

IX-935 O DÉFICIT DE INVESTIMENTO EM DRENAGEM URBANA: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CARAGUATATUBA-SP

Maria Beatriz Hernandes de Barros¹

Engenheira Civil pela Universidade Paulista. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Bauru, São Paulo, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Rua Benjamin Constant, 5-80, apto 21 – Vila Silva Pinto - Bauru - SP – CEP: 17013-206 - Brasil - Tel: (14) 99613-7404 - e-mail: maria.hernandes@unesp.br

Amanda Louisi dos Santos Galvão²

Engenheira Ambiental pela Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Bauru, São Paulo, Brasil.

Fabiana Alves Fiore³

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (2002). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2004). Doutora em Saneamento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas (2013). Professora do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

Rodrigo Braga Moruzzi⁴

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre e Doutor em Eng. Civil na área de Hidráulica e Saneamento pela USP. Pós-doutorado em Eng. Química na Katholieke Universiteit Leuven - KUL (2011). Pós-doutorado pelo Departamento de Química e Física Molecular - IQSC-USP (2012 e em Eng. Civil, lab. Hidráulica e M.Amb. na Universidade de Coimbra (2017). Professor do Departamento de Engenharia Ambiental do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

RESUMO

O artigo abordou o histórico da urbanização na sociedade, a ocupação do espaço público bem como suas ocupações irregulares e as políticas de planejamento propostas para o saneamento básico urbano, com maior enfoque nos investimentos em drenagem urbana. O artigo também apresentou como a drenagem urbana está inserida no contexto do novo marco legal do saneamento básico e expôs como o cenário nacional e internacional tem lidado com o déficit de financiamento e com o descaso da gestão de águas pluviais. Explicitou as atitudes conduzidas pelos gestores públicos com o objetivo de alcançar a universalização e a boa administração dos serviços. Foi realizada a revisão sistemática da literatura (RSL) para publicações relevantes nos últimos dez anos, em três etapas. A análise integrada proposta na metodologia permitiu debater sobre: os *déficits* no planejamento e na cobrança pelo serviço; o investimento em serviços de drenagem; a disparidade na relevância dada aos serviços de drenagem; a correlação entre investimento e impactos dos eventos hidrológicos extremos. Foi também aplicada a revisão dos dados secundários quantitativos e qualitativos obtidos por meio dos sites oficiais do SNIS e do município escolhido para o estudo de caso, a fim de entender mais profundamente as informações levantadas na RSL. Ficou evidenciada a correlação entre a carência de manutenção e amplificação da rede de manejo de águas pluviais com os impactos de eventos hidrológicos extremos.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem Urbana; Infraestrutura; Investimentos; Planejamento; Eventos Hidrológicos.

INTRODUÇÃO

O espaço urbano há muito tempo vem sendo analisado e discutido por diversos estudiosos para melhor compreender seu dinamismo, heterogeneidade, potencial e vulnerabilidades (CORREA, 1995; MOTA, 1999; LUCHIARI, 2001; BRAGA, 2006; OLIVEIRA, 2011, SOTTO et al., 2019; SANTOS et al., 2020; GRANGEIRO et al., 2020). A abordagem do tema é bem diversificada e varia desde conceitos teóricos e empíricos.

Corrêa (1995) sugere que o espaço urbano é um sistema de usos diferenciados caracterizado pelo seu dinamismo, usos, fragmentação e fluxo de mercadorias, pessoas, veículos e investimentos. Mota (1999) descreve o espaço urbano por dois sistemas intimamente relacionados e que interagem entre si, sendo o “sistema natural” composto pelo meio físico e biológico, e o “sistema antrópico” compreendendo o homem e suas atividades. Luchiari (2001), por sua vez, confere ao espaço urbano heterogeneidade e artificialidade, impossibilitando uma definição concreta. Braga (2006) descreve o espaço urbano como resultado do arranjo original da paisagem, ou seja, o espaço urbano adequa-se às características do sítio natural. Em uma abordagem mais atual, Sotto *et al.* (2019) descreve que o contexto urbano é essencial, uma vez que abrigam a maior parte da população mundial e demandam grandes quantidades de insumos.

Apesar do conceito de espaço urbano trazer análises distintas nos contextos geográfico, econômico, social, ambiental, político e cultural, entende-se legalmente que urbanizar um espaço implica, no mínimo, na disponibilidade e no acesso a infraestruturas e serviços básicos (BRASIL, 1979), garantindo equidade a todos que estão inseridos no meio. No Brasil, a ocupação do espaço urbano ocorreu, principalmente a partir da década de 1970, que gerou o avanço das atividades humanas sobre áreas até então pouco exploradas. Desde então, os centros urbanos passaram a configurar um processo de ocupação desordenada e sem planejamento, que, segundo Oliveira (2011), ocasionou intensa pressão sobre os biomas contíguos que formavam o espaço antes do processo de urbanização. Como consequência, surgiram alguns cenários urbanos, muitas vezes, ambientalmente inviáveis, cenários estes gerados pela falta do desenvolvimento urbano podem ser mitigados ou até mesmo evitados mediante um processo eficaz de planejamento econômico, social e ambiental, tripé da sustentabilidade.

O conceito de cidade sustentável ou desenvolvimento urbano sustentável de acordo com Leite (2012) tem como aquela que possui um desenvolvimento balanceado, harmonioso e bem planejado, respeitando assim sua os compromissos ambientais, sociais e humanos. Assegurar o desenvolvimento urbano sustentável está relacionado ao conjunto de condições ambientais, socioeconômicas, políticas e culturais que persistem ao longo do tempo no processo de desenvolvimento (SOTTO et al., 2019), mas isso não é suficiente. É preciso entender que na relação homem e ambiente, o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas com viés socioeconômico são fundamentais (BRITO, 2017).

Dessa forma, se faz necessário considerar planos e metas tangíveis na tomada de decisões relativas à ordenação do solo urbano, que com o advento do Estatuto da Cidade, instituído pela Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, tornaram-se obrigatórias (BRASIL, 2001). Visando o desenvolvimento sustentável do espaço urbano, o Estatuto da Cidade reúne importantes instrumentos urbanísticos e jurídicos que visam garantir os objetivos do ordenamento territorial, como o Plano Diretor, instrumento básico de orientação do desenvolvimento e expansão urbana, com diretrizes de crescimento econômico e social justas e equilibradas, e ecologicamente suportável (ABIKO e MORAES, 2009).

