

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO - UNIBRA  
CURSO DE GRADUAÇÃO BACHARELADO EM  
ENGENHARIA CIVIL

JEANE DE LIMA BARBOSA

**SOLUÇÕES PARA A DRENAGEM URBANA: O QUE  
A FALTA DE PLANEJAMENTO URBANO E  
EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL PODE OCASIONAR**

RECIFE/2023

JEANE DE LIMA BARBOSA

**SOLUÇÕES PARA A DRENAGEM URBANA: O QUE  
A FALTA DE PLANEJAMENTO URBANO E  
EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL PODE OCASIONAR**

Projeto apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

Professor Orientador: Dra. Carolina de Lima França

RECIFE/2023

Ficha catalográfica elaborada pela  
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

B238s    Barbosa, Jeane de Lima.  
          SOLUÇÕES PARA A DRENAGEM URBANA: o que a falta de  
planejamento urbano e educação socioambiental pode ocasionar/ Jeane de  
Lima Barbosa. - Recife: O Autor, 2023.  
          48 p.

          Orientador(a): Dra. Carolina de Lima França.

          Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário  
Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

          Inclui Referências.

          1. Drenagem urbana. 2. Planejamento urbano. 3. Educação  
socioambiental. I. Centro Universitário Brasileiro. - UNIBRA. II. Título.

CDU: 34

*Dedico este trabalho em especial para meu pai, que mesmo não estando mais presente em minha vida, sempre presou por minha educação e de meus irmãos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao Pai Celestial pelos desígnios que a mim foram confiados.

A meus filhos Victor Manuel e Débora Lima minhas joias, que sempre foram motivos para seguir em frente e jamais baixar a cabeça.

A minha mãe que sempre foi exemplo para mim, especialmente no que diz respeito à força e determinação. No entanto, aprendi que mesmo sendo forte podemos enfrentar momentos difíceis e nesses momentos manter a esperança é essencial.

Em especial, a meu pai Severino Justino Barbosa que mesmo não estando entre nós deixou lições que marcaram, aprendi desde jovem que na vida tudo passa e que não há mal que perdure para sempre, ensinamentos estes que levarei para sempre.

Ao meu sobrinho Rodrigo Venâncio que sempre incentivou para que eu fizesse um curso superior, meu orgulho.

Aos meus amigos e colegas da universidade a minha gratidão, pela troca de experiências ao longo deste percurso, em especial a meus professores Carolina Lima e Mario Mardone.

Aos meus amigos e irmãos que sempre incentivaram e acreditaram em minha capacidade José Jorge Barbosa, Veraldo Valdeci de Santana e Maria Elisabete Costa de Santana.

*“Onde há um desejo, há um caminho.”*

*Albert Einstein*

**Resumo:** A ocupação desordenada do solo causada pela expansão urbana acaba por resultar em diversas consequências e devido à insensibilidade da população, parte dos resíduos sólidos como sacolas plásticas, vidro, garrafas PET's entre outros materiais acabam por obstruir as redes de drenagem urbana, onde em vez de coletar as águas provenientes da chuva, acabam sendo obstruídas pelo lixo dispostos irregularmente em vias públicas, que devido à intensidade da chuva, coincidir com a maré alta e algumas vezes devido ao município ser ao mesmo nível do mar causa alagamentos, causando um grande caos. Devido a isso se faz necessário soluções para a drenagem urbana, por causa da falta de planejamento urbano e educação socioambiental. O objetivo deste trabalho é apresentar as dificuldades e possíveis soluções para a drenagem urbana, devido à falta de planejamento urbano e educação socioambiental. Tratando-se de uma revisão bibliográfica onde foram analisados livros e monografias disponíveis na biblioteca da instituição de ensino, artigos científicos disponibilizados em bases de dados e sites de busca como Google acadêmico, Scielo, além de dados obtidos pelo IBGE. De acordo com o Censo 2022 publicado pelo IBGE, dentre os anos de 2010 e 2022 ocorreu um crescimento de 6,5% na população brasileira, resultando em cerca de 203,1 milhões de pessoas, onde cerca de 124 milhões vivem em concentrações urbanas. Tendo isso em mente, também se faz necessário saber que no mundo a ocorrência dos desastres hidrometeorológicos corresponde a 90 % das calamidades, enquanto que no Brasil, dentre os anos de 1990 a 2015, tais desastres correspondem a 25% dos desastres naturais nos países. Partes desses desastres estão ligadas à deflagração de chuvas que podem variar entre chuvas prologadas e/ou intensas, onde pode causar diversos impactos, seja na infraestrutura, perdas materiais e a saúde pública e que em muitos casos as cidades acabam por ser levadas ao caos em períodos de chuva intenso, já que algumas podem ser encontradas praticamente no nível ou até mesmo abaixo do nível do mar, o que agrava o alagamento quando acaba por coincidir com os eventos de maré alta, sendo um desses exemplos desses municípios a cidade do Recife, que também sofre com essas calamidades devido que ao longo da história acabou por passar por diversos aterramentos por parte da população durante os anos. Devido a isso, a busca por soluções e inovações para poder mitigar os danos decorridos durante os anos é necessário, sendo um deles técnicas de drenagem compensatórias, como exemplo jardim de chuva A construção de parques lineares ou até mesmo jardins de chuvas, biovaletas e o uso de asfalto drenantes são meios de técnicas compensatórias que possibilitam a filtragem e o reuso das águas, mas um fator que implica na sua eficácia e implantação é seu valor financeiro e até mesmo a falta de educação sócio ambiental por parte da população, já que mesmo que os órgãos públicos realizem as manutenções necessárias periodicamente, a população se faz necessária para o bom funcionamento de todo o sistema.

**Palavras-chave:** Drenagem urbana. Planejamento urbano. Educação socioambiental.

**Abstract:** The disorderly occupation of land caused by urban expansion ends up resulting in several consequences and due to the insensitivity of the population, part of the solid waste such as plastic bags, glass, PET bottles and other materials ends up obstructing urban drainage networks, where instead of collect water from rain, end up being obstructed by garbage irregularly disposed on public roads, which due to the intensity of the rain, coinciding with high tide and sometimes due to the municipality being at the same level as the sea, causes flooding, causing great chaos. Because of this, solutions for urban drainage are necessary, due to the lack of urban planning and socio-environmental education. The objective of this work is to present the difficulties and possible solutions for urban drainage, due to the lack of urban planning and socio-environmental education. This is a bibliographic review in which books and monographs available in the educational institution's library, scientific articles available in databases and search sites such as Google Scholar, Scielo, as well as data obtained by IBGE, were analyzed. According to the 2022 Census published by IBGE, between 2010 and 2022 there was a 6.5% growth in the Brazilian population, resulting in around 203.1 million people, where around 124 million live in urban concentrations. With this in mind, it is also necessary to know that in the world the occurrence of hydrometeorological disasters corresponds to 90% of calamities, while in Brazil, between the years 1990 and 2015, such disasters correspond to 25% of natural disasters in the country. Parts of these disasters are linked to the onset of rain that can vary between prolonged and/or intense rains, which can cause various impacts, whether on infrastructure, material losses or public health, and in many cases cities end up being thrown into chaos in periods of intense rain, as some can be found practically at or even below sea level, which worsens flooding when it ends up coinciding with high tide events, one such example of these municipalities being the city of Recife, which also suffers from these calamities due to the fact that throughout history it ended up going through several landfills by the population over the years. Due to this, the search for solutions and innovations to mitigate the damage that has occurred over the years is necessary, one of them being compensatory drainage techniques, such as rain gardens. The construction of linear parks or even rain gardens, bioswales and the use of draining asphalt are means of compensatory techniques that enable the filtration and reuse of water, but a factor that implies in their effectiveness and implementation is their financial value and even the lack of socio-environmental education on the part of the population, since even that public bodies carry out the necessary maintenance periodically, the population is necessary for the proper functioning of the entire system.

**Keywords:** Urban drainage. Town planning. Social and environmental education.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1. PROBLEMATIZAÇÃO.....	12
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>12</b>
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
3.1. OBJETIVO GERAL .....	13
3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>4. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
4.1. PLANEJAMENTO URBANO .....	13
4.2. DRENAGEM URBANA.....	14
4.3. TÉCNICAS DE DRENAGEM COMPENSATÓRIAS .....	16
4.4. EDUCAÇÃO SÓCIOAMBIENTAL .....	18
<b>5. DELINEAMENTO METODOLÓGICO</b> .....	<b>19</b>
<b>6. ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>19</b>
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>32</b>
7.1. Demonstrar as dificuldades encontradas perante a drenagem urbana devido ao descarte irregular de resíduos sólidos.....	49
7.2. Levantar quais são as possíveis soluções para a melhoria da drenagem urbana. ....	51
7.3. Analisar os benefícios que o planejamento urbano e a educação socioambiental podem acarretar para a população.....	52
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>55</b>

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Caldeira e Lima (2020) o uso e ocupação do solo provocado pela expansão urbana, induz a diversas consequências que são caracterizadas especialmente pela impermeabilização da bacia de drenagem, avanço desordenado da população e uso indevido da capacidade de suporte do meio, o que acaba degradando o meio ambiente. Mesmo assim, é importante a existência de uma rede de drenagem, uma vez que a mesma provém o bem-estar e a segurança da população. Sendo o Brasil um dos países onde vários problemas urbanos provocados pelo sistema de drenagem ineficiente, especialmente quando se refere aos meses chuvosos. Estes problemas não são exclusivos das áreas periféricas da cidade, porém estes bairros, na maioria das vezes, são os que mais sofrem com tais problemas, justamente por serem menos saneados e não disporem de estruturas de micro e macrodrenagem urbana condizentes com as necessidades locais.

Santana *et al.* (2018), relatam que durante os anos de 1990 e 2015 no Brasil ocorreram desastres hidrometeorológicos, onde tais desastres representam 25% dos desastres naturais registrados no país. Esses desastres podem ser deflagrados por chuvas prolongadas, como também por chuvas intensas e/ou extremas que podem levar a diferentes impactos, como aos relacionados à infraestrutura urbana, perda materiais e relacionados à saúde pública. Com fatores ligados ao processo de urbanização e a obras de microdrenagem urbana, as principais cidades do Brasil veem sofrendo com os alagamentos, sendo levadas ao caos principalmente em períodos de chuva intensa, podendo coincidir com os eventos de maré alta.

Tendo o exemplo da cidade de Recife, que contem características físicas propicias a ocorrências de inundações e alagamentos, haja vista que a cidade sempre foi cortada por canais, com áreas isoladas naturalmente e que devido aos constantes aterros que ocorreu no inicio de sua ocupação, acabou por perturbar a ordem da drenagem e escoamento de todo o local. Esse fator contribui para os alagamentos, obstrução das canaletas, como também esta ligada a falta de obras de microdrenagem urbana, ou até mesmo a ineficiência da coleta de lixo e alto índice de poluição, fazendo assim a mesma ser bastante suscetível a alagamentos, já que diversos pontos da cidade estão praticamente no nível do mar (CABRAL, 2001, SANTANA *et al.* 2018).

De acordo com Beninca (2021) parte da problemática da drenagem urbana se da pelos resíduos sólidos, que com o passar do ano foi percebido um aumento do

consumo em locais públicos de produtos do tipo *fast-food*, que possuem em sua maioria embalagens de plástico, sendo um dos principais resíduos que adentram no sistema de drenagem. O Brasil como outros países em desenvolvimento apresentam uma situação preocupante, pois mesmo com a existência dos serviços públicos de limpeza urbana, devido o despejo de resíduos sólidos irregulares em terreno baldios e próximo aos cursos d'água, que acabam se tornando agentes de transporte dos resíduos com obstrução do fluxo e formação de inundações, tornando a limpeza urbana em parte ineficiente.

Além disso, é dito que para que esses problemas ocorreram se faz a necessidade de implementar medidas de contenção, que são medidas que podem variar em medidas estruturais e não estruturais, onde as não estruturais são eficientes, mas necessitam de um planejamento em longo prazo, pois envolvem questões educacionais, culturais e sociais, Enquanto já em curto prazo, se utiliza as medidas estruturais, que precisam ser dimensionadas com parâmetros bem definidas (BUFFO, 2022).

Em dados levantados em 2011 pelo IBGE, a população brasileira teve um aumento de 37,22% nos últimos 50 anos, onde cerca de 80% da população reside em áreas urbanas devido ao ensejo de serviços e empregos, contudo este crescimento populacional ocorre de forma desproporcional ao setor de infraestrutura de águas das cidades, levando a uma sobrecarga no manejo dos resíduos, sistemas de drenagem e no esgotamento sanitário. Devido a isso, os serviços públicos acabam por não acompanhar o esgotamento sanitário fazendo assim com que as galerias de águas pluviais acabem por servir de amplas galerias de esgoto em vez de coletarem águas provenientes de chuva, impactando gravemente o sistema de drenagem (IBGE, 2023).

Tendo isso em mente, com a expectativa de mitigar os efeitos sofridos pelas redes de drenagem, novos modelos de planos para gestão de drenagem surgiram, onde após muitas fases e ajustes e com projetos já existentes pleiteando técnicas naturais para o escoamento superficial, conhecidas como técnicas compensatórias de drenagem urbana acabam por se basear em processos de retenção, interceptação, evapotranspiração, armazenamento e infiltração das pluviais (PEREZ, 2022). Sendo assim o objetivo deste trabalho é apresentar as dificuldade e possíveis soluções para a drenagem urbana, devido á falta de planejamento urbano e educação socioambiental.

## **1.1. PROBLEMATIZAÇÃO**

Quais as dificuldades encontradas na drenagem urbana devido à falta de planejamento urbano e educação socioambiental?

## **2. JUSTIFICATIVA**

De acordo com o Censo 2022 publicado pelo IBGE (2023), dentre os anos de 2010 e 2022 ocorreu um crescimento de 6,5% na população brasileira, resultando em cerca de 203,1 milhões de pessoas, onde cerca de 124 milhões vivem em concentrações urbanas. Enquanto que em matéria publicada pelo IBGE (2020), 39,7 % dos municípios brasileiros não tem serviço de esgoto no país, o que resulta em cerca de quatro a cada dez municípios. A mesma publicação cita que em 2017 as prefeituras prestavam o serviço de saneamento básico à população, contudo esse numero vem caindo ao longo dos anos, com o aumento da participação das companhias estaduais e autarquias.

