



BUEIROS INTELIGENTES: UMA PROPOSTA DE MELHORIA NA INFRAESTRUTURA DO MUNICÍPIO DE GUAÍRA-PR

¹Milena Gabriela Ferreira Hayashida; ²Mariana Natale Fiorelli Fabiche

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da UNIPAR;

² Docente do Curso de Engenharia Civil da UNIPAR e Docente de Engenharia Civil da UEM, campus Umuarama.

Resumo

A geração de resíduos sólidos tem crescido de forma significativa a cada ano, o descarte indevido tem trazido grandes danos ao meio ambiente. Um dos impasses que tem trazido desconforto à população é o entupimento das bocas de lobo, provocando alagamento, e, conseqüentemente perdas materiais, problemas sanitários, contaminação das águas pluviais, entre outros. Diante desse contexto, este trabalho teve como objetivo estudar a possibilidade de contribuição na infraestrutura do município de Guaíra-PR, especificamente no sistema de drenagem urbana, através de bueiros inteligentes, que consiste em um cesto coletor que retém resíduos sólidos, impossibilitando seu deslocamento junto à galeria de água pluvial. Estes dispositivos foram implantados em cinco pontos na avenida central, por meio da autorização e assistência da Diretoria de Obras, e acompanhada conforme o registro de precipitações para ser realizada a manutenção manualmente. Os resultados foram apresentados por meio de registros fotográficos e a pesagem dos resíduos retirados, quantificados em três recolhidas, totalizando mais de 500 quilos coletados no mês de outubro, trazendo resultados significativos para contribuir na disseminação da sustentabilidade e infraestrutura da cidade.

Palavras-chave: Bueiro inteligente. Meio ambiente. Alagamento. Resíduos sólidos. Sustentabilidade.

Abstract

The generation of solid waste has grown significantly every year, and improper disposal has caused great damage to the environment. One of the impasses that has brought discomfort to the population is the clogging of the sewers, causing flooding and, consequently, material losses, sanitary problems, contamination of rainwater, among others. Given this context, this work aimed to study the possibility of contributing to the infrastructure of the municipality of Guaíra-PR, specifically in the urban drainage system, through intelligent manholes, which consists of a collection basket that retains solid waste, making it impossible to move together. to the rainwater gallery. These devices were deployed at five points on the central avenue, with the authorization and assistance of the Works Department, and monitored according to the rainfall record, so that maintenance could be carried out manually. The results were presented through photographic records and the weighing of the residues removed, quantified in three collections, totaling more than 500 kilos collected in the month of October, bringing significant results to contribute to the dissemination of the city's sustainability and infrastructure.

Keywords: Smart manhole. Environment. Flooding. Solid waste. Sustainability.



1. Introdução

O marco para a geração em massa de resíduos sólidos foi na Revolução Industrial com a disseminação do capitalismo por todo o mundo (SENA, 2013). É indispensável lembrar que a evolução da tecnologia e das indústrias foram essenciais para a melhoria da qualidade de vida. No entanto, com o desenvolvimento e crescimento das cidades, conseqüentemente o crescimento populacional e geração de resíduos sólidos em escala, impasses sociais destacaram-se em cenário mundial: poluição e problemas sanitários, apresentando riscos ao ser humano e ao meio ambiente.

A partir deste contexto de grande evolução tecnológica, causas sociais e ambientais começaram a ser debatidos, porém, foi a partir dos anos 70, que grandes eventos começaram a ter maior repercussão e foi necessário tomar decisões para minimizar os impactos da poluição e preservação dos recursos naturais. Não somente o Brasil, mas também diversos países, passaram a se reunir em grandes encontros, como na conferência de Estocolmo, em 1972, na ECO 92 e RIO-92 em 1992, criação do CONAMA (CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 1995), criação da Lei 9795 de 1999 defendendo a educação ambiental como componente essencial e permanente da educação do país e, a conferência de Tbilisi, em 1997 (SOUZA e BENEVIDE, 2005).

Mesmo tendo leis que instruem sobre as ações com os resíduos sólidos, a população ainda insiste em ignorar que os feitos podem prejudicar as futuras gerações e continuam com o descarte incorreto dos mesmos, jogando em rios, lagos, mares, ruas e lugares a céu aberto. Um dos maiores impasses das cidades são esses lixos produzidos e suas devidas destinações. Com a destinação incorreta, materiais como: embalagens, garrafas pet, plásticos em geral, resíduos de higiene pessoal, materiais orgânicos, dentre outros, vão parar nas ruas e direcionam-se para os bueiros através das chuvas, resultando no entupimento, causando enchentes, proliferação de vetores de doenças, problemas sanitários e aumentam os fatores de risco para a saúde humana (SANTOS e LEÃO, 2017). Desta forma, o acúmulo destes resíduos sólidos quando descartados incorretamente, se tornam um dos fatores preponderantes para os alagamentos, porém é importante enfatizar que outras condições também os afetam, tais como falta de áreas permeáveis, mau planejamento urbano, dentre outros.

Frente ao contexto exposto, o presente estudo busca desenvolver o projeto de “bueiro inteligente’ no município de Guaíra-Pr, para coletar os resíduos sólidos transportados da rua para dentro das bocas de lobo, a fim de verificar sua eficácia em evitar alagamentos, propagação de doenças e diminuição dos gastos do município com manutenção de vias públicas, contribuindo na infraestrutura da cidade, melhoraria da qualidade de vida da população, bem como a resiliência da população em promover a sustentabilidade e preservar os recursos naturais.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Sustentabilidade

A sustentabilidade vem sendo debatida a cada dia e tem se tornando motivo de preocupação devido a escassez dos recursos naturais. Para Pereira (2019), as questões ambientais estão ocupando lugares cada vez maiores não somente nos países desenvolvidos. Uma das preocupações é a destinação dos resíduos, de cunho construtivo ou não, que são descartados de formas inadequadas, sendo pilares preponderantes para o colapso ambiental.