No Brasil, outro instrumento legal primordial na efetivação do ordenamento territorial é a Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, recentemente atualizada pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, marco regulatório do saneamento básico no país que alterou sete leis nacionais referentes ao setor, estabelecendo os princípios da universalização e integralidade dos serviços de saneamento (BRASIL, 2020). Entende-se por saneamento básico o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007). Cada um dos componentes citados é indispensável para a população urbana. Ainda assim, a evolução na implantação desses componentes do saneamento básico no país ocorreu de forma desigual (SANTOS et al., 2020), priorizando notadamente os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (GRANGEIRO et al., 2020), provocando deficiências, sobretudo, nos serviços de drenagem urbana.

De acordo com Santos (2020), dentre os quatro componentes do saneamento básico, a drenagem urbana historicamente possui os piores índices de investimento. É importante destacar que a microdrenagem urbana é formada por um conjunto de sistemas como: pavimentos, guias e sarjetas, bueiros, aduelas, poços de visitas etc. (DINIZ et al., 2016). Para uma boa eficiência do sistema de drenagem, além de boa organização estrutural urbana composta por estes dispositivos, é importante atentar-se para a concepção do projeto e para sua execução, atendendo às necessidades locais com menos custo e maior eficiência (PAULA et al., 2017).

Verificam-se nas cidades brasileiras uma tendência de “resolver o problema depois”, com a realização de obras corretivas que demandam altos investimentos (SANTOS, 2021), principalmente em decorrência dos resultados de eventos hidrológicos extremos, cada vez mais frequentes, como os sucedidos no Litoral Norte do estado de São Paulo entre os anos de 2017 e 2020. A região do Litoral Norte, situada a leste do Estado de São Paulo, é composta pelos municípios de Caraguatatuba, Ubatuba, São Sebastião e Ilhabela.

Para o município litorâneo de Caraguatatuba, inserido na região supracitada, um dos desafios para a gestão municipal é, inclusive, a drenagem urbana, a habitação irregular e a regularização fundiária principalmente em áreas com fatores ambientais agravantes, conforme descrito no Plano Plurianual (PPA) do município referente ao ano de 2017. De acordo com o documento citado, há situações em que a deficiência no sistema de drenagem, seja por deficiências de projeto ou de manutenção, induz ao surgimento de situações de risco (PMC, 2017) de escorregamentos de encostas, solapamento de margens de curso d’água e eventos hidrológicos extremos, como as inundações urbanas (TUCCI, 2012). É nesse contexto que a presente pesquisa foi conduzida com o intuito de responder às seguintes questões:

- i. Qual a relevância do tema “drenagem urbana” no Brasil?
- ii. Há dados concretos sobre o investimento em drenagem urbana?
- iii. Há evidências de uma correlação entre os investimentos aplicados nos serviços de drenagem urbana com os impactos dos eventos hidrológicos extremos?

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Analisar a importância atribuída à drenagem urbana, no contexto da universalização dos serviços de saneamento básico previstos no marco legal brasileiro.

Objetivos Específicos

- Reconhecer a relevância científica atribuída a temática “drenagem urbana”, no Brasil;
- Identificar potenciais correlações entre investimentos e ocorrência de impactos associados aos eventos hidrológicos extremos, por meio de estudo de caso no município de Caraguatatuba (SP).

MATERIAIS E MÉTODOS

Essa é uma pesquisa exploratória, subsidiada por dados quanti-qualitativos obtidos através do SNIS, Prefeitura Municipal de Caraguatatuba e artigos acadêmicos, realizada em duas etapas interativas e complementares, denominadas como revisão sistemática e estudo de caso.

Etapa 1 - Revisão sistemática

Para análise aqui proposta, foi escolhida a metodologia de revisão sistemática da literatura (RSL), definida por Kitchenham (2004), amplamente aplicada para análise de resultados científicos relatados na literatura em um determinado período. A execução da RLS ocorreu em três etapas: (1) revisão das questões de pesquisa com termos de busca, incluindo no mínimo três palavras-chave, (2) busca de publicações relevantes em plataformas *online* de revistas acadêmicas; e (3) análise para extração dos dados necessários para responder às questões de pesquisa.

Para busca de publicações relevantes foi adotada a estratégia conhecida Bola de Neve (*Forward and Backward Snowballing Strategy*), que focou em publicações relevantes dos últimos 10 (dez) anos, as quais

abordassem os itens pré-estabelecidos na Estratégia de Coleta de Dados. Para restringir o foco somente em publicações de alta qualidade com percentil Scopus acima de 75%, foram verificados estudos em 03 (três) repositórios científicos (*forward snowballing*): (1) *Web of Science*; (2) *Elsevier ScienceDirect*; e (3) *Scientific Electronic Library Online (Scielo)*. Foram aplicadas diferentes combinações de termos de busca, incluindo no mínimo as palavras-chave “drainage”, “urban”, “infrastructure”, “environment”, “brazil” e “investment”, que também foram pesquisadas também na língua portuguesa.

Uma seleção inicial de 03 (três) estudos por repositório foi escolhida, a fim de evitar preferências em favor de uma base de dados específica no procedimento de amostragem inicial. A seleção dos estudos ocorreu em 03 (três) etapas principais. Primeiro, os estudos foram selecionados com base no título e resumo e, em seguida, com base na leitura do texto completo dos estudos potencialmente elegíveis. Depois, foram consideradas as publicações referenciadas em cada estudo da seleção inicial (*backward snowballing*). Logo, com base nas citações assim derivadas, foram identificadas outras publicações candidatas à análise.

Após a análise de todos os documentos extraídos das bases de dados supracitadas, uma planilha eletrônica foi preenchida para facilitar a entrada e a saída de informações, separando os artigos por critérios de relevância do estudo para atender às questões de pesquisa. A Figura 1 apresenta o fluxograma da metodologia da revisão sistemática.