Tendo isso em mente, também se faz necessário saber que no mundo a ocorrência dos desastres hidrometeorológicos corresponde a 90 % das calamidades, enquanto que no Brasil, dentre os anos de 1990 a 2015, tais desastres correspondem a 25% dos desastres naturais nos pais. Partes desses desastres estão ligados à deflagração de chuvas que podem varias entre chuvas prologadas e/ou intensas, onde pode causar diversos impactos, seja na infraestrutura, perdas materiais e a saúde pública e que em muitos casos as cidades acabam por ser levadas ao caos em períodos de chuva intensa, já que algumas podem ser encontrar praticamente no nível ou até mesmo abaixo do nível do mar, o que agrava os alagamento quando acaba por coincidir com os eventos de maré alta, sendo um desses exemplos desses municípios a cidade do Recife, que também sofre com essas calamidades devido que ao longo da historia acabou por passar por diversos aterramentos por parte da população durante os anos.

O Brasil como outros países em desenvolvimento apresenta uma situação preocupante, pois mesmo que existam serviços de limpeza urbana, a periodicidade de coleta não é capaz de remover todos os resíduos gerados, em parte pelo descarte de residuos solidos, como sacolas plasticas, latas, garrafas de vidro, papelão, isopor e garafas PET's, onde a quantidade de residuos solidos urbanos destiandos inadequadamente cresceu 16% na ultima decada, onde o montante passou de 25,3 milhões de toneladas por ano em 2010 para 29,4 milhões de

toneladas por ano em 2019, segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), onde ocorre parte desse descarte irregular em vias públicas e calçadas e que acaba resultando no aumento de sedimento e material sólidos que contribui para o assoreamento das seções canalizadas da rede, reduzindo a capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos.

Sendo assim, os sistemas de drenagem urbana são essenciais para a prevenção de inundações e alagamentos, contudo devido à insensibilidade por parte da população a rede acaba por ser prejudicada e que mesmo com um planejamento urbano sendo considerado desde o início, será necessário um alto custo para sua manutenção e mesmo assim o mesmo mostrará deficiência. Devido a isso, a busca por soluções e inovações para poder mitigar os danos decorridos durante os anos é necessário, sendo um delas técnicas de drenagem compensatórias, como exemplo jardim de chuva.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

- Demonstrar as possíveis soluções para a drenagem urbana através do planejamento urbano e educação socioambiental e o que a falta delas pode ocasionar.

#### **3.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Demonstrar as dificuldades encontradas perante a drenagem urbana devido ao descarte irregular de resíduos sólidos;
- Levantar quais são as possíveis soluções para a melhoria da drenagem urbana;
- Analisar os benefícios que o planejamento urbano e a educação socioambiental podem acarretar para a população.

### **4. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **4.1. PLANEJAMENTO URBANO**

De acordo com Lima, Lopes e Façanha (2019), o crescimento urbano e populacional trazem problemas ambientais e de gestão, onde proporcionalmente cresce também a necessidade de habitação, infraestrutura, saneamento, serviços de saúde e educação, entre outros equipamentos. Devido a crescente necessidade de moradia, parte da população viu a necessidade de realizar aterros em córregos e

lagoas, corta encostas e ocupar as margens de rios e áreas naturais. A expansão do perímetro urbano para construção de conjuntos habitacionais ou mesmo para regularizações de ocupações espontâneas é uma realidade nas cidades brasileiras.

Tudo isso, segundo Lima; Lopes e Façanha (2019), a degradação progressiva de áreas de mananciais, com a implantação de loteamentos irregulares e a instalação de usos e índices de ocupação incompatíveis com a capacidade de suporte do meio, onde a legislação urbana é o principal instrumento de controle no processo de uso e ocupação do solo. No entanto, esse instrumento, de competência do governo municipal, nem sempre se mostra eficiente, provocando, muitas vezes, efeitos perversos, como áreas mais valorizadas que outras e terras estocadas para especulação imobiliária, empurrando a população mais carente para a periferia com infraestrutura e serviços precários ou para áreas ambientalmente inadequadas.

Com o decorrer das expansões territoriais e ocupação do solo, se faz necessário um plano para projetar e organizar as necessidades que passaram a serem necessárias para a localidade, sendo direcionada a segurança pública saneamento, saúde, transporte entre outros pontos cruciais de uma moradia e estilo de vida adequada. O plano diretor é um documento que tende a unir todos os interesses da população em um planejamento regido pelos órgãos públicos em suas esferas com o intuito de planejar, organizar, estudar e elucidar aqueles que serão contemplados por suas diretrizes em uma melhor qualidade de vida, normalmente fomentado pela sociedade civil, por meio de processos de construção coletiva, audiências públicas, debates e oficinas e buscam atingir as funções sociais da cidade e da propriedade urbana, sustentabilidade, equidade socioterritorial, integração metropolitana e intraurbana e gestão democrática (PREFEITURA DO RECIFE, 2018).

#### **4.2. DRENAGEM URBANA**

Segundo Macedo, Vieira e Furigo, (2020) no Brasil, o sistema de drenagem urbana foi construído ao longo dos anos de maneira descontinuada, sob o aspecto da falta de planejamento ambiental necessário e sob o critério do rápido escoamento das águas superficiais no meio urbano. Ao mesmo tempo, os problemas referentes à drenagem urbana são cada vez mais frequentes nas cidades, onde se é perceptível que não são mais necessárias chuvas de grande intensidade para que isto aconteça, mas o que muitos não percebem é que a falta de manejo adequado da infraestrutura

de drenagem e dos resíduos sólidos tem sido a causa da ocorrência de enxurradas e alagamentos, seja pelo volume excessivo de água de chuva escorrendo superficialmente, pelo acúmulo de areia e pedra proveniente das atividades de construção civil acumulados em calçadas, sarjetas e ruas, e o lixo simplesmente lançado nas vias públicas.

Na segunda metade do século XX, as cidades brasileiras cresceram e com isso o ciclo hidrológico foi extremamente modificado. Com sucessivos aterros, a forma das bacias hidrográficas mudou ao longo do tempo, e as canalizações aceleraram o escoamento das águas pluviais. A construção de habitações, por vezes construídas informalmente, bem como o asfalto e o concreto nas ruas, reduziu a infiltração de modo que, para uma chuva de mesma intensidade, o ciclo hidrológico foi modificado, e a vazão produzida pode chegar a ser seis vezes maior do que a anterior. Para conviver com as vazões cada vez mais intensas, durante algumas décadas os projetos de drenagem focaram no aumento da capacidade hidráulica dos condutos, ampliando o diâmetro das tubulações ou fazendo projetos de grandes galerias. No que se refere à macrodrenagem, para dar escoamento às grandes vazões geradas pela urbanização, muitas obras têm sido feitas, canalizando, aumentando a seção transversal dos canais, cortando meandros, retificando os cursos de água (VASCONCELOS, 2022).

O crescimento desorganizado das cidades vem acarretando grandes problemas de suprimento de água potável, esgotamento e tratamento de esgotos e drenagem de águas pluviais, ainda sofrendo agravamento devido à falta de investimento nessas áreas e ocupações informais. Áreas litorâneas sofrem mais ainda com esses agravamentos, por se tratar de um ambiente frágil e mais susceptível às agressões provocadas pela urbanização quando esta ocorre sem planejamento. Tendo como exemplo a cidade de Recife, aonde chega a apresentar cotas mais frequentemente entre 5m a 0 m, podendo atingir de modo localizado, valores superiores e até negativos, que além de conter características físicas propícias devido estar abaixo do mar, se agrava devido aos vários aterros que sofreu pela população para construção de habitações ao decorrer dos anos (CABRAL, 2001, SANTANA *et al.* 2018).

Segundo Macedo; Vieira; Furigo, (2020) e Valentim (2021) no estudo de sistema de drenagem urbana, é rotineiro dividir a infraestrutura em dois subsistemas distintos: sistema de microdrenagem e o sistema de macrodrenagem.

- **Microdrenagem:** O sistema é formado pelo conjunto de condutos destinados a receber e conduzir as águas de chuvas vindas das construções, ruas, praças, lotes, e encaminha-las para o sistema de macrodrenagem. Esta etapa da drenagem é projetada para atender à drenagem de eventos hidrológicos com risco baixo á moderado. Corresponde a parte desse sistema: sarjetas, guias, bocas de lobo, galerias, trecho de galerias, caixa de passagem, poço de visita, estação elevatória.
- **Macro drenagem:** Constituída por elementos de dimensões maiores que as de microdrenagem, o sistema corresponde à rede de drenagem natural pré-existente à urbanização, constituída por rios, córregos e talvegues, os quais podem receber obras que as modifiquem e as complementem, buscando diminuir o impacto de erosões, assoreamentos e inundações de toda extensão do talvegue principal, melhorando as condições de escoamento globais das águas, podendo ser realizada por canalizações, barragens, diques, entres outras que armazenam e conduzem grandes volumes de água.

#### **4.3. TÉCNICAS DE DRENAGEM COMPENSATÓRIAS**

A drenagem urbana normalmente se apresenta de duas formas: micro e macrodrenagem, onde a microdrenagem tem seu sistema formado pelo conjunto de condutos destinados a receber e conduzir as águas de chuvas vindas das construções, ruas, praças, lotes, e encaminha-las para o sistema de macrodrenagem e a macrodrenagem se constituem por elementos de maior dimensão em relação ao sistema de micro. Os dois sistemas tem o intuito de escoar as águas provenientes das chuvas de modo rápido, contudo com o aumento populacional e ocupação desordenada de áreas sem o devido planejamento urbano, originou solos com maior taxa de impermeabilização, acarretando em grandes impactos a infraestrutura das cidades, desta forma amplificando os riscos de inundações. Para minimizar as decorrências das ocorrências hidrologias, o poder público utiliza medidas estruturais, como as redes de drenagem urbana, que por sua vez, seria um paliativo com o sentido de solucionar o problema (GONZAGA, 2018, LOPES, 2021).

De acordo com Buffo (2022) as técnicas compensatórias são um segmento do desenvolvimento sustentável, as quais atuam nos sistemas de drenagem de forma a regularizar ou elevar a eficiência hidráulica, assim desenvolvendo um papel no

controle de enchentes e inundações urbanas. As técnicas compensatórias de controle de inundações constituem um conjunto de medidas estruturais e não estruturais que atuam direta e indiretamente na drenagem urbana, assim as medidas não estruturais são de cunho social, econômico e administrativo, visando então à redução dos prejuízos causados e uma melhor convivência com as enchentes, e são desenvolvidas através do controle de ocupação urbana, sistemas de alerta, seguros e educação ambiental. Já as medidas estruturais baseiam-se na modificação dos sistemas de águas urbanas através de obras de engenharia, podendo elas serem extensivas (atuam nas bacias e modificam o processo precipitação-vazão) ou intensivas (agem diretamente nos corpos hídricos, subdividindo-se em três componentes: aceleração do escoamento, retardo de escoamento e desvio de escoamento).

Lopes (2021) relata que, com as diversas dificuldades que começaram a aparecer com o crescimento das cidades, principalmente pelo problema da impermeabilização do solo, discussões sobre meios mais sustentáveis de drenagem começaram a surgir. Os sistemas de drenagem mais sustentáveis são aqueles que se adaptam melhor ao meio urbano, trazendo harmonia das cidades com o meio ambiente, além de solucionar o problema principal que é a redução da vazão de pico da água de chuva.

Diversas técnicas começaram a aparecer, trazendo soluções para integrar o meio hídrico, ecológico e urbano, melhorando a viabilidade e a estética dos municípios, juntamente com suas utilizações multifuncionais, onde podem ser inseridas em locais já existentes em um meio já urbanizado, planejadas para um meio a ser urbanizado ou rearranjadas em um ambiente em reurbanização. Uma das principais características destes sistemas de drenagem são as diversas alternativas facilitadoras, trazendo maior sustentabilidade ao meio urbano e aspectos agradáveis para a população que irá usufruir delas, onde algumas dessas técnicas podem ser as seguintes:

- Instalação de vedação temporária ou permanente nas aberturas das estruturas;
- Elevação de estruturas existentes;
- Construção de novas estruturas sob pilotis;
- Construção de pequenas paredes ou diques circulando a estrutura;

- Relocação ou proteção de artigos que possam ser danificados dentro de uma estrutura existente;
- Uso de material resistente à água;

#### **4.4. EDUCAÇÃO SÓCIOAMBIENTAL**

De acordo com Figueiredo (2018) vivemos em um período de crescente urbanização e que muitas vezes perdemos oportunidades de conviver com áreas verdes, seus ciclos naturais, com seus próprios ritmos e elementos, gerando cada vez mais conexões mais escassas entre o meio ambiente e a população, sendo necessário abordar sobre a relação entre a educação ambiental e as cidades.

De acordo com Cabral e Cândido (2019) o fenômeno da urbanização como processo histórico tem sido afiliado ao crescimento econômico, à diminuição dos índices de fertilidade, a uma maior expectativa de vida, à maior longevidade da população e aos deslocamentos geoespaciais. O próprio fenômeno da urbanização e o seu decorrente processo de expansão urbana são fomentos e objetos das acelerações das tecnologias, principalmente como resultado do que trouxera a Revolução Industrial. Onde vivemos em um mundo cada vez mais urbanizado onde o aumento da população tem se destacado em um cenário exponencial de crescimento e desigualdade, aumentam-se também as limitações de infraestrutura, saneamento, distribuição de água e o acesso aos serviços básicos de saúde e para a manutenção da vida. Além disso, percebe-se que o processo de crescimento das cidades não é somente desigual, mas que em cada lugar encontra-se um caminho próprio de construção no que tange às desigualdades, a exclusão das minorias.