Serrão, Almeida e Carestiato (2020), mencionam dimensões de sustentabilidade para combater a crise ambiental, no qual engloba condições políticas, sociais, econômicas e culturais. O objetivo principal é permitir sanar suas necessidades humanas, usufruindo dos recursos naturais, mas também possibilitando a reposição desses recursos sem exceder a capacidade do meio ambiente, antes que seus efeitos sejam irreversíveis para a humanidade, prejudicando as futuras gerações e a qualidade de vida.

Em concordância com Paiva e Giesta (2019), a sustentabilidade deve ser amparada pelas três dimensões: ambiental, social e econômica. A dimensão ambiental envolve ações que interfiram no meio ambiente e que possam ser minimizadas através das instituições. Já a dimensão social engloba a responsabilidade social das organizações nas relações interpessoais, como por exemplo aspectos trabalhistas, exclusão social, desigualdades e pobreza. E a dimensão econômica que propõe estratégias sustentáveis para promover a competitividade justa entre as empresas.

2.2 Resíduos sólidos

Marques, Dalvi e Alvarez (2018), esclarecem que o crescimento desordenado populacional das inúmeras cidades do mundo estimularam efeitos negativos que podem impactar diretamente na economia e na disponibilidade dos recursos renováveis e não renováveis. Por isso, são cruciais medidas para minimizar os impactos na Natureza, com crescimentos sustentáveis, moldando a evolução das cidades às demandas. Pensando nisso, diversas Leis foram criadas a partir deste tema, como por exemplo a Lei 12.305, de 2 de Agosto de 2010 (Brasil, 2010), que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que propõe no Art. 9º a observância em ordem de prioridade a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada desses resíduos. Todo ambiente em que o ser humano vive, é alterado de forma involuntária a critério de sobrevivência. E cada ação gera resíduos que modificam o meio natural em que se vive. Estes resíduos são responsáveis por provocar a degradação dos recursos naturais e o desenvolvimento da sociedade. Desta forma, houve a necessidade da criação da normativa da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e NBR (Norma Brasileira) 10.004: 2004, para definir os resíduos sólidos, nos estados sólidos e semissólidos, contribuindo de tal forma a evitar essa degradação da Natureza. Além disso, a Lei nº 12.305, dispõe sobre a PNRS no Brasil, no qual classifica os resíduos sólidos quanto a sua origem e sua periculosidade, tais como: resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, de serviços públicos de saneamento básico, industriais, serviços de saúde, construção civil, agrossilvopastoris, serviços de transportes e resíduos de mineração, como também periculosidade em perigosos e não perigosos. Desta forma, a lei também estimula a educação ambiental a fim de fomentar a reciclagem no país, possibilitando a inclusão social através da necessidade de mais trabalhadores e com isso oferecendo maior faturamento para os catadores de materiais recicláveis.

A Figura 1 apresenta os resíduos sólidos (vegetação) e resíduos domésticos acumulados no sistema de drenagem urbana, por falta de orientação e cuidado no correto descarte e também a ausência de manutenção dos mesmos (DIAS e SOUSA, 2019).

Figura 1: Resíduos sólidos no interior do bueiro.



Fonte: DIAS e SOUSA (2019)

Já a Figura 2 evidencia a presença de resíduos domésticos jogados na calçada, no qual podem ocasionar a propagação de doenças, bem como a possibilidade de entupir as bocas de lobo próximas na ocorrência de chuvas.

Figura 2: Resíduos sólidos domiciliar espalhado na calçada.



Fonte: SILVA e FARIAS (2018)

2.2.1 Classificação dos resíduos sólidos

A NBR 10004 (2004) classifica os resíduos sólidos como:

Resíduos Classe I - Considerados como perigosos, devem ser descartados corretamente conforme as propriedades do material mediante a sua toxicidade, reatividade e patogenicidade.

Resíduos Classe II – São considerados como não perigosos, subdivididos em Classe II A e Classe II B.

– resíduos Classe II A – caracterizados como não inertes, pois ao entrar em contato com água, os resíduos não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas.

– resíduos Classe II B – caracterizados como inertes, não são indicados como inflamáveis, corrosivos, tóxicos, patogênicos, e não está propensa a sofrer reações químicas.

Estes podem ter variadas destinações conforme as propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, e não apresentam riscos graves à saúde da população e ao meio ambiente.

2.3 Definição de sarjeta, guia e depressão da boca de lobo

2.3.1 Definição de sarjeta

Sarjeta é o elemento presente na via pública paralela ao meio-fio, no qual é inclinada de acordo com seu dimensionamento, servindo como calha que recebe e desloca as águas pluviais (ALMEIDA e CARVALHO, 2019).

2.3.2 Definição de guia

Guia ou então meio-fio, é o elemento paralelo entre a rua e a calçada, feito em concreto in loco ou peças pré-moldadas. São colocados no limite da área de passeio e da via pública, no mesmo nível da área de passeio (SANTOS e GALINDO, 2019).

2.3.3 Depressão da boca de lobo

É o rebaixamento do nível da sarjeta (LIMA, 2007), favorecendo para melhor escoamento da água da chuva, conforme Figura 3, que indica a presença dos elementos que compõem um bueiro.

Figura 3: Indicação de guia, boca de lobo e sarjeta.