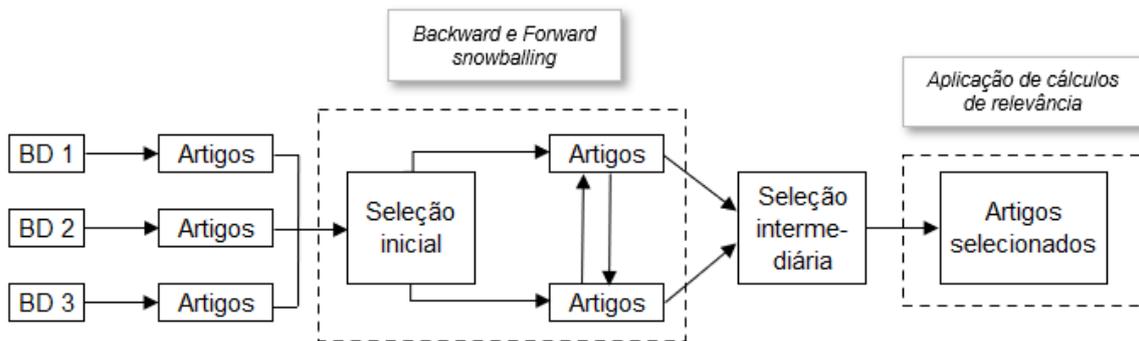


Figura 1. Fluxograma da metodologia. Fonte: elaborada pelos autores (2022).

Por fim, 28 (vinte e oito) publicações atenderam aos critérios de relevância da pesquisa e foram estudados em profundidade, embasando os resultados, discussão e conclusões.

Etapa 2 - estudo de caso

Para avaliação da proposta metodológica foi desenvolvido um estudo de caso, que reflete o cenário nacional e internacional, com o intuito de expor o baixo investimento e o seu impacto no planejamento da drenagem urbana por meio da comparação com os dados oficiais do município de Caraguatatuba - SP. O município, situado na região do Litoral Norte, leste do estado de São Paulo (Figura 2), apresentou nas últimas décadas notada urbanização de acordo com o IBGE em decorrência, principalmente, da busca por qualidade de vida, e inúmeros eventos hidrológicos extremos, possibilitando um potencial comparativo à análise proposta.

Para tal, foi realizada análise documental dos dados secundários quanti-qualitativos, método já abordado por (JOHNSON; ONWUEGBUZIE; TURNER (2007) nos canais oficiais do município escolhido para o estudo de caso e do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) entre as informações adquiridas estão: amostragem de população afetada por enchentes, inundações e alagamentos, valores destinados a melhoria dos sistemas de drenagem urbana, porcentagem de vias públicas com captação de água pluvial, participação no comitê de bacias, existência de planejamento urbano focado no saneamento.

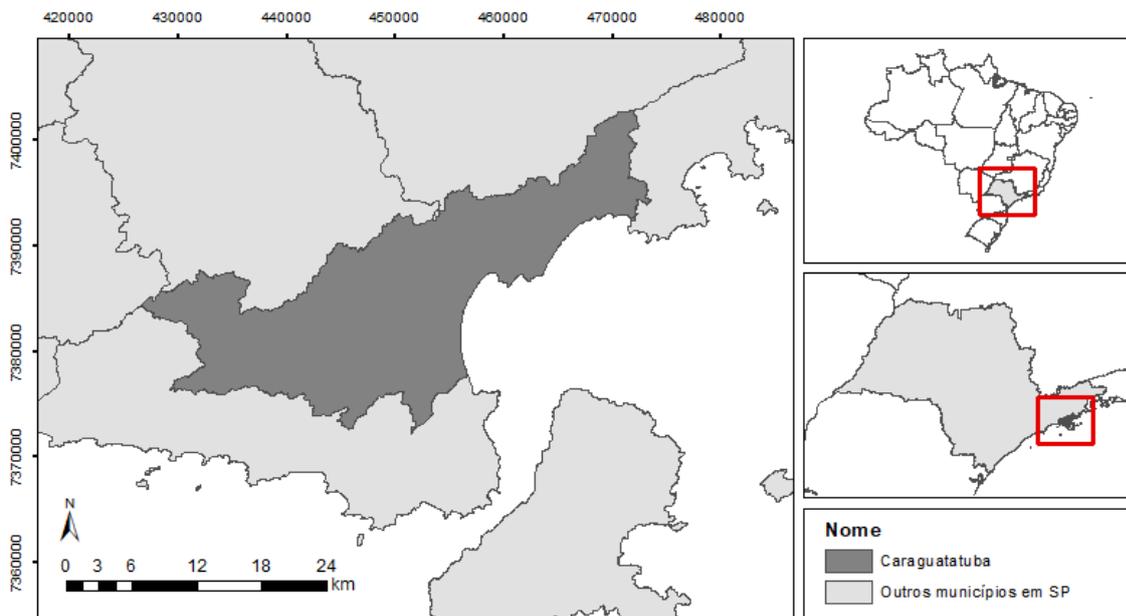


Figura 2. Mapa de localização do município. Fonte: elaborado pelos autores (2022).

As informações cartográficas e textuais disponíveis nas bases de dados oficiais federal, estadual e municipal, asseguraram a exequibilidade da pesquisa. Esses procedimentos permitiram gerar resultados sobre a importância, demanda e investimento em serviços de drenagem, bem como a correlação entre investimento e a consequência dos eventos hidrológicos extremos. A coleta de dados foi embasada nos seguintes indicadores:

- i. Despesa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;
- ii. Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas;
- iii. Habitantes Realocados em Decorrência de Eventos Hidrológicos;
- iv. Existência de alguma forma de cobrança pelos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;
- v. Existência de cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações;
- vi. Existência de mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos.

Foram sistematizados e avaliados os dados de receitas e despesas associadas ao serviço de drenagem urbana do município de Caraguatatuba - SP, bem como os dados de ocorrência de eventos hidrológicos extremos da série histórica de 2017 a 2020 divulgada pelo SNIS (período mais recente divulgado).

O intervalo de análise divulgado pelo SNIS delimitou o período de análise para abrangência de dados do município, resultando no PPA de 2017, referente ao período de 2018 a 2021. Dessa forma, foi possível equiparar as informações em um mesmo tempo de análise de ambas as bases de dados. A análise cruzada dos dados secundários levantados pela RSL, PPA, Portal de Transparência e SNIS, resultou nas seguintes informações sobre os serviços de drenagem:

- i. Planejamento de gastos;
- ii. Despesas totais;
- iii. Investimento total;
- iv. Impactos de eventos hidrológicos extremos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados, a seguir, em tópicos a fim de melhor estruturar as informações obtidas.