De acordo com Oliveira e Miranda (2019) o lixo, conhecido tecnicamente como resíduos sólidos e é representado por materiais descartados pelas atividades humanas. Desde os tempos mais remotos até meados do século XVIII, quando surgiram as primeiras indústrias na Europa, o lixo era produzido em pequena quantidade e constituído essencialmente de sobras alimentares. O lixo pode ser classificado em orgânico e inorgânico, sendo que alguns dos materiais inorgânicos não são possíveis reciclar. O mundo passou por transformações e começaram a fabricar bens que antigamente tinham uma vida útil curta, passaram a serem bens duráveis, além de serem produzidos em larga escala e com o evoluir da tecnologia e do consumo dos materiais que surgiram junto a ele, à produção de lixo cresceu proporcionalmente, onde partes dos materiais passaram a serem vistos como itens

descartáveis. A problemática por trás dessa larga produção de lixo é que parte dos resíduos descartados de forma irregular aumentam a poluição do solo, das águas e que acaba por piorar as condições de saúde das populações, onde muitos dos descartes irregulares são realizados próximos a vias públicas e a fluxos de água.

## **5. DELINEAMENTO METODOLÓGICO**

O presente trabalho se trata de uma revisão bibliográfica onde foram analisados no período de Agosto a Novembro de 2023 livros e monografias disponíveis na biblioteca da instituição de ensino, artigos científicos disponibilizados em bases de dados e sites de busca como Google acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO), além de dados obtidos pelo Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística – IBGE.

Os descritores de busca utilizados foram drenagem urbana, planejamento urbano, educação socioambiental, sendo considerados como critério de inclusão os materiais publicados no ano de 2018 a 2023, disponíveis na língua inglesa, espanhola e portuguesa além de acesso na íntegra, como critérios de exclusão foram os trabalhos cujo não estejam completos e não esteja de acordo com o propósito da pesquisa, como também trabalhos apresentados em congressos, simpósios e palestras. Buscou-se analisar e descrever as dificuldades e soluções a cerca da drenagem urbana feita a partir da micro e macrodrenagem, seja sua implementação ou em sua manutenção.

## **6. ESTUDO DE CASO**

O presente estudo de caso está relacionado ao projeto de urbanização das margens do Rio Tejió, sendo ele um dos projetos ligados ao Parque Linear Rio Tejió, no trecho próximo à Avenida Recife, entre os bairros de Areias e do Ipsep, na capital de Recife, Pernambuco, Brasil. Onde a área ganhará um parque alagável, com uma área total de 3,9 mil m<sup>2</sup>, que inclui o alagamento da calha do rio e a implantação de equipamentos públicos, como minicampo, playground, áreas para jogos, cooper e piquenique..

Para que o projeto tivesse prosseguimento se fez necessárias a desapropriação e demolição dos imóveis situados na beira do rio, que começou em junho de 2022. O projeto tem como objetivo atenuar o histórico problema de drenagem na região, com o alargamento da calha. O conceito de Parque Alagável contempla a criação de um espaço extra para as águas, contando ainda com vegetação pensada para absorver a água e fomentar a biodiversidade local.

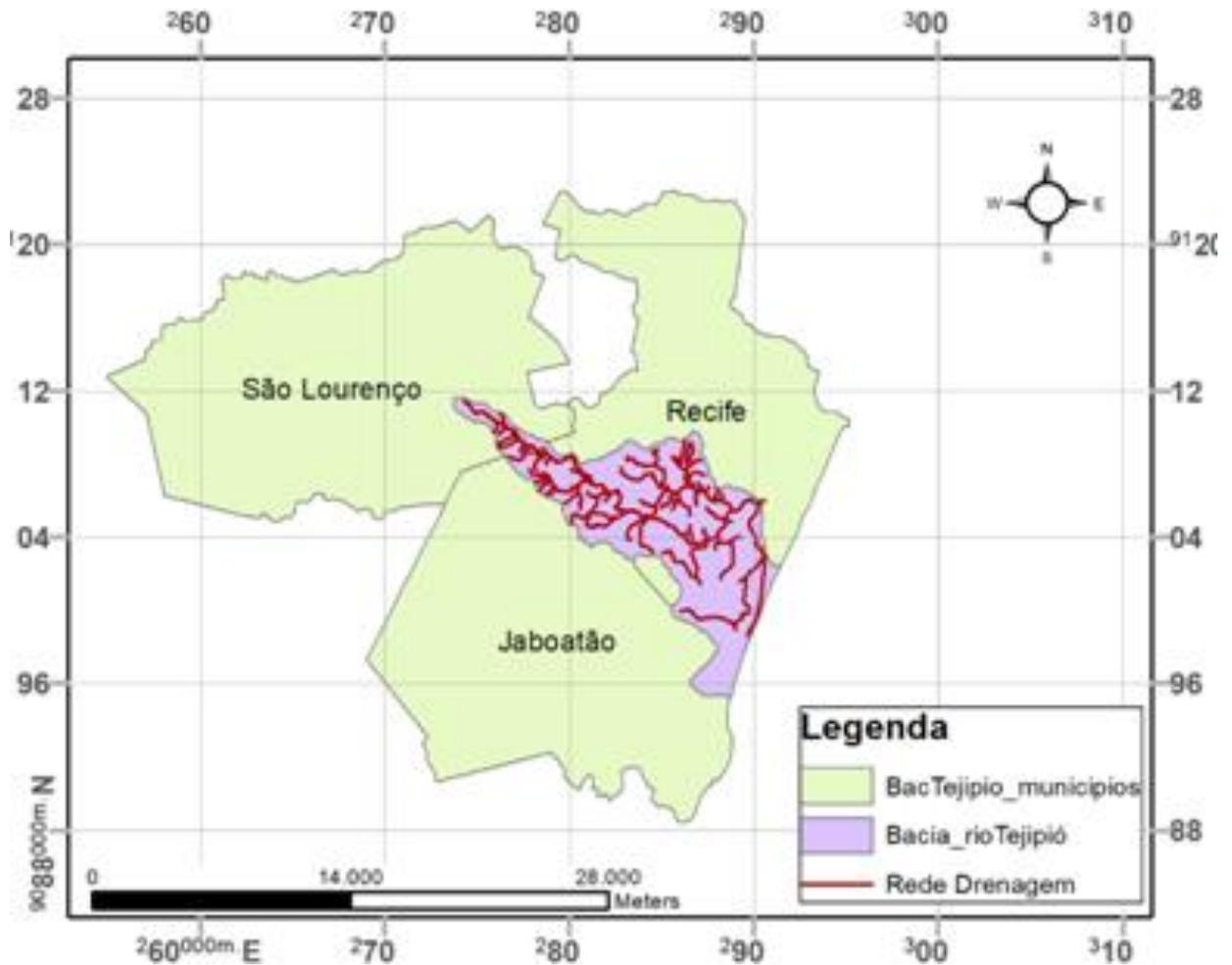
O projeto também se encontra incluído em um conjunto de propostas de intervenção urbano-ambiental para as margens de rios e riachos da cidade do Recife, projeto este que já vem sendo discutido desde 2013, onde além desse, rios como o Rio Beberibe, Juquiá, Morno, Camaragibe, Riacho dos Pintos, Dondon, Moxotó e o Braço morto do Capibaribe também são beneficiados pelo projeto.

A bacia do rio Tejipió apresenta uma área de 93 km<sup>2</sup> aproximadamente, e a calha do rio Tejipió tem cerca de 25 km de extensão. A bacia está inserida em três municípios da região metropolitana do Recife, sendo que cerca de 67% encontram-se na cidade do Recife, 27% inserida no município de Jaboatão dos Guararapes e São Lourenço da Mata com cerca de 6%.

Municípios da bacia do rio Tejipió.	Área permeável		Área impermeável	
	(KM <sup>2</sup> )	(%)	(KM <sup>2</sup> )	(%)
Recife	21.500	33.96%	41.812	66.04%
Jaboatão dos Guararapes	2.163	10.10%	19.253	89.90%
São Lourenço da Mata	7.898	95.16%	0.401	4.84%

Legenda: Taxa de ocupação em relação à permeabilidade da bacia do Rio Tejipió.  
Fonte: Emlurb, 2023.

No Recife, tem-se 27 bairros inseridos na bacia do Tejipió e a bacia conta com 57 afluentes, sendo que apenas 39 deles foram alvos de cadastros topográficos. No município de Jaboatão, a bacia contempla 7 bairros destacando-se os riachos Jangadinha e Mussaíba como principais contribuintes para o rio Tejipió. Já no município de São Lourenço da Mata, onde se localiza a nascente do rio Tejipió, há pequenos riachos contribuintes inseridos na reserva de Mata Atlântica, característica predominante da cobertura do solo nessa porção da bacia, destacando o riacho Cova da Onça como o principal afluente.



Legenda: Localização da bacia do rio Tejió.

Fonte: Emlurb, 2023.

A bacia apresenta ainda uma rede de drenagem com mais de 139 km cuja densidade é de 1,47 km/km<sup>2</sup>. A densidade de drenagem fornece uma indicação da eficiência da drenagem da bacia. Varia de aproximadamente 0,5 km/km<sup>2</sup>, para bacias com drenagem pobre, a 3,5 km/km<sup>2</sup> ou mais, para bacias excepcionalmente bem drenadas. Logo a bacia do rio Tejió apresenta uma densidade média.



Legenda: Rede de Drenagem da bacia do rio Tejió.  
 Fonte: EMLURB, 2023.

Foi constatado que o processo de ocupação sem controle ao longo de décadas, vem proporcionado cheias na bacia com periodicidade média de duas vezes ao ano conforme se têm constatado nessas últimas duas décadas. Deixando parte de regiões da cidade do Recife, como nos bairros de Coqueiral, Engenho Uchôa, Ibura, IPSEP, Imbiribeira, Jardim São Paulo e Afogados alagados trazendo transtorno a mobilidade e danos materiais para populações e prejuízos.

Com relação à poluição a bacia do Tejió e a do rio Beberibe se enquadram como bastantes poluídas, com grande quantidade de esgotos lançados em seus rios e canais, além de grande quantidade de resíduos sólidos lançados diariamente nesses corpos d'água, contribuindo ainda mais para proliferação de doenças.

O exutório da bacia do rio Tejió está localizado na planície do Recife como as dos rios Capibaribe e Beberibe, além de seus principais afluentes. Nessa região há grande influência dos movimentos das marés oceânicas que influenciam o processo de escoamento desses rios, que em períodos chuvosos intensificam os níveis de alagamentos na bacia nessa região.

Com a conclusão Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife em 2016, através da Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana, foi dada ênfase a bacia do rio Tejipió, trecho contido no território do Recife, considerando a importância da bacia para cidade e os impactos decorrentes pela falta de ações ao longo de várias décadas nessa bacia pelos entes federativos. Como também observando que as outras principais bacias da cidade (Capibaribe e Beberibe) foram alvos de ações por parte do Governo Estadual.

Na elaboração dos Estudos de Concepção para Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife foram levadas em conta as ações de gestão, planejamento e projeto na drenagem urbana, cujo objetivo, uma vez implantado em sua plenitude, reduzir a necessidade de intervenções emergenciais, diminuir os riscos de impactos no meio ambiente e sobre a sociedade, sendo indispensável mitigar os existentes, por meio da adequada distribuição da água no tempo e no espaço e redução dos poluentes gerados pela população, enfatizando: a bacia hidrográfica é a unidade de planejamento; as ações preferenciais para a gestão da drenagem devem ser não estruturais: legislação e gestão adequada; medidas estruturais corretivas na drenagem urbana devem ser realizadas.

Nesse Plano além do diagnóstico e o estabelecimentos das diretrizes para todos os sistemas de drenagem de águas pluviais da cidade, a bacia do rio Tejipió foi priorizado, contemplando-a com um estudo de requalificação dos rios principais (Tejipió e Jiquiá) nos trechos contidos na cidade do Recife. Onde o estudo acabou por concluir que uma das soluções principais e de melhor custo benefício seria trabalhar com o manejo das águas pluviais com implantação de parques lineares, reservatórios de controle de vazão, além de urbanização na bacia.

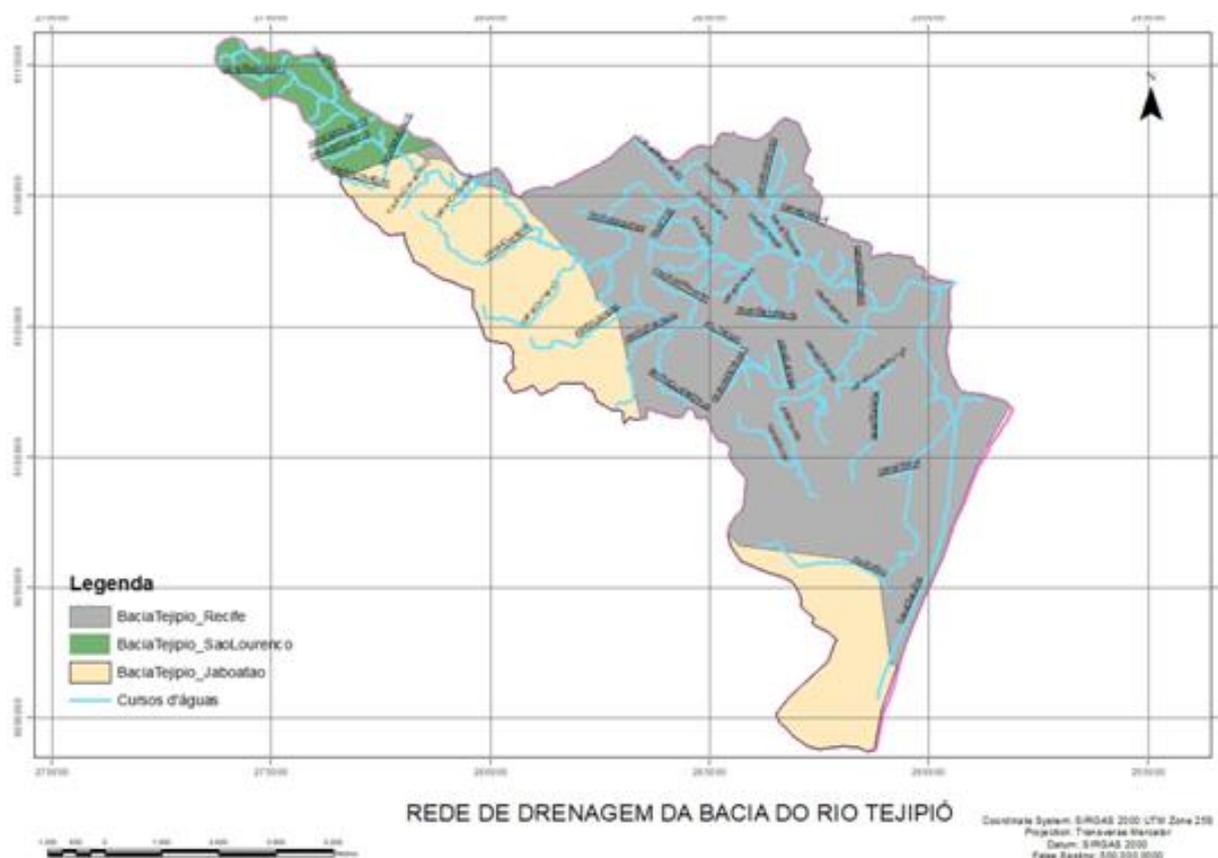
Constam no referido Plano a implantação de 13 parques nas margens dos rios Tejipió e Jiquiá. Com eles será possível promover o amortecimento das águas, reduzindo os impactos por alagamentos e melhorar a qualidade de vida a população, além de melhoria na mobilidade em logradouros que são impactados anualmente com esses eventos.