Fonte: COELHO e LIMA (2011), adaptado pela autora

2.4 Definição de bueiros

O chamado popular bueiro ou o termo técnico boca de lobo, é um dispositivo localizado em pontos planejados, próximos às sarjetas, com a única função de captar as águas pluviais às galerias (HARTMANN, 2019). Sua construção é em alvenaria e os projetos são normalmente regulamentados de acordo com cada município e conforme a necessidade do

dimensionamento necessário. No entanto, Braz, Filho e Rosa (2017), apontam algumas desvantagens sobre este tipo de drenagem urbana, como a obstrução por resíduos provenientes das enxurradas ou o descarte indevido no local por parte dos habitantes da região.

As bocas de lobo podem se diferenciar por sua tipologia, conforme as Figuras 4, 5, 6, 7 e 8 que apresentam quais são as mais utilizadas.

a) Boca de lobo de guia, pode ser prevista com ou sem depressão. A água pluvial é conduzida através da sarjeta para a abertura vertical na guia, como mostra a Figura 4.

Figura 4: Boca de lobo de guia (imagem frontal).



Fonte: São Paulo (2012)

b) Boca de lobo com grelha, pode ser prevista com ou sem depressão. Sua abertura é dada somente na sarjeta, protegida pela grelha metálica ou constituída por concreto, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Boca de lobo com grelha (imagem frontal).

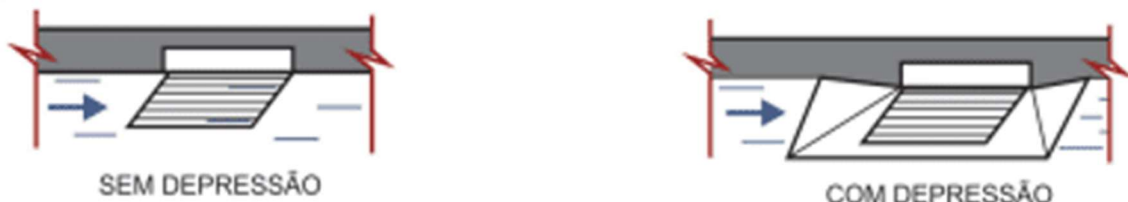


Fonte: São Paulo (2012)

c) Boca de lobo combinada, também pode ser prevista com ou sem depressão, como mostra a Figura 6.

Sua nomenclatura é dada pela combinação da abertura da guia e da grelha. Podendo comportar maior volume de água pluvial conduzida pela sarjeta.

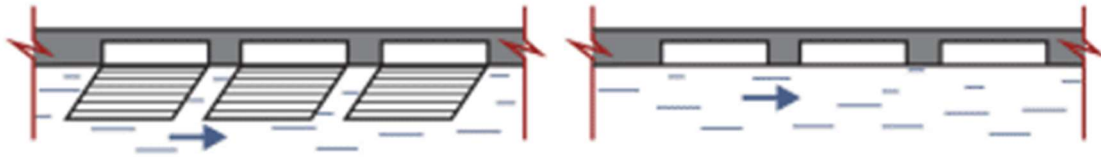
Figura 6: Boca de lobo combinada (imagem frontal).



Fonte: São Paulo (2012)

d) Boca de lobo múltipla, constituída por várias unidades, podendo ser combinada ou somente tipo guia, comportando maior volume de água pluvial, como mostra a Figura 7.

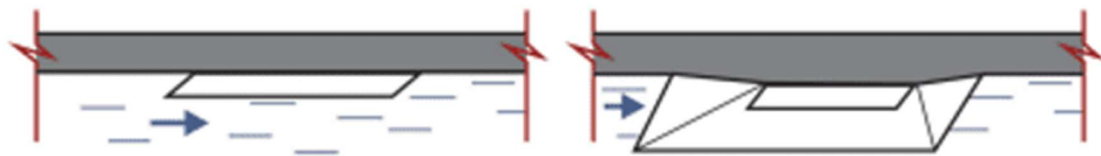
Figura 7: Boca de lobo múltipla (imagem frontal).



Fonte: São Paulo (2012)

e) Boca de lobo com fenda horizontal longitudinal, sua abertura é dada no sentido horizontal longitudinal na sarjeta, podendo ser com ou sem depressão, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Boca de lobo com fenda horizontal longitudinal (imagem frontal).



Fonte: São Paulo (2012)

2.5 Cidades Inteligentes

As Cidades Inteligentes visam reduzir os problemas através da automatização e do maior gerenciamento para proporcionar maior qualidade de vida aos habitantes (KON; SANTANA, 2016). Conectar objetos a sensores é uma das tecnologias proporcionadas pela Internet das Coisas (IoT), Barcelos (2019), exemplifica sua utilização em semáforos, frotas, monitoramentos do ambiente e entre outros.

A transição de uma cidade convencional para a Cidade Inteligente não é tão simples e necessita da ruptura do sistema padrão e antigo do planejamento urbano, estando aberto para novas perspectivas e em busca de mudanças, atualizações tecnológicas e dinamização dos gestores administrativos (DIAS, 2017).

O Bueiro Inteligente é um dos itens que uma Cidade Inteligente pode possuir. Canale (2018), menciona que o sistema de automação e controle com monitoramento dos bueiros inteligentes, podem ser utilizados em grandes metrópoles como também em pequenas cidades. O sistema conta com o sensoriamento sem fio, monitoramento remoto através de softwares, com o controle de limite de capacidade de lixos, alertando através de sinal wifi ou 3G sobre a necessidade de manutenção do bueiro.

2.6 Bueiro Inteligente

A Lei Nº 16.687 (2017) de São Paulo, define Boca de Lobo Inteligente, ou, Bueiro Inteligente propriamente dito, como caixa coletora, instalada no interior dos bueiros, com a função de peneirar o material sólido, através da tela, possibilitando a passagem de água e impedindo a passagem do material sólido. Desta forma, a confecção do cesto coletor pode ser produzida com material metálico, plástico, e outros, também deve possuir tela como peneira, para os resíduos sólidos não transitarem com o fluxo de água. Assim, a manutenção é realizada após o acúmulo dos rejeitos e com intervalo de tempo estipulado de acordo com a necessidade do local. A Figura 9 apresenta um tipo de bueiro inteligente.