Visão histórica

A redução da quantidade de dinheiro disponível de fontes públicas e privadas devido à crise financeira (RODRIGUEZ, VAN DEN BERG e MACMAHON, 2012), a lenta evolução da disposição orçamentária do

manejo das águas pluviais como fruto das lacunas estruturantes, além da demanda legítima da população por serviços relacionados à água e esgoto suporta a decisão de investidores de direcionarem os recursos a sistemas já consolidados com um retorno financeiro consistente, sendo maior a insegurança institucional e econômica para a drenagem, perdurando dúvidas quanto ao futuro (MENDES e SANTOS, 2022). A pouca atenção que o manejo de águas pluviais recebe, em equiparação aos outros serviços de saneamento, tem relação com os orçamentos limitados dos municípios, dificultando assim a implantação e o desenvolvimento de medidas relacionadas à gestão hídrica (RIBEIRO, TAMAYOSI e PENA, 2021).

A promoção de maiores investimentos no setor de drenagem urbana é reforçada por Righetto *et al.* (2009). Uma comparação fundamental é mostrada por Tasca (2016) que ao comparar os valores investidos em saneamento nas modalidades "Abastecimento de Água" e "Esgotamento Sanitário" obteve um resultado cinco vezes menor que o aporte em "Drenagem Urbana", que resulta na suspensão dos programas e na ausência de planejamento a longo prazo. A drenagem urbana e o manejo de resíduos sólidos, no Brasil, somados não chegam a 20% do valor total investido em saneamento básico entre os anos de 2003 e 2017 (MENDES e SANTOS, 2022).

Champs *et al.* (2001) relaciona a falta de espaço e de investimentos nesse serviço com a sua falta de tributação. Santos *et al.* (2020) traz o acelerado progresso do abastecimento de água e esgotamento sanitário, ambos com tributação no seu uso, informação também exemplificada por Tasca (2016) que, ao analisar economicamente o saneamento, percebeu que, diferentemente dos serviços supramencionados, não há cobrança de manejo de águas pluviais (MAP). Assim, ao analisar o cenário orçamentário atual dos municípios, o subsídio dos serviços de manejo de águas pluviais torna-se cada vez mais emergente.

Outra informação trazida pela autora Tasca (2016) é a falta de equiparação entre os indicadores, enquanto outras categorias do saneamento usam de uma variedade deles para medir qualidade do serviço, investimento, perdas e aproveitamento, a drenagem urbana segue em déficit com parâmetros de qualitativos e quantitativos e contribui assim para a omissão de dados para análise. A dificuldade em mensurar o consumo *per capita* do serviço de captação e manejo de água pluvial, a cobrança se torna praticamente nula, somada ao receio do efeito negativo da possibilidade de se instaurar uma taxa, as gestões municipais tornam-se cada vez mais subordinada (CABRAL, NASCIMENTO e CANÇADO, 2006), que somados aos altos custos de implantação e manutenção da infraestrutura de drenagem caracterizam um cenário de inaptidão financeira do sistema em se auto sustentar (MENDES e SANTOS, 2022).

Cenário atual

Para que a meta de universalização do saneamento básico no Brasil até 2033 seja atingida são necessários 753 bilhões de reais, demonstram Ribeiro, Tamayosi e Pena (2021). Para mitigar danos relacionados à drenagem urbana é primordial que haja investimentos e um processo de financiamento, devido ao alto custo dessa infraestrutura (AZEVEDO, 2019).

De acordo com Tasca (2016), 99,6% dos municípios têm a drenagem urbana administrados pelas Secretarias de Obras das Prefeituras, reincidindo sobre elas os encargos financeiros dos sistemas de manejo de águas pluviais, deste modo o MAP não é visto como prioridade política, e fica com verbas abaixo das suas necessidades. Colombelli (2018) destaca que a maior adversidade das águas pluviais no Brasil é a prestação direta do serviço sem planejamento coerente, além da supervisão do órgão responsável pela prestação.

No município de Caraguatatuba a administração dos recursos de drenagem bem como seu planejamento é feito pela municipalidade através do Plano Plurianual (PPA), o qual no quesito de Desenvolvimento de Infraestrutura Urbana entre os anos de 2018 e 2021 teve um total de R\$ 21.617.876,32 destinado a gestão de águas pluviais e que pode ser melhor compreendido no Gráfico 1.

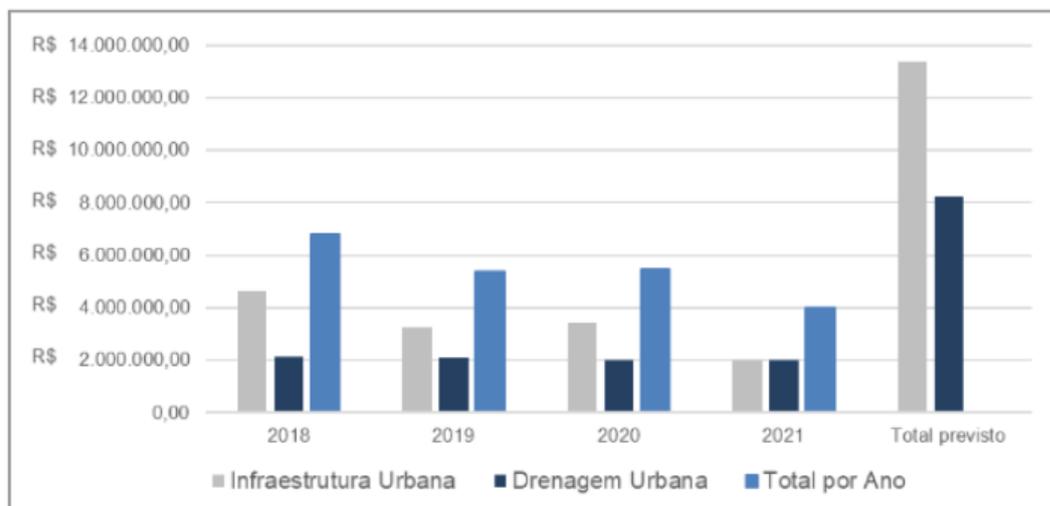


Gráfico 1. Planejamento de gastos divulgado no PPA de 2017. Fonte: elaborado pelos autores (2022) / PMC (2017).