Legenda: Proposta de Parques Lineares na bacia do rio Tejió no Recife.

Fonte: EMLURB, 2023.

Por outro lado entendeu-se que esse estudo deverá ser estendido ao restante da bacia que fica nos municípios de município de Jaboatão dos Guararapes e São Lourenço da Mata onde caberá o custeio e responsabilidade aos demais entes federativos envolvidos e o Governo do Estado ou ainda através de recursos oriundos do Governo Federal.



Legenda: Parcelas da bacia do Tejió por município.  
 Fonte: EMLURB, 2023.

Em relação às ações de manutenção a bacia do rio Tejió, além da sua calha, contempla no Recife, entre rios, riachos e canais, 45 corpos d'água, que são alvos de manutenção anual de responsabilidade da Autarquia de Limpeza Urbana Emlurb, e dentre esses, alguns são alvos de mais de uma ação anual dependendo do comprometimento do seu funcionamento para do conjunto da rede de microdrenagem tributária para o mesmo. No quadro a seguir, é apresentada a rede de drenagem da bacia do rio Tejió no Recife e que a Emlurb faz manutenção anualmente com ações de dragagem e remoção de resíduos sólidos. Identificamos também alguns cursos d'água difusos localizados em áreas de preservação ambiental e, que inclusive por essa razão não foram cadastrados pelo difícil acesso, mas como estão a montante e em estado de leito natural, não há necessidade de intervenção de manutenção. Também existem aqueles que embora cadastrados, encontram-se em áreas ocupadas por assentamentos de moradias subnormais ocupando parte da própria calha do curso d'água ou por vez canalizada em trechos, cuja manutenção fica precarizada e se processa como microdrenagem.

SEQ	EXTENSÃO (m)	NOME RIACHO	RPA	SITUAÇÃO DE CADÁSTRO	Ação de manutenção	SEQ	EXTENSÃO (m)	NOME RIACHO	RPA	SITUAÇÃO DE CADÁSTRO	Ação de manutenção
1	1.619,14	riacho da BR 232-1	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	29	6.791,63	canal Setúbal	6	SIM	99.909,88
2	846,55	canal Manduzinho	5	NÃO	OCUPADO	30	411,83	canal Vila Borboirema	6	SIM	13.989,27
3	2.473,21	riacho Queira Deus	5	SIM	122.939,16	31	3.056,92	riacho do Pacheco	5	SIM	OCUPADO
4	1.739,44	canal Jardim Planalto	5	SIM	44.761,96	32	7.393,38	rio Iliquá	5	SIM	725.291,96
5	549,91	riacho 2 Mata do Uchoa	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	33	1.121,94	riacho de São Leopoldo	4	SIM	267.009,32
6	451,18	canal Jardim Uchoa	5	SIM	26.653,25	34	693,65	canal de Areias	5	SIM	53.147,18
7	1.056,28	canal Laranjeiras	5	SIM	116.051,68	35	897,45	canal do Barreto	5	SIM	75.000,00
8	795,44	canal Caçote	5	SIM	110.798,09	36	559,15	canal Solos	6	NÃO	59.706,74
9	1.395,60	canal Cabeceira 18	6	NÃO	85.396,65	37	424,88	canal Aftana	6	NÃO	LIMPA COMO MICRO
10	740,34	canal da Av Recife	6	SIM		38	1.108,01	canal Encanta Moça	6	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO
11	299,85	canal 1 área de Brennan	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	39	3.623,96	canal da Malaria	6	SIM	120.904,71
12	347,09	riacho da BR 232-2	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	40	697,85	canal de Luxemburgo	6	SIM	
13	1.757,31	riacho Curado 1	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	41	20.132,82	rio Tejipió	5/6	SIM	204.926,54
14	1.598,55	riacho Jardim Botânico	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	42	612,90	canal Arq. Maria Lúcia	6	SIM	107.456,37
15	1.156,86	canal Av. Liberdade	5	SIM	147.691,98	43	458,71	riacho Parque das Flores	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO
16	5.207,15	rio Curado	5	SIM	200.000,00	44	1.533,70	canal de Guarulhos	5	SIM	143.014,36
17	923,25	canal ITEP	4	SIM	ÁREA PRESERVAÇÃO	45	503,23	canal Jardim São Paulo	5	SIM	150.000,00
18	1.446,99	riacho IFPE	4	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	46	924,74	canal Hospital da Mulher	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO
19	1.971,02	canal 2 - área de Brennan	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO	47	1.158,36	canal Roda de Fogo	4	SIM	43.372,12
20	875,42	canal da Marinha	4	SIM	67.134,33	48	2.784,57	canal Torreões	4	SIM	80.000,00
21	401,11	canal Zé Pellin	4	SIM		49	1.260,01	riacho 1 Mata do Uchoa	5	NÃO	ÁREA PRESERVAÇÃO
22	899,21	canal da Mangueira	5	SIM		50	11.496,65	rio Jordão	6	SIM	929.979,72
23	769,43	canal da Chesf	4	SIM	150.000,00	51	1.385,02	canal do Iraque	5	SIM	54.976,77
24	1.297,02	canal 21 Abril	4	SIM		52	2.197,17	canal do Iburá	6	SIM	507.372,68
25	373,12	canal Carneiro Maitz	4	SIM	50.000,00	53	4.126,03	rio Moxotó	6	SIM	
26	216,49	canal Carlos Brito	4	SIM	45.000,00	54	1.229,49	canal da Sanbra	5	SIM	192.778,66
27	487,37	canal São Pedro	5	SIM	42.529,39	55	642,07	canal 30 Outubro	5	SIM	56.481,98
28	336,80	canal Lagoa Amça	6	SIM		56	215,02	canal José Demétrio	5	NÃO	42.022,23
						57	517,26	canal Santa Maria	5	NÃO	29.144,88
TOTAL INVESTIDO 2022					1.208.956,49	TOTAL INVESTIDO 2022					3.956.485,37
TOTAL GERAL										R\$	5.165.441,86

Legenda: Rede de drenagem do Rio Tejipió alvo de ações de manutenção.

Fonte: EMLURB, 2022.

Esclarecemos também que nem sempre ações de retificação de macrodrenagem são recomendadas, haja vista o entendimento e princípios de que a melhor solução ambiental é aquela que prioriza a renaturalização dos cursos d'água e a manutenção dos traçados naturais dos rios, embora tenham que reconhecer que as ações antrópicas verificadas no Recife são de tal magnitude que do ponto de vista social são praticamente irreversíveis para a renaturalização, deixando de ser uma questão de engenharia para ser predominantemente uma questão social e, assim a solução se dar pela mitigação de intervenções estruturais e não estruturais para o manejo das águas sejam em parques lineares ou bacias de amortizações, conciliando com a urbanização com a ocupação por moradias.

Atualmente o rio Tejipió está sendo alvo de uma ação com a remoção de ocupação de moradias de dentro da calha do rio e margens, seguida da reconstituição da calha, no trecho que corta o bairro do IPSEP, eliminando assim o estrangulamento verificado num trecho de aproximadamente 200 m de extensão.



Legenda: Conformação de calha do Rio Tejió no Ipsesp.

Fonte: EMLURB, 2022.

Observando na figura anterior que as áreas remanescentes serão alvo de urbanização com a implantar do parque linear previsto pelo Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife. No quadro a seguir é apresentados os recursos financeiros que estão sendo aplicados. Além dessa ação, ainda neste ano, serão realizadas ações a montante desse ponto no rio Tejió e no canal Arq. Maria Lúcia localizada também no bairro do IPSEP. Em resumo essas ações vão melhorar o escoamento do rio e conseqüentemente reduzirem os níveis de alagamentos na bacia.

## REQUALIFICAÇÃO DO RIO TEJIPIÓ

### TRECHO: av. Recife - foz. Do canal da Malária

AÇÃO	QUANTIDADES	VALOR
DESAPROPRIAÇÃO	93 unid	8.698.191,68
REGULARIZAÇÃO DE MARGENS E CONFORMAÇÃO DE CALHA	7.222,92m <sup>2</sup>	1.700.000,00
URBANIZAÇÃO	3.205,92 m <sup>2</sup>	1.104.436,96
<b>TOTAL INVESTIMENTO</b>		<b>11.502.628,64</b>

Legenda: Ações no rio Tejipio no bairro do Ipsep

Fonte: EMLURB, 2022.



Legenda: Processo de desocupação e adequação da calha do rio Tejipió no trecho entre a ponte do Caçote e a foz do Canal da Malária.

Fonte: EMLURB, 2022.

Além dos serviços de limpeza dos corpos d'água que são executados, dragagem mecânica ou manual nos elementos de menor seção ou de difícil acesso, também a Emlurb passou a adotar o sistema de Eco barreiras, onde inclusive foram instaladas cinco na bacia do rio Tejipló, que têm como finalidade reter os resíduos flutuantes e removê-los antes da chegada ao oceano.



Legenda: Eco barreira instalada em um dos canais de Boa Vagem.

Fonte: EMLURB, 2023.

Conclui-se que julgamos relevantes, em períodos de chuvas intensas, predominantemente nos meses entre abril e maio, ao longo de décadas, cheias regulares do rio Tejipló e de seus afluentes, intensificadas ao longo de anos pelo processo de ocupação desordenada no entorno da bacia. A repercussão se dá com grandes alagamentos em bairros da zona oeste e sul do Recife, inclusive em corredores de transportes como a Av. Dr. José Rufino, a Av. Recife e outras diversas ruas como da Guanabara no bairro de Coqueiral. Causando também danos materiais aos moradores, comércio e, inclusive com casos de mortes.

Reiterasse que o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife se constitui numa ferramenta importante, pois foi direcionado para desenvolver os estudos necessários para a concepção de soluções que objetivam o amortecimento das cheias na bacia do rio Tejipló.

A Prefeitura do Recife vem num programa de captação de recurso para implantar parte do projeto desenvolvido que abrangem, além de remoção de moradias com construção de unidades residenciais, a implantação de 7 parques

Lineares na bacia do rio Tejipió, sendo 4 nas margens do rio Tejipió e 3 nas margens do rio Jiquiá. A previsão é que as obras possam ser iniciadas já em 2023 e conclusão em três anos. Há também a necessidade de ações emergenciais objetivando melhorar a eficiência na manutenção dos sistemas de macrodrenagem que conseqüentemente possibilitará melhoria no escoamento de alguns cursos d'água, e solução de alguns alagamentos que impactam na mobilidade e principalmente em moradias localizadas nas margens e próximas delas, podendo-se destacar:

Rio Tejipió no trecho da Av. Falcão de Lacerda até a BR 101: conformação da calha para mitigar os transbordamentos de calhas do rio Tejipió, em Coqueiral e, dos riachos do Pacheco e Queira Deus no bairro de Tejipió.



Legenda: Conformação emergencial da calha do rio Tejipió no bairro de Tejipió.

Fonte: EMLURB, 2023.

Rio Jiquiá no trecho entre a Rua São Miguel e a foz no rio Tejipió, objetivando melhoria de escoamento do citado rio e de afluentes como o canal de Guarulhos, canal da Sanbra dentre outros como os canais de Torrões e da Marinha.



Legenda: Conformação emergencial da cá do rio Jiquiá no bairro da Estância.

Fonte: EMLURB, 2023.



Legenda: Desocupação das margens.

Fonte: EMLURB, 2023.

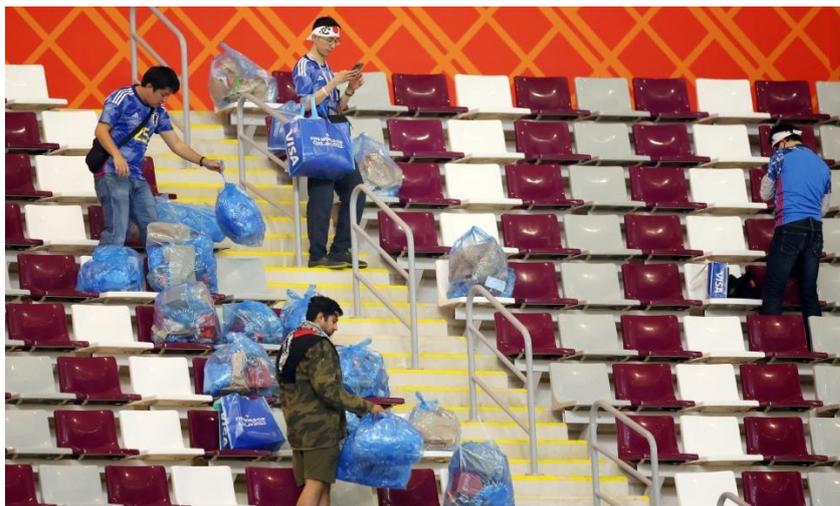


Legenda: Desocupação das margens.

Fonte: EMLURB, 2023.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Partindo do princípio que os resíduos sólidos, comumente conhecidos como lixo é um problema mundial, onde alguns países demonstram como lidar com ele de modo social, baseando-se na educação de como prosseguir com limpeza e reciclagem vem desde a matriz curricular nas escolas. Países como Japão e Coreia do Sul demonstram uma relação estreita entre educação, população e resíduos. DE acordo com matéria publicada pela rede BBC News Brasil em 2019 o Japão é um dos países mais limpos do mundo, mesmo sem a existência de latas de lixos e garis pelas ruas, acreditasse que isso ocorra devido à educação básica vinda das escolas: que se você suja, você limpa ensinada nas escolas, já que as unidades de ensino do país são mantidas limpas pelos próprios alunos. Além disso, regularmente é realizado mutirões por parte de moradores, crianças da região em que habitam, parte disso se dar pelo fato que parte da população não quer ser vista como mal educados, onde demonstraram esse comprometimento nas ultimas Copas do Mundo de futebol, onde por varias vezes foram feitos registros dos japoneses realizando a limpeza dos estádios.