Figura 9: Cesta coletora.



Fonte: Bueiro Inteligente (2014)

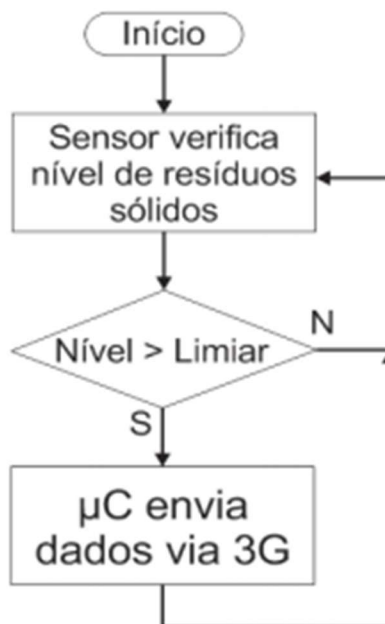
Na maioria dos casos, os bueiros inteligentes são utilizados com dispositivos de sensoriamento de drenagem urbana monitorados, posicionados dentro do caixote, indicando quando há a necessidade de manutenção e retirada dos itens retidos. Sua composição é baseada no uso de painel solar, sensor ultrassônico, microcontrolador, bateria e modem 3G (RIBEIRO *et al.*, 2014).

A mecanização desse sistema, auxilia de forma eficiente no controle do nível de resíduos no bueiro inteligente, já que pode-se controlá-lo de forma remota sem precisar verificar in loco.

Esses sensores são responsáveis por informar através do software a capacidade de armazenamento dos resíduos coletados e se há a necessidade de retirada dos mesmos. Para que não haja transtornos em períodos chuvosos e assim identificar exatamente quais pontos necessitam de manutenção.

A Figura 10 apresenta de forma resumida como opera o sistema 3G de sensor em bueiro inteligente.

Figura 10: Operação do sistema 3G.

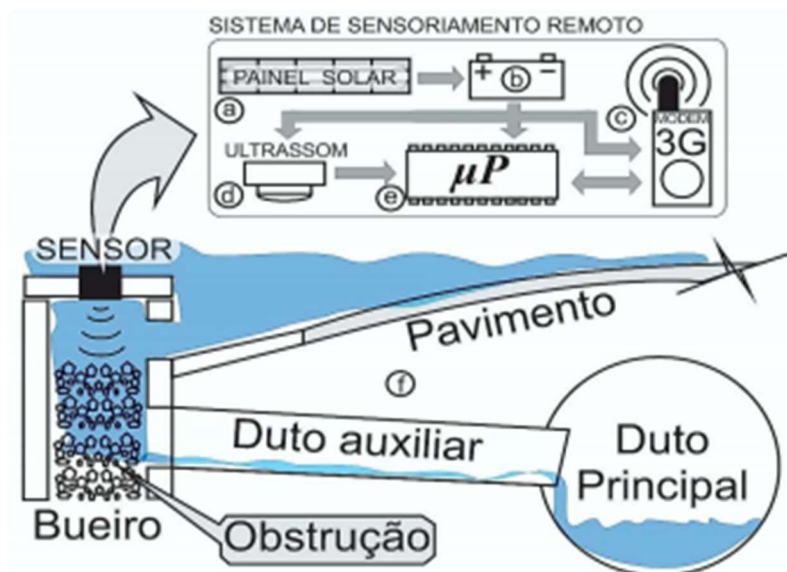


LEGENDA:
μC=microcontrolador.

Fonte: RIBEIRO et al. (2014), adaptado pela autora.

A Figura 11 representa o funcionamento do sistema de sensoriamento remoto do bueiro inteligente, através do sistema 3G, painel solar, ultrassom e bateria, conseguem enviar sinais para o controlador, indicando a obstrução com resíduos.

Figura 11: Sistema de sensoriamento remoto.



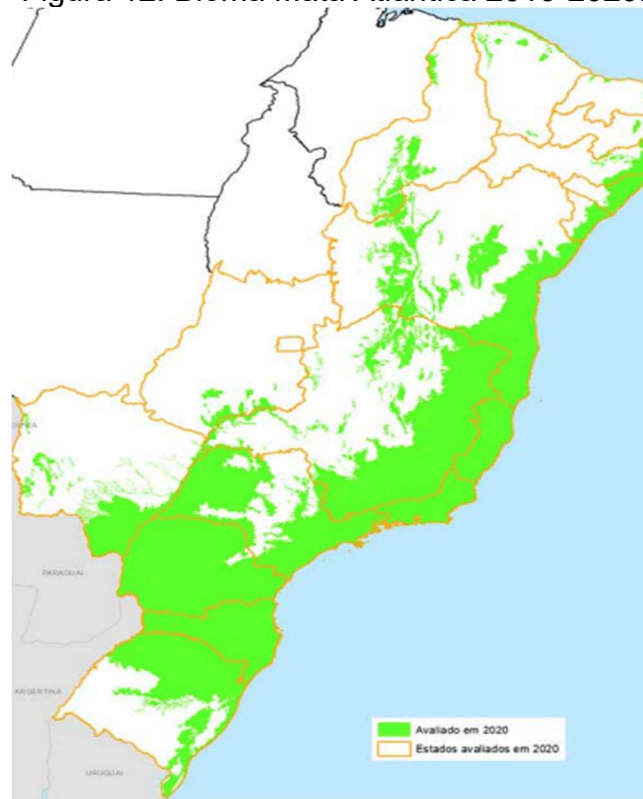
Fonte: RIBEIRO et al. (2014)

3. Metodologia

3.1 Caracterização da área geográfica

O presente estudo tem como área a Engenharia Civil em relação ao sistema de drenagem em via urbana. O local da pesquisa é a cidade de Guaíra, município situado ao oeste do estado paranaense e às margens do Rio Paraná. Sua população de acordo com o IBGE (2010) é de 30.704 habitantes, estimado em 33.310 habitantes no ano de 2020. O Estado do Paraná é característico do bioma Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA, 2021) conforme indica a Figura 12, desta forma, ele é composto pela floresta estacional semidecidual.