Os municípios precisam enfrentar os desafios futuros, evidencia Tasca (2016). Na investigação do autor do livro “*Governing for the long term*”, foi possível concluir que as decisões de investimento de longo prazo, retiram recursos no curto prazo para investir em benefícios de longo prazo (2011, p. 17). As definições de investimento destinadas para o futuro são movidas pela presença da capacidade analítica organizacional e pela liderança política transnacional (POT et al., 2019). Neste sentido, Gonçalves et al. (2017) traz uma informação tocante entre as eleições e os investimentos públicos, ou seja, o calendário eleitoral causa uma grande repercussão para o rumo que os recursos em infraestrutura urbana tomarão. Mendes e Santos (2022) ressaltam então a importância do incentivo à transição dos investimentos.

Demandas futuras

Os dados ABCON (2020), expõe que apenas 6% das cidades brasileiras têm seu serviço de drenagem atendido por empresas privadas. Com a alta quantidade de investimentos para a universalização dos serviços, entende-se a necessidade de parcerias entre o setor público e privado, o que já é cada vez mais fundamentalmente visto no cenário global como uma solução para cessar a escassez de financiamento para infraestrutura hídrica (VOGL et al., 2017).

Nas discussões envolvendo a drenagem urbana, discutem-se formas alternativas no custeio dos serviços (CABRAL, NASCIMENTO e CANÇADO, 2006). Isso mostra que as parcerias entre os setores públicos e privados têm sido levadas em consideração como uma forma eficaz de lidar com a gestão pública em muitas áreas (WANG, SUN e SONG, 2017).

A drenagem urbana no Brasil não possui cobrança individualizada, por isso, as melhorias no sistema, em geral, são custeadas pelo Tesouro Municipal através de parte da receita do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e que essa arrecadação é insuficiente para sanar a escassez de recursos (RIBEIRO, TAMAYOSI e PENA, 2021). Um cenário que pode ser vivenciado no município de Caraguatatuba - SP, onde não há cobrança pelo serviço prestado de acordo com o SNIS, conforme demonstrado na Tabela 1.

Informações analisadas	2020	2019	2018	2017
População urbana	118.290 hab.	116.510 hab.	114.682 hab.	111.960 hab.
Há cobrança pelo serviço?	Não	Não	Não	Não
Receita total do município	R\$ 792.992.755,12	R\$ 799.673.103,75	S/I*	R\$ 685.299.017,72

Receita total dos serviços de drenagem	R\$ 3.329.379,07	S/I*	S/I*	S/I*
Despesa total do município	R\$ 734.977.615,14	R\$ 688.808.306,79	R\$ 654.665.605,19	R\$ 553.889.158,45
Despesa total com serviços de drenagem	R\$ 3.329.379,07	R\$ 7.822.703,80	R\$ 7.945.771,43	R\$ 1.041.791,78
Investimento total em drenagem contratado	R\$ 9.833.130,37	R\$ 19.277.649,25	R\$ 11.178.274,55	R\$ 1.974.788,88
Desembolso total de investimentos em drenagem	R\$ 9.833.130,37	R\$ 19.277.649,25	R\$ 8.879.987,16	R\$ 1.638.616,08

*S/I: sem informação divulgada.

Tabela 1. Dados divulgados pelo SNIS. Fonte: elaborado pelos autores (2022) / SNIS (2022).

É compreendido que instaurar taxas é algo complexo pois representa uma medida impopular (RIBEIRO, TAMAYOSI e PENA, 2021) e que definir uma tarifa de cobrança permite cumprir funções para extensão de rede, manutenção no sistema e política social, sendo assim possível resulte em um uso do solo mais racional, de maior consciência dos impactos da impermeabilização de uma região e o quanto isto pode afetar a drenagem local (CABRAL, NASCIMENTO e CANÇADO, 2006). Com a cobrança pelo manejo das águas pluviais é possível encontrar base física, caráter incitativo e equidade (BAPTISTA e NASCIMENTO, 2002).

Parece distante para uma municipalidade possuir independência financeira que seja esteja apta a lidar com a possibilidade de expansão de redes e do custo da operação apenas com recursos próprios e para que isso aconteça é necessário identificar a contribuição de cada lote e a criação de uma lei que suporte tal cobrança (MENDES e SANTOS, 2022).

No Gráfico 2 é possível analisar os investimentos e despesas do município de Caraguatatuba, em que é identificado déficit financeiro na maior parte do tempo, tendo o valor planejado para investimentos no PPA inferior ao valor gasto nos anos.

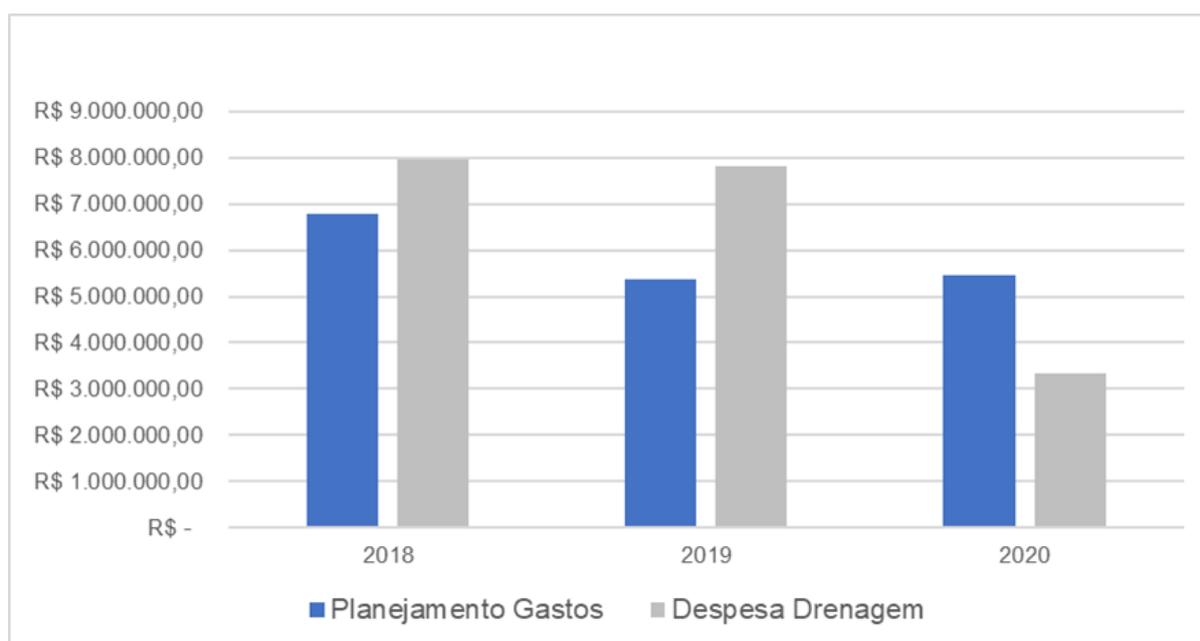


Gráfico 2. Balanço financeiro de drenagem urbana do PPA 2017. Fonte: elaborado pelos autores (2022) / PMC (2017).