Legenda: Torcedores da seleção japonesa executam limpeza dos estádios após jogos da seleção.  
Fonte: UOL, 2022.

A ação de limpeza e organização também foi demonstrada pela seleção japonesa, pois a mesma realizou a limpeza e arrumaram os vestiários utilizados pela seleção durante a Copa do Mundo de 2022 de modo a parecer que o mesmo nunca foi utilizado e ainda deixando mensagens de agradecimentos a equipe por trás da organização edição do campeonato, como também deixando pequenos origamis de garça para agradecer.



Legenda: Sequencia fotográfica do vestiário da seleção japonesa na edição de 2022 da Copa do Mundo.

Fonte: Correio Braziliense, 2022.

Com uma área de 377.975 km<sup>2</sup> e mais de 126,3 milhões de pessoas, a problemática do Japão é em relação a espaço. Por isso lidam com o lixo de forma seria, sendo um exemplo a ser seguido por outros países, além de incentivarem a

redução e reciclagem de lixo, o país realiza da queima dos compostos sólidos, onde o produtos gerado pela queima é empregado na geração energética do país. O modo como o país lida com o lixo se baseia no 3R's, além de ser uma questão nacional e apoiada por leis, controle de dados, economia circular e pelo próprio respeito da população.

A separação do lixo se inicia nas casas dos habitantes, onde a população paga pelo lixo gerado. Onde devem ser compradas sacolas plásticas de acordo com o material a ser separado, já que cada material tem seu preço diferente para o descarte. A compra dessas sacolas deve ser realizada nos mercados ou drogarias do país, onde os valores são variáveis e já tem as taxas e impostos já inclusos no valor das sacolas, o valor recolhido das vendas das sacolas é repassado para o governo e empresas de reciclagem e limpeza. E se engana se isto é valida apenas para residências, a obrigatoriedade também é imposta a empresas e indústrias já que as mesmas também são responsáveis pelo gerado no país. A reciclagem e separação do lixo são levadas tão a serio que pelos órgãos públicos e nas próprias prefeituras do país podem ser retiradas cartilhas que explicam como dever ser o processo de separação, como também nos pontos destinados ao deposito de lixo, as lixeiras podem ter cores diferentes e imagens dos itens a serem depositados.



Legenda: Exemplo de um dos diversos modelos de lixeiras espalhadas pelo Japão.

Fonte: Ecoassit, 2021.

Outro país que segue o mesmo principio em relação à reciclagem e diminuição de resíduos sólidos como o plástico é a Coreia do Sul, onde através de uma lei imposta em 2019 pelo Ministério do Meio Ambiente proibiu os grandes varejistas de distribuírem sacolas plásticas a seus clientes, onde agora os

estabelecimentos devem oferecer recipientes recicláveis ou retornáveis, feitos de pano ou papel para o transporte das mercadorias. Onde as sacolas são apenas permitidas em casos do item comprado serem úmidos, como carnes e peixes. Caso a lei seja violada, pode acarretar em multas. Anteriormente as lojas sediam aos clientes sacolas plásticas, mas as mesmas deveriam ser compradas (RECICLA SAMPA, 2019).

Diferente do Japão, a grande problemática por trás da Coreia do Sul é o desperdício de alimentos no país. A Coreia do Sul vem trabalhando para se tornar uma sociedade lixo zero, onde a mesma implantou leis como a de gestão de resíduos, criou políticas públicas para diminuir a geração de resíduos e elevar o percentual de reuso e reciclagem. Devido a isso, em 2013 o país estabeleceu uma lei exigindo que o lixo relacionado aos produtos alimentícios seja descartado em sacolas biodegradáveis, além de uma taxa por familiar é cobrada com base no peso do resíduo ao final do mês, e como a população japonesa, devem depositar esses resíduos em sacolas específicas, que podem ser adquiridas em supermercados ou lojas de conveniência, aonde o valor já vem com as taxas e impostos inclusos (Biosphere World, 2020).

Além disso, ainda de acordo com a Biosphere World, o país conta com um sistema inteligente para computar esses resíduos, onde em algumas áreas se faz o uso de tecnologias como as de radiofrequência, principalmente nos novos edifícios, onde cada residente do edifício recebe uma etiqueta eletrônica que deve ser usada para descarta os alimentos e demais resíduos nas respectivas lixeiras.

Quando pensamos no Brasil, lembra-se rapidamente de suas paisagens e pontos turísticos, mas boa parte da população desconhece que o Brasil está 4º lugar no ranking de países que produzem lixo no mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos, China e Índia. Em estudo realizado pelo Fundo Mundial para a Natureza (WWF), mostra que o Brasil é o quarto país no mundo que mais produz lixo, onde são mais de 11.355,220 toneladas e apenas 1,28% é reciclado. De acordo com o Banco Mundial, mais de 2,4 milhões de toneladas de plástico são descartado de forma irregular, sem tratamento e, em muitos casos, em lixões a céu aberto.

<b>País</b>	<b>Total de lixo plástico gerado*</b>	<b>Total incinerado</b>	<b>Total reciclado</b>	<b>Relação produção e reciclagem</b>
Estados Unidos	70.782.577	9.060.170	24.490.772	34,60%
China	54.740.659	11.988.226	12.000.331	21,92%
Índia	19.311.663	14.544	1.105.677	5,73%
<b>Brasil</b>	<b>11.355.220</b>	<b>0</b>	<b>145.043</b>	<b>1,28%</b>
Indonésia	9.885.081	0	362.070	3,66%
Rússia	8.948.132	0	320.088	3,58%
Alemanha	8.286.827	4.876.027	3.143.700	37,94%
Reino Unido	7.994.284	2.620.394	2.513.856	31,45%
Japão	7.146.514	6.642.428	405.834	5,68%
Canadá	6.696.763	207.354	1.423.139	21,25%

Legenda: Tabela de produção e reciclagem de plástico no mundo.

Fonte: WWF/ Banco Mundial, 2019.

Os impactos socioambientais relatados pela WWF (2019) variam, podendo afetar a qualidade do ar, do solo e sistemas de fornecimento de água. Esses impactos estão ligados diretamente a não regulamentação global do tratamento de resíduos de plástico, ingestão de micro e nanoplásticos e a contaminação do solo com resíduos.

Em relação ao Recife, em 2019 a prefeitura do município lançou a campanha Cidade Limpa, onde a campanha visa sensibilizar a população para o descarte correto do lixo, buscando alcançar o mesmo sucesso que o Projeto Praia Limpa obteve em mais de 20 anos, onde o lançamento da campanha contou com a participação de estudantes e educadores ambientais, que orientaram a população sobre preservação do meio ambiente e ainda ensinaram os jovens a montarem brinquedos com materiais recicláveis. Onde na campanha de 2019 estavam envolvidas diariamente cerca de três mil pessoas no trabalho de coleta e limpeza da cidade, que gera uma média de 1,5 mil toneladas de lixo recolhido por dia e 45 mil toneladas por mês, além disso, uma média de 30 mil toneladas de entulhos mensalmente (PREFEITURA DO RECIFE, 2019).

Segundo matéria publicada em 2020 pelo Diário de Pernambuco, cerca de mais de 500 toneladas de lixo foram recolhidas no Recife durante o carnaval, o volume obtido chega a ser o triplo do volume obtido entre 2019 e 2020. A operação contou com cerca de 1,1 mil profissionais e recolheu 529 toneladas de resíduos em

todos os polos de carnaval do município, além disso, o projeto Bora Reciclar, que envolveu cerca de 531 catadores cadastrados em cooperativas e autônomos.

Segundo publicação de Diego Borges para o Diário de Pernambuco (2020), Recife apresenta redução de 15 % no lixo coletado após quarentena, mesmo com o isolamento a quantidade de lixo produzido não reduziu e devido à quarentena os serviços básicos foram afetados. Segundo dados apresentados pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (Emlurb), no mês de abril de 2020, a capital produziu 40.780 toneladas de resíduos domiciliares, cerca de 15% a menos que no ano anterior. O fato se deu pela redução das atividades comerciais, que seus resíduos também são computados como resíduos domiciliares. Contudo, ocorreu o aumento de resíduos produzidos pelas residências, devido a grande demanda de delivery's produzidas pelo isolamento.

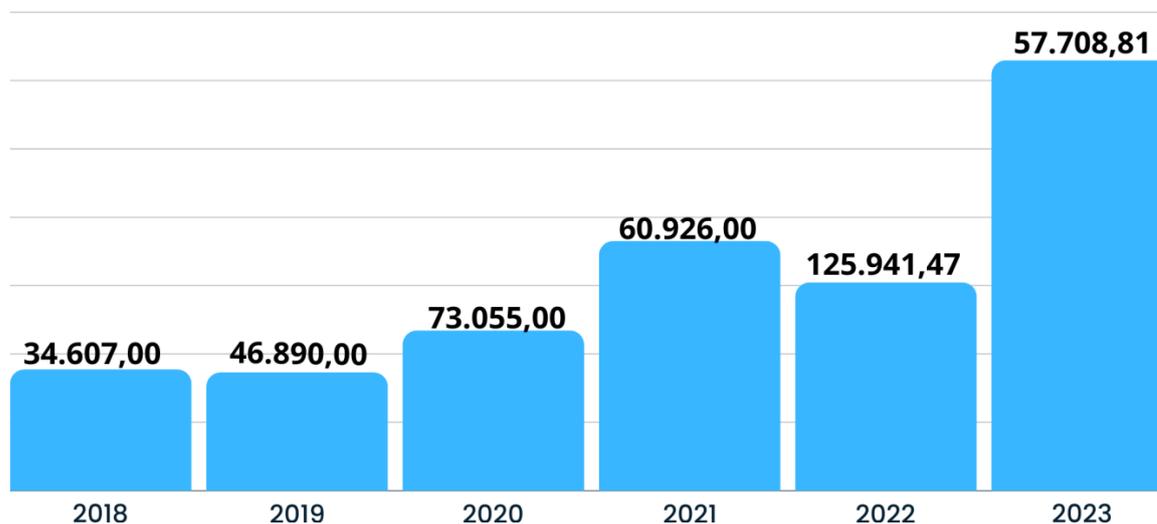
Em publicação da Prefeitura do Recife de 2021, a prefeitura retirou mais de 35 mil toneladas de lixo dos canais do Recife naquele ano. Entre as localidades mais atingidas pelas chuvas na época foram os bairros de Dois Unidos e Linha do Tiro, localizados na zona norte da capital, onde foram iniciadas intervenções no canal do Rio Morno para remoção de lixo e limpeza das margens, com objetivo de preparar o entorno para a chegada do inverno. As limpezas de canais no município já tinham sido iniciadas na segunda semana de janeiro de 2021, onde no Rio Morno foi atendido um trecho de cerca de 4 quilômetros, com previsão de remoção de cerca de 6 mil toneladas de resíduos, onde a intervenção faz parte da Ação Inverno. A colaboração da população foi pedida, já que boa parte dos resíduos retirados dos canais é proveniente dos descartes incorretos por parte da população e acabam por prejudicar a macrodrenagem e se agravando durante os períodos de chuva.

Observasse que o espaçamento entre um cesto de lixo e outro nos grandes centros urbanos é em média de 50 metros entre e um e outro, e podendo ser reduzido o espaçamento entre um e outro em vias de grande acesso e movimento de pedestres. Mas, o que muita vezes é observado que mesmo tendo cestos de lixo próximo, parte da população joga o resíduo gerado no chão, podendo esses resíduos ser: bitucas de cigarro papeis e panfletos que muitas vezes são provenientes de panfletagens, embalagens de bombons, embalagens de alimentos, entre outros materiais. Esses resíduos podem ser descartados pelos transeuntes dos meios urbanos, como também pelos passageiros e motoristas de veículos públicos e particulares, que tendem a jogar os lixos pelas janelas dos transportes.

O termo japonês Gomi Mochikaeri Undon, que pode ser traduzido “movimento levar o lixo” é um movimento que pede a colaboração da população que sempre que possível leve o lixo gerado em meio à rua para ser descartado em casa no caso de não ter lixeiras próximas, isso para que evite o descarte de lixo em lugares irregulares e prevenir que os resíduos sejam carregados para as vias de drenagem urbana ou se acumulem em pontos das ruas. Muitos estados e cidades do Brasil estabeleceram multa para que seja visto descartando lixo de maneira ou em local impróprio com o intuito de tentar reduzir a quantidade de lixo gerada e recolhida em meio às vias públicas.

Por muitas vezes, mesmo com danos financeiros atrelados, pode-se encontrar pontos irregulares de descarte de mobiliários, entulhos e lixo em muitos pontos dos municípios e que por muitas vezes vão parar nas galerias de captação de águas pluviais, e por vezes de forma intencional. Tentando trazer esse montante em dados, foram compilados dados e organizados em gráficos.