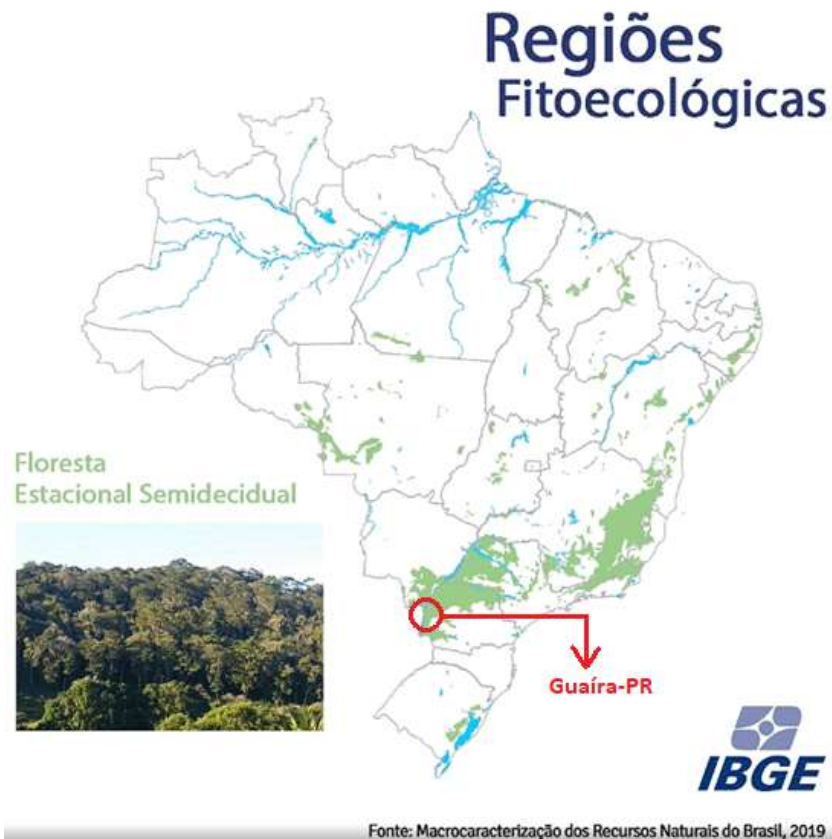
Figura 12: Bioma Mata Atlântica 2019-2020.



Fonte: SOS Mata Atlântica (2021)

Segundo o IBGE (2019), a vegetação do município de Guaíra-PR está inserida na região classificada Floresta Estacional Semidecidual da Mata Atlântica, conforme indica Figura 13. A Floresta Estacional Semidecidual manifesta como atributo significativo, a perda de folhas das árvores de aproximadamente 20-50% durante a estações secas e frias do ano. (CAMPOS e SILVEIRA-FILHO, 2010; RODERJAN et al., 2002), informação de extrema relevância para o trabalho no qual esclarece a presença de muitos resíduos verdes na região do estudo, principalmente folhas de árvore.

Figura 13: Floresta Estacional Semidecidual.



Fonte: IBGE adaptado pela autora (2021)

A Figura 14 a seguir apresenta a região ao redor do local de estudo e a especificação pontual dos bueiros.

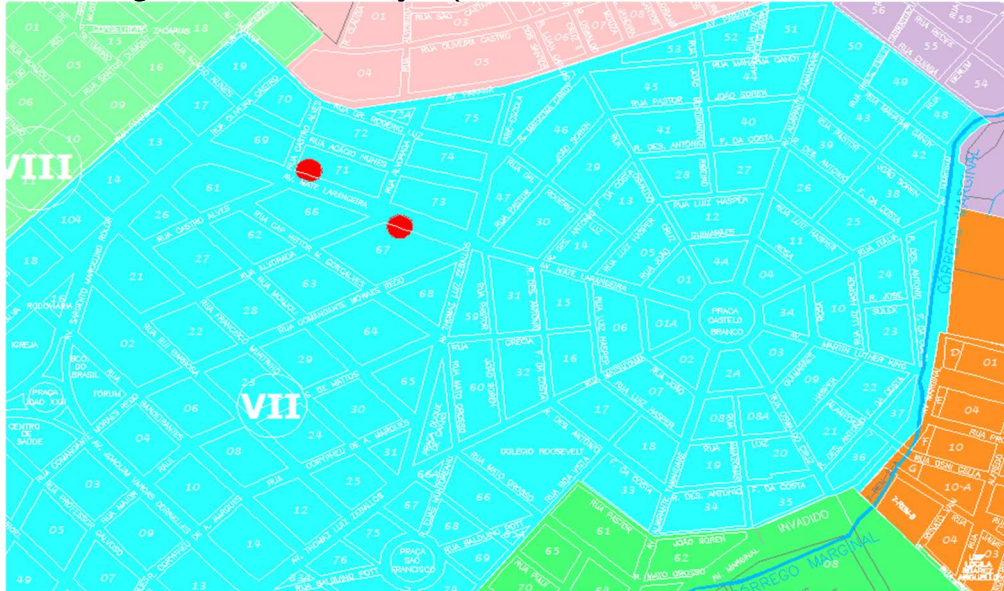
Figura 14 – Delimitação das quadras onde foi implantado o Bueiro Inteligente.