Foi possível verificar na literatura, propostas e estudos de casos de cobrança da taxa de drenagem já aplicados nacionalmente e internacionalmente. Parecido com o cenário brasileiro, a África do Sul também tem a municipalidade como principal financiador e recebe pouco ou nenhum investimento. No Canadá, desde 1999, discute-se sobre métodos de financiamento de redes pluviais, sendo os impostos sobre a propriedade a principal fonte de financiamento, já na França a taxa é em função da área impermeabilizada do lote e informada pelo proprietário algo parecido (TASCA, 2016).

Essa cobrança pode resultar no uso mais racional do solo devido a sensibilização dos reflexos da urbanização no sistema de drenagem (FORGIARINI et al., 2017). No cenário nacional, foi possível identificar-se o exemplo da cidade de Santo André – SP, que adota um outro método de cálculo: o volume médio mensal precipitado associado à taxa de cobertura do imóvel (TASCA, 2016), a cobrança em função da demanda pluvial representa uma propensão (CYRE e REESE, 1992).

Há a definição de possíveis bases para uma taxa base de acordo com a necessidade individual dos serviços, algumas delas já mencionadas, são aqui reforçadas como a área impermeável e porcentagem impermeável, além de outros índices como a declividade, a intensidade de desenvolvimento e fatores de modificação (CABRAL, NASCIMENTO e CANÇADO, 2006).

Existem diferentes relações que podem ser abordadas para arrecadação de verba que diferem do uso do solo, como: sobretaxa para bacias as quais carecem de investimentos; propriedades inseridas em áreas de ocorrência de eventos hidrológicos extremos; e até mesmo créditos no caso de propriedades que beneficiam o sistema de manejo de águas pluviais como o uso de sistemas de retenção ou retenção (AZEVEDO, 2019).

Outros meios de encargo também são considerados, como aceitar sobretaxas de água doméstica (WANG, SUN e SONG, 2017), técnica comumente usada na obtenção de receitas para a gestão de serviços públicos (JIAN et al., 2015). No entanto, essa alternativa não agrada diversos nichos da sociedade. Percebe-se que muitas pessoas não conseguem alocar este tipo no custo do seu orçamento, sendo um desafio encontrar soluções para gerir essa infraestrutura com um financiamento restrito (FISHER-JEFFES e ARMITAGE, 2013).

Como solução, espera-se que a administração pública consiga estabelecer um valor de cobrança que proporcione o ponto de equilíbrio no qual o preço se equipara aos custos médios de produção (CABRAL, NASCIMENTO e CANÇADO, 2006).

Correlação com os impactos de eventos hidrológicos extremos

Os impactos dos eventos hidrológicos extremos podem ser potencializados por um sistema de manejo de água pluvial subdimensionado. Neste contexto, Tucci (2002) destaca que há duas perspectivas principais para o controle da drenagem urbana: custos de operação e manutenção; e implementação das obras de infraestrutura. Os resultados da falta de estruturação e regulamentação podem ser vivenciados na maioria das médias e grandes cidades do país (TUCCI, 2002).

A exemplo o município de Caraguatuba, categorizado pelo IBGE (2010) como de grande porte, que conforme pode ser visto no Gráfico 2 supracitado tem enfrentado um déficit de investimento na infraestrutura de drenagem urbana. Destaca-se o ano de 2017, em que houve os maiores índices de pessoas desalojadas em decorrência de eventos hidrológicos extremos. Este mesmo ano apresentou o menor aporte financeiro em drenagem urbana. O Gráfico 3 apresenta essa relação.

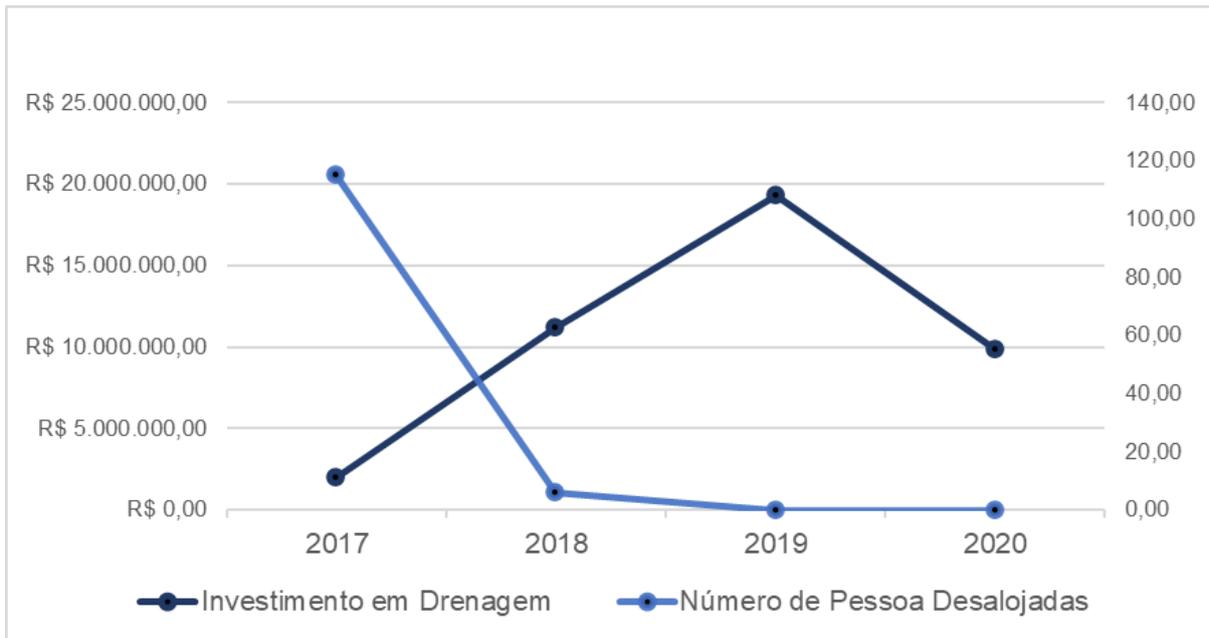


Gráfico 3. Investimento em drenagem urbano versus população afetada. Fonte: elaborado pelos autores (2022) / SNIS (2022).