## LIMPEZA DE MACRO - PESO (T)

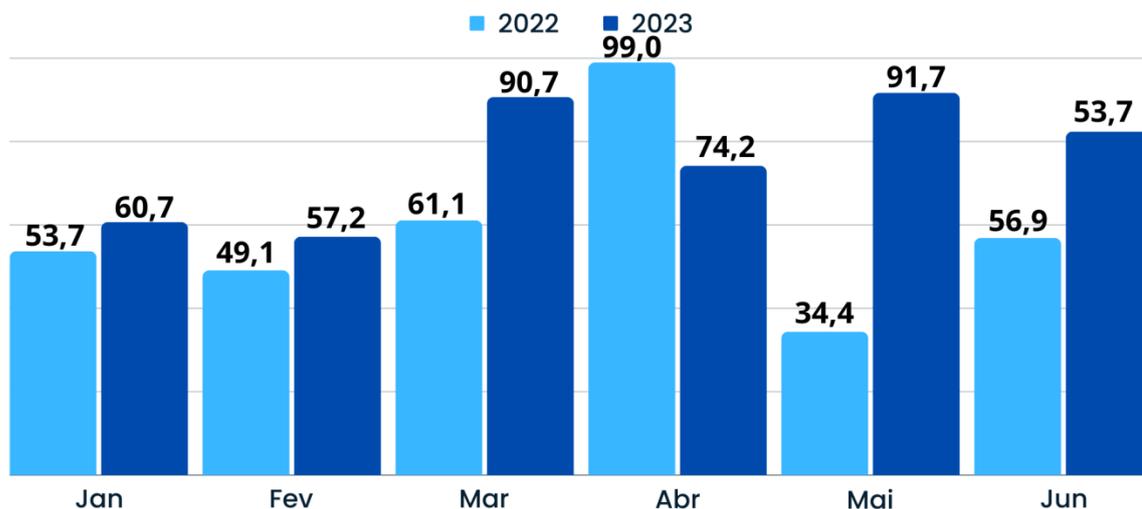


Legenda: Gráfico com os valores totais por tonelada captados nas limpezas de macrodrenagem entre 2018 até o mês de outubro de 2023.

Fonte: Autora - baseando-se em dados cedidos pela autarquia de Limpeza e Manutenção Urbana da cidade do Recife (EMLURB), 2023.

Partes dos resíduos obtidos através da limpeza das redes de macrodrenagem são coletados através de cerca de 10 ecobarreiras que são distribuídas entre os canais do Arruda, ABC, Ibiporã, Guarulhos, Torrões, Jordão e Arruda.

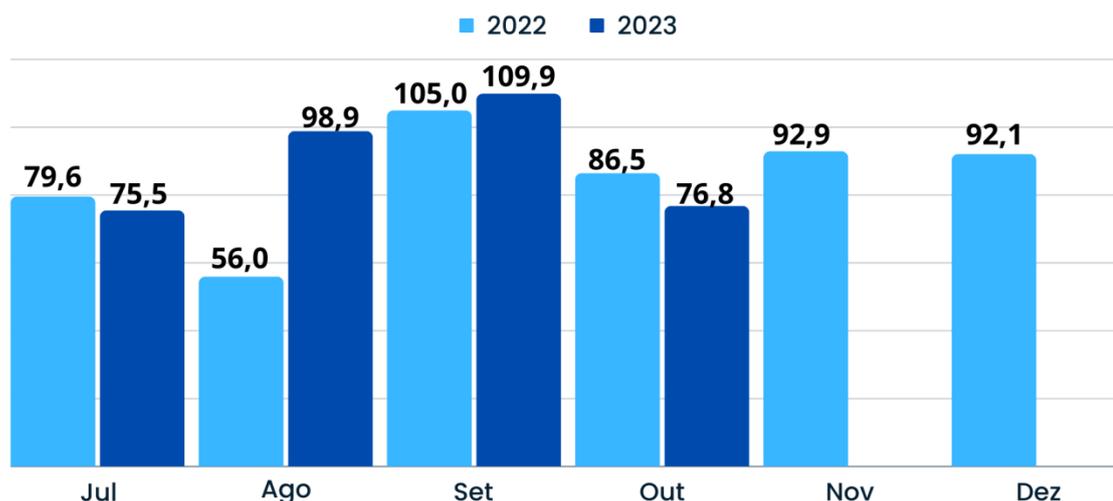
## ECOBARREIRAS - PESO (T)



Legenda: Gráfico com os valores totais por tonelada captados nas limpezas de macrodrenagem entre 2018 até o mês de outubro de 2023.

Fonte: Autora - baseando-se em dados cedidos pela autarquia de Limpeza e Manutenção Urbana da cidade do Recife (EMLURB), 2023.

## ECOBARREIRAS - PESO (T)



Legenda: Gráfico com os valores totais por tonelada captados nas limpezas de macrodrenagem entre 2018 até o mês de outubro de 2023.

Fonte: Autora - baseando-se em dados cedidos pela autarquia de Limpeza e Manutenção Urbana da cidade do Recife (EMLURB), 2023.

Um fato interessante a cerca de uma das ecobarreiras instaladas no canal do ABC, que se situa nas imediações do bairro de Afogados e Mustardinha é que a mesma foi criada por cerca de 30 estudantes da Escola Municipal Professor de Brito Alvez, onde a mesma foi criada com garrafas pet e cabos, formando uma rede, com o intuito de reter os resíduos sólidos ali depositados muitas vezes pelos próprios

moradores das comunidades vizinhas. O projeto teve início devido uma análise dos alunos sobre uma parcela da população que estava adoecendo nas imediações do canal como também foi questionado a população se os mesmo sabiam em média quanto tempo o lixo ali descartado demoraria a se desintegrar e quanto de lixo eles acreditavam que circulavam pelo canal, onde a resposta de cerca de 70% dos entrevistados pelos estudantes foi que não sabiam responder a essas questões (G1, 2019).

A implantação da ecobarreira criada pelos aluno contou com a colaboração da Emlurb, onde além de apoiar a instalação da mesma, se comprometeu a monitorar e verificar a quantidade que está sendo recolhida para que os alunos possam ter suas próprias conclusões, como também para utilizarem os resultados obtidos em estudos futuros. Além disso, o projeto ganhou o primeiro lugar na categoria Meio Ambiente da 4º Feira Conhecimentos da Rede Municipal do Recife (Fecon) em 2018 e foi selecionado para ser divulgada em outros dois eventos: a Feira Internacional de Ciências e suas Tecnologias (MUESCIENTEC), em Assunção, no Paraguai, e a Feira Nacional de Ciência e Tecnologia Dante Alighieri, em São Paulo (JORNAL JC, 2019).



Legenda: 'Ecobarreira' criada por alunos de escola municipal do Recife foi implantada no Canal do ABC, na Mustardinha, com ajuda da Emlurb.  
Fonte Andréa Régo Barros, PCR, G1, 2019.



Legenda: Implantação da “ecobarreira” criada por alunos da rede pública do Recife.  
Fonte: Foto: Alexandre Gondim/ JC Imagem, 2019.

De acordo com a Prefeitura do Recife (2023), por meio da Emlurb realiza as limpezas de macrodrenagem, onde anualmente é realizada a limpeza dos 99 canais que cortam o município, onde é investido mais de R\$8 milhões de reais, onde no ano 2022 foram investidos cerca de R\$20 milhões. Por vezes são retirados além dos lixos de pequenos portes como sacolas e garrafas plásticas, também são retirados resíduos de grande porte, tendo como exemplo: geladeiras, sofás, televisões. Além de descartarem nos canais, também acabam descartados nos rios próximos as comunidades e devido a isso o município também conta com o apoio de ONG's que ajudam na retirada desses entulhos, como também promovem gincanas com o intuito de incentivar a coleta de entulhos descartados indevidamente, tendo como exemplo a gincana ambiental Há Gosto pelo Capibaribe, incentivada pela ONG Recapibaribe. De acordo com o coletivo, na edição de 2021 foram coletados cerca de 18 toneladas de lixo do rio, onde foram cerca de 400 pneus, 130 colchões, 210 vasos sanitários e 150 capacetes, entre outros itens. Parte desses itens acabam sendo descartado se a menor segurança podendo gerar acidentes e serem arrastados pelas correntes provenientes dos rios e se fixando nas margens dos rios e mangues (MORÃES, 2022).

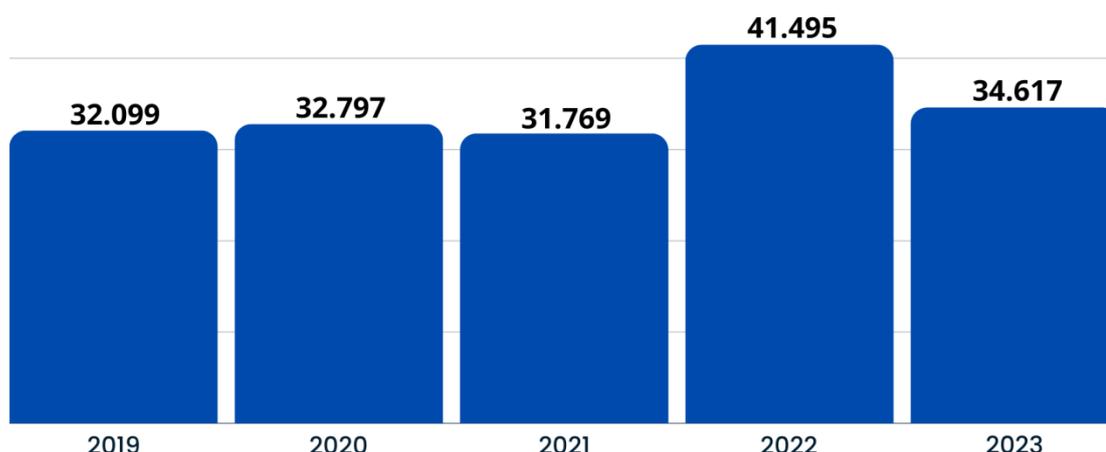


Legenda: Foto obtida na edição de 2018 do projeto Há Gosto pelo Capibaribe.  
Fonte: Felipe Ribeiro/JC Imagem, 2022.



Legenda: Foto obtida em 2021 na ação social realizada pelos barqueiros do Recife.  
Fonte: Iggor Gomes, Diário de Pernambuco, 2021.

## LIMPEZA DE MICRO - PESO (T)

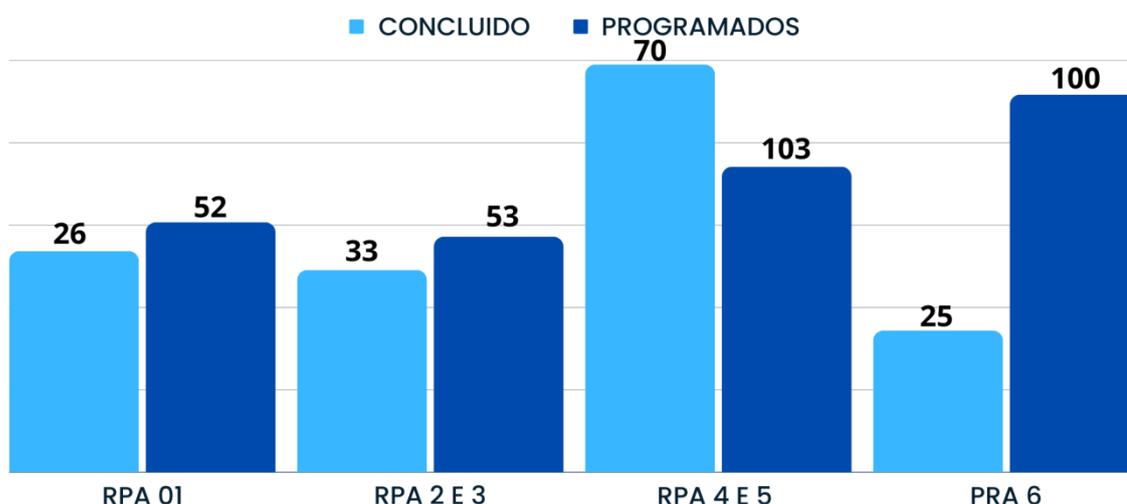


Legenda: Gráfico com os valores totais por tonelada captados nas limpezas de microdrenagem entre 2019 até o mês de outubro de 2023.

Fonte: Autora - baseando-se em dados cedidos pela autarquia de Limpeza e Manutenção Urbana da cidade do Recife (EMLURB), 2023.

O descarte indevido de resíduos sólidos pode resultar em vários problemas a rede de drenagem urbana, onde normalmente acabam por ocasionar pontos de alagamento, que acabam por se agravar no período de intensas chuvas e também sofrem influencia das marés.

## PONTOS DE ALAGAMENTO



Legenda: Pontos de alagamento por RPA's da cidade do Recife.

Fonte: Autora - baseando-se em dados cedidos pela autarquia de Limpeza e Manutenção Urbana da cidade do Recife (EMLURB), 2023.

Os pontos de alagamentos podem ocorrer por diversos motivos, os principais motivos são: o abatimento das galerias de drenagem que ocorrem devido ao

desgaste do material, deterioração da tubulação devido aos dejetos humanos jogados irregularmente nas galerias de águas pluviais devido a ligações clandestinas, onde essas ligações clandestinas também causam o abatimento das tubulações, como também, podem ocorrer devido ao plantio de árvores, nas quais devido ao seu crescimento, suas raízes se aprofundam e tendem a obstruir as tubulações e por muitas vezes quebra-las, sendo assim, necessária a desobstrução da tubulação ou desativação do sistema, tendo que construir uma nova rede de drenagem e rede de drenagem capaz de comportar, drenagem as águas provenientes das chuvas.



Legenda: Foto registrada durante execução de abatimento na R. Manoel Correia, Várzea.  
Fonte: Autora, 2023.

Outro fato que pode causar a obstrução das galerias é o lixo descartado de forma irregular nas vias públicas e próxima às redes de drenagem pública que devido ao montante de lixo descartado, acabam causando pontos de alagamentos mesmo sem chuvas fortes.



Legenda: Canaleta obstruída devido a grande quantidade de resíduos sólidos na Rua Paulino de Farias, Coqueiral, Recife.

Fonte: Autora, 2023.