Fonte: Google Earth adaptado pela autora (2021)

O estudo dos bueiros inteligentes caracteriza-se por uma pesquisa experimental e observação direta, no qual não há o contato direto com o cliente, bem como de caráter misto, qualitativo e quantitativo. Sua restrição consiste no exame pontual no centro da cidade, conforme a Figura 15, que indica sua localização no município.

Figura 15 – Localização pontual no Centro de Guaíra-Pr.



Fonte: Prefeitura Municipal de Guaíra adaptado pela autora (2021)

A Figura 16, indica o local onde foi implantado o sistema de Bueiro Inteligente. Foi realizada visita *in loco* na Avenida Mate Laranjeira, registrando as observações e anotações dos resultados obtidos. As informações foram coletadas de forma imparcial sem ter a manipulação de indivíduos que não fizeram parte do presente trabalho.

Figura 16 – Indicadores pontuais da localização dos Bueiros Inteligentes.



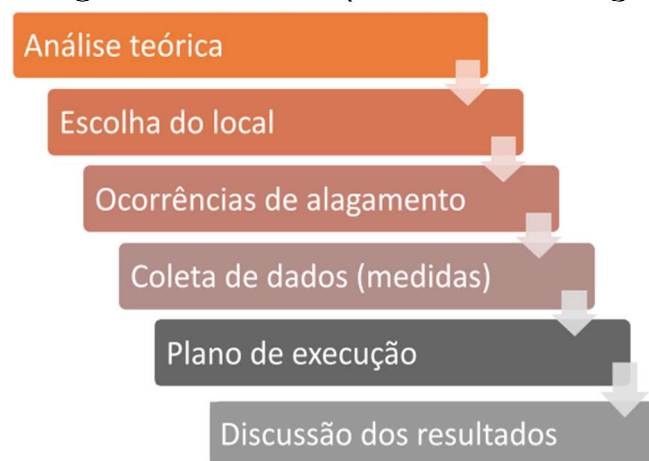
Fonte: Google Earth adaptado pela autora (2021)

Segundo Climate-Data (2021), mesmo o mês de agosto sendo considerado o mais seco, ainda assim possui alta pluviosidade com 88mm. No mês de outubro, a pluviosidade atingiu aproximadamente 173mm, sendo a maior do ano ultrapassando a média anual de 157mm. Além disso, é importante salientar que há variações do clima que podem ser diferentes do que foi previsto, como por exemplo o temporal informado nas notícias do Município de Guaíra (2021), que propiciou chuvas fortes e volumosas, trazendo à tona situações inesperadas que não foram planejadas, como por exemplo o enchimento muito rápido dos bueiros inteligentes. Frente ao exposto, com este estudo, busca-se verificar o escoamento dos bueiros inteligentes diante das variações de pluviosidades de intensidades altas ou baixas.

3.4 Etapas do trabalho

Para que o sistema fosse implantado com sucesso, foi necessário estipular critérios a serem seguidos, conforme Figura 17.

Figura 17 – Critérios para o bueiro inteligente.



Fonte: Própria Autoria (2021)

A primeira etapa foi analisar a base de dados bibliográficos relacionados aos bueiros inteligentes, resíduos sólidos, escoamento e drenagem urbana para entender as peculiaridades de cada um. A segunda e terceira etapa foi a escolha do local, no qual teve como base a incidência de pequenos alagamentos na área central da cidade, além de queixas por parte de moradores e comerciantes da região. Desta forma, a Avenida Mate Laranjeira foi sugerida pelo Secretário da Secretaria Municipal de Agropecuária, Infraestrutura e Meio Ambiente (SEMAIM), no qual detém a Diretoria de Obras, por ser locais com problemas de escoamento e também porque as bocas de lobos foram recém instaladas e estavam prontas para receber a nova estrutura do bueiro inteligente. Posteriormente, foi realizada visita in loco para medição das bocas de lobo, confecção dos cestos coletores na metalúrgica, instalação, manutenção conforme necessidade, bem como o registro fotográfico e pesagem dos resíduos encontrados.

3.2 Bocas de lobo em estudo

As bocas de lobo em estudo, localizadas na Avenida Mate Laranjeira, foram implantadas recentemente pelo Departamento de Obras do município, sendo elas: 03 unidades na quadra 01 e 02 unidades na quadra 02, todas com dimensões diferentes, conforme o Quadro 1, que também apresenta informações de classificação, coordenada geográfica retirada do Google Maps e as dimensões das cestas metálicas.

Quadro 1: Classificação das bocas de lobo em estudo e dimensões da cesta.

BOCA DE LOBO	CLASSIFICAÇÃO	COORDENADA GEOGRÁFICA	DIMENSÕES DAS BOCAS DE LOBO	
			COMPRIMENTO	LARGURA
1	COM GRELHA	-24.081904, -54.250394	68	43
2	COM GRELHA	-24.081129, -54.251998	71	50
3	COM GRELHA	-24.081212, -54.251810	72	56
4	COM GRELHA	-24.081873, -54.250759	78	72
5	COM GRELHA	-24.081865, -54.250530	69	59

Fonte: Própria autoria (2021)

A classificação das bocas de lobo são do tipo grelha com depressão, posicionadas na avenida central de Guaíra, próximas a pontos comerciais, como aponta a Figura 18 e Figura 19, indicando a boca de lobo 1, 2, 3, 4 e 5.

Figura 18 – Indicação da boca de lobo 1, 2 e 3.



Fonte: Google Maps adaptado pela autora (2021)

Figura 19 – Indicação da boca de lobo 4 e 5.