A falta de aporte financeiro resulta na falta de manutenções no sistema e na impossibilidade de abrangência de futuras redes de infraestrutura, além de dificultar a assistência prestada às famílias atingidas pelas inundações, enchentes e alagamentos. Maier et al. (2016) conclui que o investimento na infraestrutura de águas pluviais é necessário para prever desafios futuros e gerar espaços resilientes e sustentáveis.

CONCLUSÕES

A análise integrada da RSL com o estudo de caso permitiu debater sobre: (a) os déficits no planejamento e na cobrança pelo serviço; (b) o investimento em serviços de drenagem; (c) a disparidade na relevância dada aos serviços de drenagem; (d) a correlação entre investimento e eventos hidrológicos extremos; e (e) desigualdade histórica no processo de urbanização.

Diversas alternativas para estabelecer critérios de encargos pelos serviços são discutidas atualmente, sobretudo após o marco regulatório do saneamento no país. No entanto, essas alternativas não agradam diversos nichos da sociedade, o que demonstra que, apesar de serem propostas melhorias na gestão da infraestrutura urbana e, indiretamente, na ocorrência de eventos extremos, a população não se dispõe a ter uma pequena porcentagem do orçamento comprometido.

Neste contexto, percebe-se que o déficit na implantação da infraestrutura de drenagem existe, pois não há subsídio para financiar os elevados aportes necessários para suprir o elevado processo de urbanização, resultando em um sistema, muitas vezes, subdimensionado, que pode acarretar eventos hidrológicos extremos. Sem o recolhimento de taxas, fica sob encargo da municipalidade gerir os recursos para implantação, manutenção e gestão do sistema de drenagem urbana.

Por outro lado, relações público-privadas de investimento em infraestrutura devem ser levadas em consideração quando não há cobrança pelos serviços de manejo de águas pluviais, sendo uma alternativa para manutenção e expansão dos sistemas a fim de alcançar as metas de universalização dos serviços de saneamento.

Ressalta-se ainda que a discrepância na evolução dos serviços de drenagem em relação aos outros componentes do saneamento básico pode ser um reflexo de uma população que busca de imediato sanar problemas mais urgentes no tocante ao abastecimento de água e coleta e afastamento de esgoto, e que não priorizam o manejo de águas pluviais como uma problemática iminente. Ademais, por conta disso esses dois

componentes do saneamento básico tornaram-se mais atrativos no Brasil devido ao retorno financeiro a iniciativas privadas, possibilitando cobranças de taxas pelo serviço.

Por fim, diversos autores apontam o processo de urbanização como o grande responsável pelo desencadeamento de inúmeros problemas ambientais, especialmente em zonas costeiras, caracterizadas por condições naturais mais frágeis, porém falta de planejamento socioeconômico e espacial do meio urbano é que resultaram em áreas urbanisticamente sensíveis aos eventos hidrológicos extremos, que foram potencializadas pela negligência e desigualdade de fornecimento do serviço de manejo de águas pluviais.

Conclui-se, portanto, que a necessidade de investimentos em infraestrutura surge a partir do processo de urbanização, demandando um espaço mais igualitário e com acesso a infraestruturas e serviços básicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABCON - Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto; KPMG. Quanto custa universalizar o saneamento no Brasil. [S.l.; s.n.]. p.1-40. 2020.
2. ABIKO, A.; MORAES, O. B. Desenvolvimento Urbano Sustentável. São Paulo: EPUSP, 2009. 29 p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/26.
3. AZEVEDO, J. H. C. FINANCIAMENTO DA DRENAGEM URBANA: uma proposta para a região da cidade do Recife - PE - Brasil. 2019. 188 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.
4. BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N. Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 1, p. 29-49, 2002.
5. BEZERRA, M. C. L.; OLIVEIRA, A. N.; COSTA, M. E. L.; KOIDE, S. Simulação de técnicas de infraestrutura verde de drenagem urbana para captação do escoamento superficial. Revista Tecnologia e Sociedade, [S.L.], v. 16, n. 40, p. 1, 1 abr. 2020. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v16n40.9430>.
6. BRAGA, M. L. A. Infraestrutura e projeto urbano. São Paulo, 2006. 202 p. Tese de doutorado, FAUUSP.
7. BRASIL. LEI FEDERAL Nº 6.766, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1979. Parcelamento do Solo Urbano. Brasília, DF, 1979.
8. BRASIL. LEI FEDERAL Nº 10.257, DE 10 DE JULHO DE 2001. Estatuto da Cidade. Brasília, DF, 2001.
9. BRASIL. LEI FEDERAL Nº 11.445, DE 05 DE JANEIRO DE 2007. Lei Federal do Saneamento Básico. Brasília, DF, 2007.
10. BRASIL. LEI FEDERAL Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. Marco Legal do Saneamento Básico. Brasília, DF, 2020.
11. BRITO, V. G. Gestão das cidades: planejamento urbano sustentável e o papel da municipalidade na gestão dos resíduos sólidos. 11 p. São Luiz, MA, 2017. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Centro de Ciências Humanas.
12. CABRAL, J.; NASCIMENTO, N.; CANÇADO, V. Cobrança pela Drenagem Urbana de Águas Pluviais: bases conceituais e princípios microeconômicos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 15-25, 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v11n2.p15-25>.
13. CHAMPS, J. R. B.; PEREZ, S. T. C. S.; FRÓES, C. M. V. O planejamento do sistema de drenagem urbana na cidade de Belo Horizonte. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21., 2001, João Pessoa. Anais. João Pessoa: Abes, 2001. v. 1, p. 01 - 08. CDROM
14. COLOMBELLI, K. (2018). Serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas: avaliação do contexto brasileiro e da adaptabilidade de práticas norte-americanas para a proposição de melhorias institucionais e financeiras. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
15. CORRÊA, R. L. O espaço urbano. São Paulo, Ática. 3ª ed., 94 p., 1995.
16. CYRE, H.; REESE, A. J. Storm water utilities in the United States Of America. Anais da International Conference on Innovative Technologies in the Domain of Urban Storm Water Drainage. Lyon/França. Anais... Lyon p. 505-511, 1992.
17. DINIZ, C. M.; RANGEL, M. P.; OLIVEIRA, M. B.; ROSTANGO, P. V.. A interferência das redes subterrâneas na qualidade da pavimentação urbana: comparativo econômico entre alternativas de traçado. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, n.2, v.2, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v2n2a1>