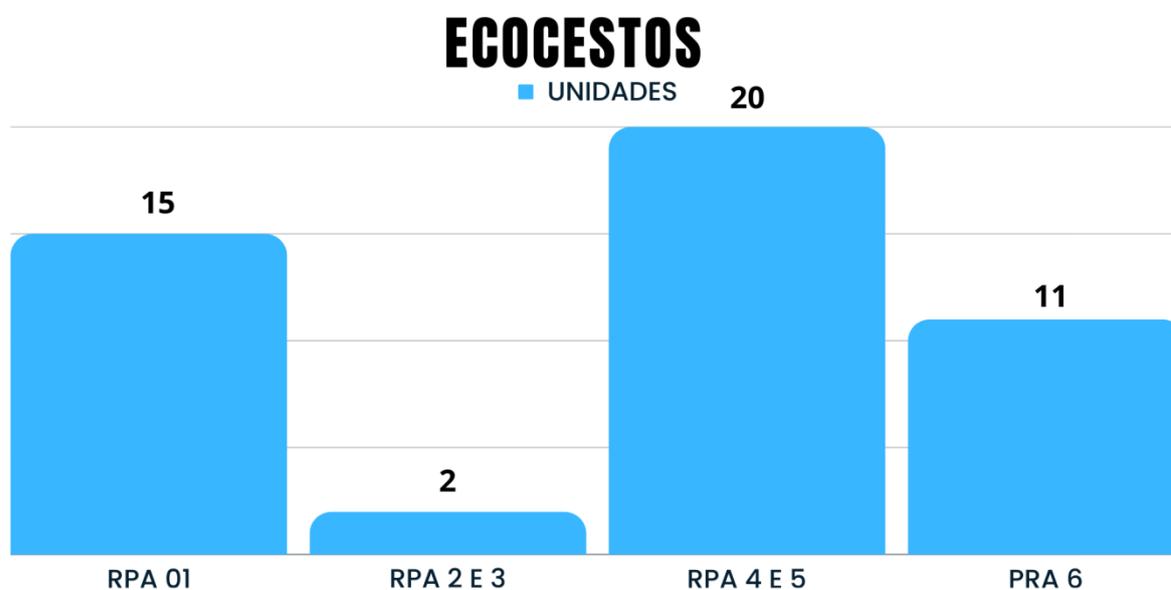


Legenda: Retirada dos resíduos sólidos pela empresa de manutenção da cidade do Recife na Rua Paulino de Farias, Coqueiral.

Fonte: Autora, 2023.

Devido a grande quantidade de lixo recolhido de galerias os órgãos públicos buscam novas alternativas para viabilizar e solucionar problemas ligados ao lixo

encontrado nas galerias de águas pluviais. No município do Recife, por exemplo, atualmente está em teste um total de 48 unidades de eco cestos, sendo distribuídos:



Legenda: Distribuição de eco cestos pelas RPA's da região metropolitana do Recife.

Fonte: Autoras, 2023.

Mesmo não sendo considerada uma técnica compensatória, os eco cestos tem um intuito de filtrar as águas que seguem em direção aos canais, retendo os resíduos sólidos e permitindo a passagem da água. Contudo, ainda se faz necessário um tratamento das águas que passam pelas redes de drenagem dos municípios, pois, por muitas vezes as mesmas estão contaminadas com dejetos humanos como urina e fezes provenientes das ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem.

Alguns exemplos de técnicas compensatórias que já são implementadas em alguns estados e países são: biovaletas, sistema de biorretenção, pavimentação permeável, bacias de retenção, parques lineares, jardins de chuva. No Recife, o parque do Caiara, localizado no bairro da Iputinga, na zona oeste do município, utiliza o sistema de jardins filtrantes, onde foram investidos cerca de R\$ 8 milhões de reais para a construção e implementação do sistema no parque.

Foi realizado a pesquisa de artigos disponibilizados em plataformas de ensinos acadêmicos, e ao todo foram selecionados sete trabalhos representados no quadro abaixo.

AUTOR E ANO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS
BENINCA, 2021.	Avaliar a quantidade de resíduos sólidos carreado pelo sistema de drenagem urbana na bacia hidrográfica que forma o Lago Igapó em Londrina – PR.	Foi utilizado como método para caracterizar os resíduos sólidos um formulário gerado com o objetivo de identificar os diferentes tipos de resíduos, os quais são classificados conforme a NBR 10004.	O plástico foi um dos resíduos sólidos mais encontrados e que acabaram sendo transportados pelo sistema de drenagem.
SANTOS <i>et al.</i> , 2019.	Analisar o controle do escoamento superficial e custo da implantação de trincheiras de infiltração e reservatórios como medidas de controle na fonte de novos conjuntos habitacionais verticalizados e horizontais como o mesmo número de unidade habitacional.	Foi seguido fluxograma enumerando desde a primeira etapa até a sexta etapa, onde foram atendidos: concepção do loteamento, definição dos cenários, simulações hidrológicas e levantamento de custos, obtenção dos resultados, discussão dos resultados e conclusões.	Os resultados obtidos na avaliação hidrológica e econômica possuem muitas incertezas envolvidas. Contudo, como se trata de análises comparativas onde as incertezas se aplicam de forma similar a todos os cenários, as comparações apresentam maior confiabilidade em relação aos resultados encontrados de forma isolada.
ZANIATO <i>et al.</i> , 2022.	Analisar processos de criação de parques lineares no município de São Paulo no início da década de 2000, que visaram a requalificar áreas ambientalmente degradadas.	Foram utilizados artigos locados em bases de dados computadorizado – Web of Science, Google Scholar e Scopus.	Foi observada melhoria da qualidade do ar e água, estabilização das margens de corpos d'água, redução do calor no solo urbano, contribuir para a qualidade de vida, redução das taxas de doenças associados à poluição do ar ou ruído, como também valorização da área habitacional.
	Elaborar um projeto de parque linear para o	Delimitação do tema, seguindo uma pesquisa de	Demonstrou-se a viabilidade de sua implantação, tendo como

FÜRST, 2018.	bairro Aeroporto, especificamente nas imediações do Canal Beira Mar.	referencias teóricas selecionando estudos de caso e referenciam bibliográficas, além da consulta de legislações, PDDU e dados do IBGE.	premissas, dentre outras, a conclusão da construção do canal, para que o sistema de macrodrenagem do bairro funcione a contento, evitando as recorrentes enchentes.
CASSINELLI , 2022.	Recuperação do fundo do Vale do Rio Tanquinho e de suas qualidades intrínsecas: a qualidade do corpo d'água e da vegetação ciliar, através da elaboração do projeto de parque linear. Com o objetivo de oferecer á população espaços verdes de qualidade e diferentes atividade como elemento integrante da identidade da cidade.	O trabalho partiu de pesquisa bibliográfica sobre os temas através de consulta em livros, teses, artigos, dissertações acadêmicas, mídias digitais e publicações jornalísticas, com o objetivo de aprofundamento teórico.	A crescente impermeabilização do solo por construções reflete nas enchentes periódicas próximas a estação rodoviária da cidade. O rio Tanquinho em Botocatu apresentou-se como vazio urbano no centro da cidade e o projeto guiou-se para a implantação de Parque linear reestabelecendo uma conexão de forma harmônica e complementar da cidade e suas partes, a natureza e a qualidade vida da população.
PACIONIK, 2018.	Analisar modelo de revitalização de áreas de preservação permanente (APP) por meio da criação de parques lineares, de modo a contribuir para a gestão ambiental de recursos hídricos urbanos, utilizando o Corrego Bezerra como estudo de caso.	Abordagem qualitativa onde foram utilizados a revisão bibliográfica, a análise documental e o estudo de caso. Realizado em duas etapas: diagnostico da área de estudo, por meio de levantamento fotográfico, levantamento de dados por mapas temáticos e documentos fornecidos por órgão públicos; analises social através de entrevista semiestruturadas, usando o método de saturação.	A degradação dos rios e córregos urbanos geram problemas para as cidades, como alagamento falta d'água, falta de qualidade da água, aumento das temperaturas urbanas, perda estética das paisagens e diminuição da qualidade de vida.
	Avaliar a contribuição do Parque Linear Via	Delimitar e caracterizar a bacia hidrográfica	Indicam a QMLT de 37,76 m³/s e a vazão admitida pela seção

MAYER, 2021.	Verde no controle da macrodrenagem urbana em Jaraguá do Sul/SC, as margens do Rio Itapocu.	contribuinte para o parque linear de estudo, bem como realizar a estimativa das vazões hidráulica e hidrológica e das vazões máximas para diferentes tempos de retorno. A vazão hidráulica foi obtida pelas características físicas do parque a partir dos dados de levantamento topográfico da área a fim de verificar a vazão máxima suportada pela estrutura	plena do canal de 629,25 m <sup>3</sup> /s. A vazão suportada pela contribuição dos taludes do parque foi superior em 6 vezes a vazão suportada pela seção plena da calha do rio. Onde, ainda se estima das vazões máximas teóricas indicou que a função de distribuição de probabilidade de Gumbel teve a melhor aderência aos dados, e as vazões resultantes para diferentes tempos de retorno indicaram que a vazão suportada pelo parque tende a ser superada para TRs entre 5 e 10 anos.
-----------------	--	---	---

Legenda: Tabela com os principais resultados obtidos pelos autores citados nos resultados.

Fonte: Autora, 2023.

### **7.1. Demonstrar as dificuldades encontradas perante a drenagem urbana devido ao descarte irregular de resíduos sólidos.**

Por vezes os descartes irregulares realizados por parte da população de resíduos sólidos acabam por acarretar na obstrução das redes de micro e macrodrenagem. Um fator que acaba por ser bem observado durante os períodos de fortes chuvas e que acabam por se agravar devido a influencia da tabua de maré.

No Recife, pode ser notado em diversos pontos do município focos de resíduos sólidos, e por vezes acabam por serem próximos a canais e rios e que mesmo sendo realizada a coleta por parte dos órgãos públicos na porta de cada morador, por muitas vezes a população encontra outro ponto para realizar o descarte e por se localizar abaixo do nível do mar, por vezes, mesmo sem a ocorrência de fortes chuvas, pode se encontrar pontos de alagamento.



Legenda: Rua Engenheiro Vasconcelos Bittencourt, Várzea, Recife.

Fonte: Autora, 2023.

Por vezes esses pontos de lixo trazem malefícios para a área em que se localizam, alguns exemplos deles é a desvalorização dos arredores, presença de pragas urbanas como ratos, baratas e escorpiões, caso que por vezes pode ocorrer como relatado por Fürst (2018), onde quando alagado esses animais em busca de pontos mais altos para escaparem dos pontos alagados acabam se direcionando para as residências, e por vezes ainda podem-se observar as sacolas que armazenam os resíduos são rasgados por cachorros de rua, que na busca de alimentos, acabam por danificar os invólucros. Ainda por vezes também podem ser encontradas estruturas de moveis residenciais que acabam por serem descartados devido a sua falta de utilidade ou por ter sido obtido um mais novo.

Parte desses move acabam por serem até empurrados para dentro dos canais como modo de se desfazer mais rapidamente deles e coloca-los em um ponto que não irá interferir na locomoção urbana, mas acaba por acarretar mais gastos para os órgãos públicos e ocasionam no fluxo do sistema de drenagem urbana causando poluição nos recursos hídricos (BENINCA, 2021).

## **7.2. Levantar quais são as possíveis soluções para a melhoria da drenagem urbana.**

Alguns pontos devem ser observados antes que se pense em possíveis soluções para a drenagem urbana, como por exemplo: diâmetro das canaletas e tubulações, como também, fluxo de água que descem das encostas e morros. Fatores como esses são de fato importante para se pensar em possíveis soluções tanto em curto ou longo prazo. De acordo com Santos *et. al* (2019) as soluções compensatórias buscam diminuir a vazão de pico, o volume e a velocidade escoada, utilizando medidas estruturais que promovem o armazenamento temporário e a infiltração das águas de chuva.

O grande fluxo de água que acaba por descer dos morros e encostas por muitas vezes não tem uma rede drenagem eficaz ou até mesmo adequada e que permita que as águas provenientes das intensas chuvas tenham como escoar adequadamente e devido a isso, por vezes pode se observa cenas de deslizamentos, onde mesmo o solo absorvendo uma porcentagem de água, a demais parcela acaba por escoar na superfície na forma de enxurrada e após a saturação e instabilidade do solo se da o inicio os deslizamentos e que por muitas vezes atingem residenciais populares. Parte disso ocorre devido ao uso e cortes indevidos das encostas e que devido a isso uma boa solução para esses casos é a construção de muros de arrimo, como também, a construção de tanques de retardo.

Os tanques de retardo também acabam por servi de auxilio nas redes de microdrenagem que por muitas vezes nas regiões de morros são feitas por canaletas e valetas, parte disso ocorre devido ao dimensionamento das comunidades, ruas e becos nas quais são implantadas, que era eficaz quando não se tinham uma superpopulação dos morros, mas que hoje devido ao crescimento exacerbado da população nessas localizações se tornam inadequadas devido ao fluxo. Sendo assim se fazer necessário um melhor dimensionamento da rede de drenagem do local, e por algumas vezes se fazendo necessária a ampliação do diâmetro da tubulação utilizada.

De acordo com Santo *et. al* (2019) piscinões (reservatórios) é um dos ótimos exemplos de métodos estruturais em função de reduzir enchentes, que forma criada como soluções de curto prazo para o amortecimento do pico de cheia, mas sinaliza que não deve ser visto como única solução e que por vezes devido a enorme carga de poluição das águas superficiais e falta de manutenção do governo, acaba por

reduzir sua capacidade, problema que acaba atingindo também os tuneis de drenagem que é outro exemplo de solução para a drenagem urbana. Santos et. al ainda sinaliza que outra possibilidade para solucionar uma parcela do problema causado pelas chuvas seriam os asfaltos drenantes e que os exemplos citados anteriormente são os mais viáveis e utilizados pelo governo, mas que mesmo assim esses métodos sozinhos não são eficazes, sendo preciso vincula-los com outros métodos estruturais ou não estruturais.-.

### **7.3. Analisar os benefícios que o planejamento urbano e a educação socioambiental podem acarretar para a população.**

De acordo com Zanirato *et. al* (2022) o planejamento e a criação de espaços verdes em áreas urbanas oferecem inúmeros benefícios como a melhoria da qualidade do ar e da água, a estabilidade de margens de corpos d'água, reduz o efeito de calor no solo urbano, acabam por criar um ambiente adequado para pratica de exercícios físicos assim melhorando a qualidade de vida dos habitantes do local e devido a isso acaba por implicar na melhoria da qualidade de vida e a reduzir a taxas de doenças associadas à poluição do ar e ao ruído e quando passasse a pensar na localidade e empreendimentos próximos a esses espaços verdes, acabam por se torna valorizados.

De acordo com Cassinelli (2022), as criações de parques lineares acabam por criar uma conexão entre o meio urbano e o meio natural que acabam por resguardar a biodiversidade promoção do dinamismo com atividades de lazer, esporte e cultura, melhorando a qualidade de vida da população e fauna do local, como também da própria flora que acabam sendo protegidas no local.