Fonte: Google Maps adaptado pela autora (2021)

3.3 Confeção do cesto coletor

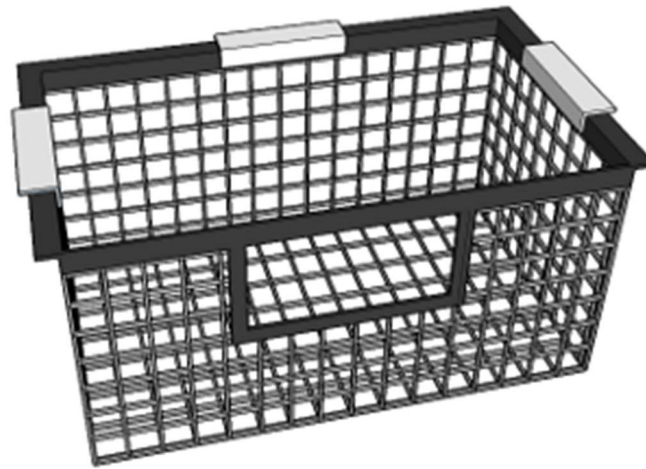
As cestas foram confeccionadas na metalúrgica com altura de 30 cm, como mostra o Quadro 2, valor adotado sem dimensionamento prévio, sendo personalizado de acordo com a dimensão de cada boca de lobo. O material é metálico, conforme apresenta a Figura 20, com cantoneiras de alumínio nas bordas medindo 4 cm para auxiliar o apoio, tela de malha 2 cm x 2 cm, sendo a dimensão que havia disponível na metalúrgica.

Quadro 2: Medidas do cesto coletor.

DIMENSÕES DA CESTA METÁLICA (CM)			
BOCA DE LOBO	COMPRIMENTO	LARGURA	PROFUNDIDADE
1	64	39	30
2	67	46	30
3	68	52	30
4	74	68	30
5	65	55	30

Fonte: Própria autoria (2021)

Figura 20: Projeção do cesto coletor.



Fonte: Própria autoria (2021)

A manutenção foi realizada de forma quinzenal sem períodos de chuvas e também a cada dia de chuva, para verificar se há a presença de detritos provenientes da varrição das calçadas dos munícipes, descarte incorreto ou do vento, para evitar que o acúmulo de resíduos no interior da cesta metálica impeça a passagem da água e alague as calçadas. Um dos benefícios deste sistema é a forma descomplicada de limpeza, sem necessitar de mão de obra especializada devido a sua facilidade de manuseio.

Os cestos coletores confeccionados na metalúrgica utilizando-se como base o cesto projetado, como indica a Figura 21 e detalhamento da Figura 22.

Figura 21: Cesto coletor confeccionado na metalúrgica.



Fonte: Própria autoria (2021)

Figura 22: Malha do cesto coletor 2 cm x 2 cm.

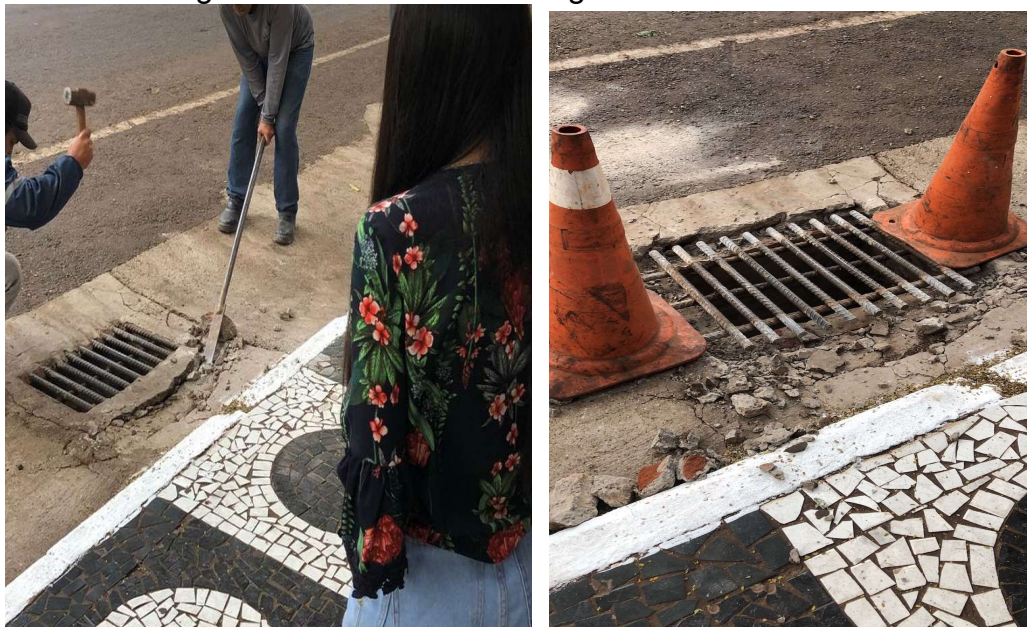


Fonte: Própria autoria (2021)

3.4 Implantação do sistema bueiro inteligente

Para o início da instalação do bueiro inteligente, foi necessário remover a grelha fixa no concreto, como mostra a Figura 23 e Figura 24, com a colaboração dos funcionários disponibilizados pelo Departamento de Obras da Prefeitura Municipal, para a quebra do concreto ao redor da grelha.

Figura 23 e 24: Retirada da grelha fixa no concreto.



Fonte: Própria autoria (2021)

Em seguida, verificou-se o encaixe da estrutura metálica na abertura do bueiro para garantir que as medidas estivessem corretas, conforme a Figura 25. É importante salientar

a necessidade da presença dos pés laterais para servir como apoio no concreto, como mostra o detalhamento da Figura 26.

Figura 25: Nova grelha do bueiro inteligente.



Fonte: Própria autoria (2021)

Figura 26: Detalhe do apoio.