18. FISHER-JEFFES, L.; ARMITAGE, N. Charging for stormwater in South Africa. *Wsa*, [s.l.], v. 39, n. 3, p.429-436, 3 jul. 2013. African Journals Online (AJOL). DOI: 10.4314/wsa.v39i3.13"
19. FORGIARINI, F. R. Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17., 2007, São Paulo: Anais eletrônicos... São Paulo: [s.n.], 2007. p. 1–20.
20. GONÇALVES, Luciano Gomes; FUNCHAL, Bruno; BEZERRA FILHO, João Eudes. A influência dos ciclos políticos nos investimentos públicos em infraestrutura: um estudo nos estados brasileiros no período de 2003 a 2014. *Revista de Administração Pública*, [S.L.], v. 51, n. 4, p. 462-481, ago. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-7612156337>.
21. GRANGEIRO, Ester Luiz de Araújo; PINHEIRO, Márcia Maria Rios; MIRANDA, Livia Izabel Bezerra de. Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento. *Cadernos Metrópole*, [S.L.], v. 22, n. 48, p. 417-434, maio 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4804>.
22. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.
23. JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J.; TURNER, L. A. Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, v. 1, n. 2, 2007, p.112-133.
24. KITCHENHAM, B. Procedures for performing systematic reviews. Keele: University Keele, p. 1–26, 2004.
25. SANTOS, G. R.; KUWAJIMA, J. I.; SANTANA, A. S. (2020). Regulação e Investimento no Setor de Saneamento no Brasil: trajetórias, desafios e incertezas. Rio de Janeiro: Ipea. (Texto para Discussão do Ipea, n. 2587).
26. LEITE, C. Cidades Sustentáveis, Cidades Inteligentes: Desenvolvimento Sustentável em um Planeta Urbano. Porto Alegre: Bookman, 2012.
27. LUCHIARI, A. Identificação da Cobertura Vegetal em Áreas Urbanas Por Meio de Produtos de Sensoriamento Remoto e de um Sistema de Informação Geográfica. *Revista do Departamento de Geografia, USP*, vol. 14, p. 47-58. São Paulo, 2001.
28. MAIER, H.R.; GUILLAUME, J.H.A.; VAN DELDEN, H.; RIDDELL, G.A.; HAASNOOT, M.; KWAKKEL, J.H.. An uncertain future, deep uncertainty, scenarios, robustness and adaptation: how do they fit together?. *Environmental Modelling & Software*, [S.L.], v. 81, p. 154-164, jul. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.03.014>.
29. MENDES, A. T.; SANTOS, G. R. Infraestruturas Sustentáveis no Brasil: oportunidades para o saneamento e políticas urbanas. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*. 2021, 25, p. 27-38.
30. MOTA, S. Urbanização e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 353p
31. OLIVEIRA, F. F. G. Aplicação das Técnicas de Geoprocessamento na Análise dos Impactos Ambientais e na Determinação da Vulnerabilidade Ambiental no Litoral Sul do Rio Grande do Norte. Tese de Doutorado para obtenção do título de doutor em Geociências e Meio Ambiente. Rio Claro, SP, 2011.
32. PAULA, J. S.; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, M. A. F.; RANGEL, M. P. Execução de obras de drenagem pluvial: princípios empregados na construção de redes de drenagem urbana. *Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico*, n.2, v.3, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v3n2a15>
33. POT, W. D.; DEWULF, A.; BIESBROEK, G. R.; VERWEIJ, S.. What makes decisions about urban water infrastructure forward looking? A fuzzy-set qualitative comparative analysis of investment decisions in 40 Dutch municipalities. *Land Use Policy*, [S.L.], v. 82, p. 781-795, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.12.012>.
34. PMC - PREFEITURA MUNICIPAL CARAGUATATUBA. Plano Plurianual 2018-2021, Caraguatatuba, SP, 2017.
35. RIBEIRO, A. K. A.; TAMAYOSI, R. Y.; PENA, S. S. C.; ARMELIN, L. F. A. A drenagem urbana no contexto do novo marco legal do saneamento. Dissertação, Escola de Engenharia, Mackenzie, São Paulo, 2021.
36. RIGHETTO, A. M. ; MOREIRA, L.F.F.; SALES T. E. A. . Manejo de Águas Pluviais Urbanas. In: FINEP; CRHIDRO; PROSAB. (Org.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. 1ed.Rio de Janeiro: ABES, 2009, v. 1, p. 19-73.
37. RODRIGUEZ, D. J.; VAN DEN BERG, C.; MCMAHON, A. 2012. Investing in Water Infrastructure Capital, Operations and Maintenance. *Water papers*; World Bank, Washington, DC. © World Bank. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional.
38. SNIS - Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. 2022.
39. SOTTO, D. Sustentabilidade urbana: dimensões conceituais e instrumentos legais de implementação. *Estudos Avançados [online]*. 2019, v. 33.
40. TASCA, F. A. Simulação de uma Taxa para Manutenção e Operação de Drenagem Urbana para Municípios de Pequeno Porte. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. 163 p.



41. TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.7, n.1, p. 5-27, 2002.
42. TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana. Distrito Federal: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.
43. VOGL, A. L.; BRYANT, B.P.; HUNINK, J. E.; WOLNY, S.; APSE, C.; DROOGERS, P. Valuing investments in sustainable land management in the Upper Tana River basin, Kenya. Journal Of Environmental Management, [S.L.], v. 195, p. 78-91, jun. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.10.013>.
44. WANG, Y.; SUN, M.; SONG, B. Public perceptions of and willingness to pay for sponge city initiatives in China. Resources, Conservation And Recycling, [S.L.], v. 122, p. 11-20, jul. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.002>.sobre Técnicas de Tratabilidade. 1993/1995.