficiência de atendimento dos sistemas devido ao subdimensionamento da drenagem.

Por fim, foi possível observar que a temática dos desastres depende da integração de toda a sociedade para o cumprimento das metas, e por isso são realizados trabalhos de capacitação com a população e se buscam meios de comunicar as informações sobre os alagamentos. Os gestores locais têm buscado por cidades mais resilientes com a implantação dessas medidas, reconhecendo que é um trabalho contínuo e pontual, para colher os frutos a médio e longo prazo.

### **CONCLUSÃO**

Com a elaboração desta pesquisa foi possível constatar que os planos, que deveriam ser base de apoio às medidas e ações municipais frente às problemáticas de alagamento, apresentam uma estrutura frágil no que diz respeito à drenagem das suas cidades.

Destaca-se que nenhum dos documentos analisados alcançou a pontuação máxima, embora o plano diretor tenha se aproximado do ideal em Araucária e o plano de saneamento básico em Curitiba. Foi possível observar também, que todos os municípios apresentam um número maior de informações em um plano específico, seja o PDM ou o PMSB. Não obstante, apenas Curitiba, Guaratuba e Pinhais possuem o Plano Diretor de Drenagem.

No entanto, ao comparar estas informações com as realidades encontradas nas entrevistas, foi possível corroborar que muitas ações vêm sendo tomadas recentemente, como aumento de capacitações e educação ambiental, além de que, os prazos para atualização dos respectivos planos estão prestes a se exceder. Com os planos revisados, a inclusão das medidas tomadas pelos municípios poderá contribuir no monitoramento de ações na mitigação dos alagamentos de maneira efetiva, além de auxiliar os municípios a se tornarem mais seguros e resilientes.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a disponibilização dos dados relacionados à ocorrência de alagamentos pela Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

### **REFERÊNCIAS**

BRASIL. **Instrução normativa nº02, de 20 de dezembro de 2016**. Estabelece procedimentos e critérios para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública, e para o reconhecimento federal das situações de anormalidade decretadas pelos entes federativos e dá outras providências. Brasília, 2016.

BRASIL. **Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas - 2017**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 264 p.

BUDZILO, V. C. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. v. 2. Produções Didático-Pedagógicas. Governo do Paraná, 2016.

CEMADEN - Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais. **Municípios Monitorados**. 2019.

CEPDEC/PR - Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná. **Registro de Ocorrências de Alagamentos no Estado do Paraná**. 2019

CEPED/PR – Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres do Paraná. **Guia de Conhecimentos Fundamentais para Gestores Municipais de Proteção e Defesa Civil**. 1º ed. 2017.

FERREIRA, F. L. F.; KRÜGER, J. E. B.; MAGALHÃES, T. G. Departamento de Ciências da Administração. **Capacitação dos Gestores de Defesa Civil para uso do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD)**. 3 ed. Florianópolis: Ministério da Integração Nacional, SEDEC, UFSC, CEPED, 2015.

GIL, C. A. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7º ed. São Paulo: Atlas, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes**. v. 22. New York: Archives in Psychology, 1932. 55p.

PHILIP, R. **Kit de Treinamento Switch**: Gestão Integrada das Águas na Cidade do Futuro. Módulo 1 – Planejamento Estratégico e Módulo 4 – Manejo de Águas Pluviais: Explorando opções. São Paulo: ICLEI BRASIL, 2011.

SANTANA, M. S. **Processos Hidrológicos**: Inundações, enchentes, enxurradas e alagamentos na geração de áreas de risco. Curso de Capacitação de Técnicos Municipais para Prevenção e Gerenciamento de Riscos. Vitória: CPRM, 2017.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 5º ed. São Paulo: Edusp, 2013.

SILVA, M. M.; COSTA, J. P. Flood Adaptation Measures Applicable in the Design of Urban Public Spaces: Proposal for a Conceptual Framework. **Water**, v. 8, n. 7, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w8070284>>. doi:10.3390/w8070284.

TONETTI, A. L.; CORAUCCI FILHO, B.; GUIMARÃES, J. R.; FADINI, P. S.; NICOLAU, C. E. Desnitrificação em um sistema simplificado de tratamento de esgoto. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v.18, n.4, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522013000400010>>. doi: 10.1590/S1413-41522013000400010.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Revista Estudos Avançados**. v. 22, n 63, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>>. doi: 0.1590/S0103-40142008000200007.

VILLANUEVA, A. O. N.; TASSI, R.; PICCILLI, D. G. A.; BEMFICA, D. C.; TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. **REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 8, n. 1, p. 5-18, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21168/rega.v8n1.p5-18>>. doi: 10.21168/rega.v8n1.p5-18



YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.