De acordo com Paciornik (2018) os Greenways que são amplamente difundidos nos EUA, suas infraestruturas verde tem como principio criar uma maior coesão entre natureza e sociedade e as redes ecológicas, como também na Holanda que se trata de estruturas verdes contínuas, que se baseiam nas funções estéticas, psicossociais, educacionais, recreativas e ecológicas, onde cita que o ideal seria equilibrar áreas de fragilidade ambiental, como ás áreas de preservação permanente urbanas, com as necessidades sociais de lazer. Além de poder assumir a função circulação e transporte, conectar a paisagem a outras áreas verdes, se tornam espaços multifuncionais e agregar valor ao paisagismo local, podendo tornar a cidade mais saudável e com melhor qualidade de vida, mas que para isso ocorre se faz necessária a participação da população, onde acaba por seguir o mesmo

resultado que Santos (2019) que as medidas não estruturais são entendidas como ações preventivas e não corretivas, que exigem a participação da população e do poder público, onde seus instrumentos principais são a fiscalização da ocupação urbana e legislações, como decretos e planos diretores de drenagem urbana.

De acordo com Mayer (2021) parques lineares são soluções de usos múltiplos conhecidas de macrodrenagem, com capacidade de armazenar temporariamente águas de escoamento superficial, implementados ao longo da faixa de cursos de água, além de atuarem como estruturas compensatórias de macrodrenagem, estes parques são aproveitados como soluções urbanísticas, sendo utilizados como áreas de lazer e cultura. Como também, são empregados a fim de proteger as zonas ribeirinhas contra ocupações irregulares, preservando as áreas inundáveis e diminuindo o impacto econômicos e sociais de eventos hidrológicos de alta intensidade.

De acordo com Beninca (2021), a população possui pouca sensibilização ao descartarem resíduos em via pública, com isso desencadeia uma problemática visível e prejudicial para o meio ambiente. Criando ações práticas ajudam a melhorar os conhecimentos teóricos sobre sustentabilidade ambiental repassados para a comunidade, fazendo com que essas ações se tornem mais significativas com maior impacto social na população.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que as causas pertinentes da obstrução do sistema de drenagem urbana é devido ao mau planejamento urbano, descarte irregular dos resíduos sólidos e a ineficiência do sistema de saneamento.

Como observado através dos resultados obtidos, os parques lineares trazem diversos benefícios para a população, dentre os principais resultados observado temos: melhoria da qualidade do ar e da água, como também a redução da taxa de doenças que acometem a população devido à poluição e ruídos, melhoria dos corpos de água e devido ao trecho verde dos parques acabam por reduzir a sensação de calor na localidade e arredores, assim permitindo a prática de exercícios.

A construção de parques lineares ou até mesmo jardins de chuvas, biovaletas e o uso de asfalto drenantes são meios de técnicas compensatórias que possibilitam a filtragem e o reúso das águas, mas um fator que implica na sua eficácia e implantação é seu valor financeiro e até mesmo a falta de educação sócio ambiental

por parte da população, já que mesmo que os órgãos públicos realizem as manutenções necessárias periodicamente, a população se faz necessária para o bom funcionamento de todo o sistema.

Sabe-se que parte dos parques lineares para serem construídos necessita que uma grande área seja desocupada, primeiramente para a manutenção dos corpos d'água e posteriormente para a construção do parque, medida essa que leva tempo e por vezes podem não serem bem vistas por muitos, mas que em longo prazo trazem diversos benefícios para a população.

Mas devido à escassa educação sócio ambiental, por mais que sejam construídos parques lineares ou outros tipos de medidas compensatórias, a má educação social e ambiental poderá retornar e por reduzir a eficácia das medidas tomadas. Por isso, a aplicação da educação sócio ambiental no ensino de vasa se fazem necessárias para que sejam preservadas e conservadas para que possam ser contempladas pelas próximas gerações.

## REFERÊNCIAS

ALUNOS de escola do Recife criam 'ecobarreira' para filtrar lixo em canal: Projeto premiado na Feira de Conhecimentos do Recife em 2018 foi posto em prática no Canal do ABC, na Mustardinha.. Recife: G1 PE, TV Globo, 14 maio 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/pernambuco/noticia/2019/05/14/alunos-de-escola-do-recife-criam-ecobarreira-para-filtrar-lixo-em-canal.ghtml>. Acesso em: 4 nov. 2023.

BBC NEWS BRASIL. Como o Japão é um país tão limpo mesmo sem latas de lixo e varredores nas ruas. **BBC**, 20 out. 2019.

BENINCA, André de Oliveira. **Quantificação de resíduos recicláveis na drenagem urbana do Lago Igapó I em Londrina-PR**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

**Brasil é o 4º país que mais produz lixo no mundo, diz WWF**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2019-03/brasil-e-o-4o-pais-que-mais-produz-lixo-no-mundo-diz-wwf>>. Acesso em: 29 out. 2023.

BUFFO, Maurício Marcuz et al. Drenagem urbana sustentável: avaliação do emprego de técnicas compensatórias em bacia urbanizada. 2022.

CABRAL, Jaime J. S. P. *et al.* **Soluções para a Drenagem Urbana em Países da América Latina**. Porto Alegre: Office Marketing, 2001.

CABRAL, Laíse do Nascimento; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Urbanização, vulnerabilidade, resiliência: relações conceituais e compreensões de causa e efeito. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, p. e20180063, 2019.

CALDEIRA, Luiz Antônio Cardoso; LIMA, Diogo Pedreira. Drenagem urbana: uma revisão de literatura. **Engineering Sciences**, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020.

CASSINELLI, IDALIELLE APARECIDA. DA MORTE DO RIO AO RIO HABITADO: RECUPERAÇÃO PAISAGÍSTICA E DRENAGEM URBANA DO FUNDO DE VALE DO RIO TANQUINHO EM BOTUCATU. 2022.

DE OLIVEIRA, Maria Aparecida Santos; DE MIRANDA, Maria Geralda. LIXO E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS. **LexCult: revista eletrônica de direito e humanidades**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 125-146, out. 2019. ISSN 2594-8261. Disponível em: <<http://177.223.208.8/index.php/LexCult/article/view/267>>. Acesso em: 29 out. 2023. doi: <https://doi.org/10.30749/2594-8261.v3n2p125-146>.

DE SOUSA DOS SANTOS, C.; RANGEL, A. C.; GONÇALVES, J. R. ANÁLISE DA DRENAGEM URBANA COM ÊNFASE NA REDUÇÃO DE RISCOS DE ENCHENTES. **Revista Augustus**, v. 24, n. 48, p. 146-158, 30 out. 2019.

ECOBARREIRA criada por alunos do Recife é apresentada em feira no Paraguai: Na mesma semana, o projeto da ecobarreira que retém lixo do Canal do ABC, na Mustardinha, está sendo apresentado em São Paulo e no Paraguai. Recife: Jornal JC, 12 set. 2019. Disponível em:

<https://jc.ne10.uol.com.br/canal/cidades/cienciamambiente/noticia/2019/09/12/ecobar-reira-criada-por-alunos-do-recife-e-apresentada-em-feira-no-paraguai-387996.php>. Acesso em: 4 nov. 2023.

FIGUEIREDO, Andréia Nasser. Educação ambiental e áreas verdes urbanas: os vínculos e as relações afetivas em processos educativos em uma microbacia em urbanização. 2018.

FÜRST, Marcel Lima. Parque linear como instrumento de lazer: revitalização do canal beira mar e seu entorno. 2018.

GONZAGA, Giordano Bruno Medeiros. JARDINS DE CHUVA: TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS PARA SISTEMAS DE DRENAGEM. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS**, v. 5, n. 1, p. 13-13, 2018.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **De 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões**. Rio de Janeiro: IBGE, 28 jun. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes#:~:text=Desde%202010%2C%20quando%20foi%20realizado,12.306.713%20pessoas%20a%20mais>. Acesso em: 18 set. 2023.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Quatro em cada dez municípios não têm serviço de esgoto no país**. Rio de Janeiro: IBGE, 22 jul. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28326-quatro-em-cada-dez-municipios-nao-tem-servico-de-esgoto-no-pais>. Acesso em: 18 set. 2023.

LEI PROÍBE USO DE SACOLAS PLÁSTICAS NA COREIA DO SUL. [S. l.], 27 maio 2019. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/lei-proibe-uso-de-sacolas-plasticas-na-coreia-do-sul>. Acesso em: 29 out. 2023.

LIMA, Silvia Maria Santana Andrade; LOPES, Wilza Gomes Reis; FAÇANHA, Antônio Cardoso. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

Lixo no Japão: Um exemplo a ser seguido. [S. l.], 30 jun. 2022. Disponível em: <https://ecoassist.com.br/lixo-no-japao/>. Acesso em: 29 out. 2023.

LOPES, Bruna Lamorea Veiga. Limites e potencialidades da utilização de técnicas compensatórias no manejo de águas pluviais em áreas já urbanizadas. 2021.

MACEDO, Filipe Francatto; VIEIRA, Flávio Henrique; FURIGO, Renata de Faria Rocha. Indicadores de manutenção do sistema de drenagem urbana em Mogi Mirim. **FOCO: caderno de estudos e pesquisas**, n. 15, p. 59-78, 2020.

MAIS de 500 toneladas de lixo foram recolhidas no Recife durante o carnaval. Recife: Prefeitura do Recife, 26 fev. 2020. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2020/02/mais-de-500->

toneladas-de-lixo-foram-recolhidas-no-recife-durante-o-car.html. Acesso em: 29 out. 2023.

MAYER, Lidiane et al. Parques lineares para o controle da macrodrenagem urbana: Estudo de caso do Parque Linear Via Verde em Jaraguá do Sul/SC. 2021.

MORAES, Katarina. **ONG promove concurso para retirar pelo menos 20 toneladas de lixo do Rio Capibaribe, no Recife**: O coletivo pretende enviar 100 barcos para coletar resíduos do rio, mas precisa de doações para arcar com o incentivo para combustível e cestas básicas dos pescadores. Recife: Jornal JC, 30 ago. 2022. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2022/08/15071391-ong-promove-concurso-para-retirar-pelo-menos-20-toneladas-de-lixo-do-rio-capibaribe-no-recife.html>. Acesso em: 4 nov. 2023.

OLIVEIRA, Andreíza Dantas de; VIEIRA, Almir Martins; MEDEIROS, Maria da Conceição. ASPECTOS DA COLETA SELETIVA DE LIXO: UM ESTUDO NA REGIÃO DO ABC PAULISTA. **Pensamento & Realidade**, [s. l.], v. 35, n. 1, ed. 1, 2020.

PACIORNIK, Deborah de Camargo et al. A implantação de parques lineares urbanos na perspectiva ambiental e social: um estudo de caso do córrego Bezerra Cascavel–PR. 2018.

PEREZ, Guilherme Martini. Estudo comparativo de drenagem utilizando bacias de biorretenção (Jardim de chuva) como técnica compensatória no manejo de águas pluviais do empreendimento Barão da Serra–Botucatu–SP. 2022.

PLANO diretor do Recife: Caderno de proposta: conferência do plano diretor. *In*: PREFEITURA DO RECIFE (Recife). Plano diretor do Recife. **Plano diretor do Recife**: Caderno de proposta: conferência do plano diretor. Recife: Prefeitura do Recife, 2018. Disponível em: [https://planodiretor.recife.pe.gov.br/sites/default/files/inline-files/Caderno-de-Propostas-2\\_0.pdf](https://planodiretor.recife.pe.gov.br/sites/default/files/inline-files/Caderno-de-Propostas-2_0.pdf). Acesso em: 28 out. 2023.

PREFEITURA DO RECIFE (Recife). Plano diretor. **Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo do Recife**: Caderno de propostas da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo. Recife, 2018. Disponível em: [https://planodiretor.recife.pe.gov.br/sites/default/files/inline-files/191104\\_Caderno%20de%20Proposta%20LPUOS%20-%20Vol%201.pdf](https://planodiretor.recife.pe.gov.br/sites/default/files/inline-files/191104_Caderno%20de%20Proposta%20LPUOS%20-%20Vol%201.pdf). Acesso em: 28 out. 2023.

PREFEITURA do Recife inicia urbanização das margens do Rio Tejipió. **Prefeitura do Recife**, Recife, 11 jun. 2022. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/11/06/2022/prefeitura-do-recife-inicia-urbanizacao-das-margens-do-rio-tejipio>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PREFEITURA do Recife realiza limpeza do Canal do Arruda e implementa 10 ecobarreiras dentro da Ação Inverno: AÇÃO INVERNO. Recife: Prefeitura do Recife, 13 abr. 2023. Disponível em:

<https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/13/04/2023/prefeitura-do-recife-realiza-limpeza-do-canal-do-arruda-e-implementa-10>. Acesso em: 4 nov. 2023.

**Recife dá início à campanha Cidade Limpa 2019.** Recife: Prefeitura do Recife, 29 maio 2019. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/node/289129>. Acesso em: 29 out. 2023.

**Redução do desperdício de alimentos: tecnologia e legislação.** Disponível em: <<https://movimentobw.org.br/noticias/exibir/reducao-do-desperdicio-de-alimentos-tecnologia-e-legislacao>>. Acesso em: 29 out. 2023.

SANTANA, Douglas Wilson Silva et al. Análise da relação entre a intensidade da chuva e ocorrências de alagamentos nos meses de abril e maio de 2016 na cidade do Recife, Pernambuco. **Paisagens & Geografias**, v. 3, n. Esp 2, 2018.

SANTOS, Diego Marangoni. Medidas de controle de escoamento superficial na fonte por meio de dispositivos de infiltração e de reservação em conjuntos habitacionais verticalizados e horizontalizados. 2019.

VALENTIM, Vinicius de Moraes. Alternativas em microdrenagem para solucionar a interrupção de um ramal coletor de água pluvial. 2021.

VEJA imagens do futuro Parque Alagável às margens do Rio Tejipió, Zona Oeste do Recife. **Jornal JC**, Recife, p. 1-4, 1 jul. 2022. Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/pernambuco/2022/07/15035876-veja-imagens-do-futuro-parque-alagavel-as-margens-do-rio-tejipio-zona-oeste-do-recife.html>. Acesso em: 15 nov. 2023.

ZANIRATO, Sílvia Helena; PEREIRA, Guilherme Dias; DUARTE, Ludmilla Francisca. Parques lineares em São Paulo: expressões de injustiça ambiental e de gentrificação ecológica. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 10, n. 3, 2022.