Fonte: Própria autoria (2021)

As Figuras 27 e Figura 28 apresentam a fase de concretagem da nova estrutura metálica, realizada pelos funcionários do Departamento de Obras do município, com o acompanhamento da responsável pelo projeto.

Figura 27 e Figura 28: Concretagem do bueiro inteligente.



Fonte: Própria autoria (2021)

3.5 Sugestão de melhorias do bueiro inteligente implantado

Após a confecção da estrutura metálica e instalação do sistema, foram identificados alguns detalhes que podem ser aperfeiçoados para usar em futuros bueiros inteligentes. Como por exemplo a Figura 29 com a projeção da cantoneira medindo 10 centímetros de largura para o apoio na estrutura ser mais eficiente, vergalhão no meio da grelha apresentada pela Figura 30, com o intuito de reforçar para não entortar com a passagem de veículos pesados, e também alças laterais para facilitar a retirada da cesta metálica, principalmente pelo motivo do resíduo sólido ficar mais pesado com a presença de umidade.

Figura 29 e Figura 30: Recomendações de melhorias após sistema executado.



Fonte: Própria autoria (2021)

3.6 Sistemas instalados

O sistema foi instalado com sucesso nos cinco pontos escolhidos no centro do município, sendo composto pela nova estrutura na boca de lobo e o cesto coletor, prontos para a coleta do resíduo sólido transportado, conforme Figura 31 e 32.

Figura 31 e Figura 32: Bueiro inteligente instalado.



Fonte: Própria autoria (2021)

4. Resultados

A qualidade de vida da população guairense é interferida pelos mesmos problemas que ocorrem em diversas cidades do Brasil. Um dos causadores destes problemas são os resíduos sólidos, que são descartados de forma indevida, e, no período das chuvas, são transportados para o interior das bocas de lobo, causando seu entupimento.

O presente estudo é realizado na avenida central do município, mas constatou-se que não somente os comerciantes e moradores desta região são atingidos com as consequências dos alagamentos, isso afeta também os moradores de outros bairros, principalmente de bairros com menor infraestrutura e em pontos baixos da cidade. Além da interferência dos resíduos, como mostrado na Figura 33, um dos fatores; se não o mais importante deles, é o saneamento básico, pois os escoamento das águas contaminadas contribuem para a propagação de doenças, poluição, e obstrução das redes de esgotamento público.

Figura 33: Resíduos sólidos encontrados antes da instalação do cesto coletor.



Fonte: Própria Autoria (2021)

Além de resíduos como plásticos, latas de refrigerante, papéis e outros, que são encontrados no interior dos bueiros, é muito comum encontrar folhas e galhos obstruindo a entrada da água da chuva, como indica a Figura 34 e 35. No entanto, em megacidades e metrópoles é mais comum a presença de lixo domiciliares do que lixo verdes, principalmente por possuírem menor incidência de árvores e maior número de habitantes, conseqüentemente, maior produção de resíduos sólidos.

Figura 34 e Figura 35: Resíduos Sólidos nas bocas de lobo.



Fonte: Própria Autoria (2021)

4.1 Coleta do resíduo sólido

A previsão de coleta sem chuva foi a cada 15 dias, e, ao averiguar os pontos em estudo, não foi necessário realizar manutenção, pois não haviam resíduos. Porém, nas datas registradas que houve a incidência de chuva, foi necessário realizar a manutenção no dia seguinte, porque no mês de Outubro de 2021, houve o registro de chuvas torrenciais incomuns para a região. O Quadro 3, aponta os resultados obtidos de cada boca de lobo com sua respectiva massa, que foi coletada em balança mecânica de plataforma.

A coleta totalizou 530,537 quilos de resíduos sólidos no mês de Outubro de 2021. Ou seja, mais de meia tonelada de resíduos deixaram de ser transportados para a galeria pluvial, evitando problemas futuros de escoamento e entupimento dos cinco bueiros em análise.

Quadro 3: Massa do resíduo sólido após precipitação.

BOCA DE LOBO	COORDENADA GEOGRÁFICA	MASSA DO RESÍDUO SÓLIDO (KG) - APÓS PRECIPITAÇÃO		
		04/10/2021	07/10/2021	23/10/2021
1	-24.081024, -54.252381	45,965	31,547	39,236
2	-24.081129, -54.251998	33,965	25,821	29,645
3	-24.081212, -54.251810	10,965	4,655	7,85
4	-24.081873, -54.250759	15,965	8,365	11,817
5	-24.081865, -54.250530	25,965	17,746	22,174
	TOTAL =	220,959	198,856	110,722

Fonte: Própria autoria (2021)

Como mencionado no item 3.3, a tela do cesto coletor foi confeccionada com 2 cm x 2 cm, fazendo com que ficasse retido até as pequenas folhas que a chuva transportou, mostrado abaixo na Figura 36 e Figura 37.

Figura 36 e Figura 37: Registro fotográfico da coleta.



Fonte: Própria autoria (2021)

Foi necessária assistência, por isso foi cedida mão de obra pelo Departamento de Obras para realizar a manutenção, pois a junção dos resíduos com água da chuva, deixou o sistema muito pesado, formando uma espécie de lama no cesto coletor, como mostra a Figura 38 e Figura 39. No entanto, este acúmulo de lama ocorreu devido a abertura da tela 2 cm x 2 cm do cesto, e poderá ser evitada sendo confeccionada com a tela maior para permitir a passagem das pequenas folhas e partículas de terra.

Figura 38 e Figura 39: Manutenção do Bueiro inteligente.



Fonte: Própria autoria (2021)

O material foi despejado na carruagem, mostrada na Figura 40, para facilitar o transporte, principalmente por estar úmido e pesado.

Figura 40: Carriola para auxiliar na manutenção.



Fonte: Própria autoria (2021)

Na classificação II da NBR 10004 (2004), estão inclusos os materiais reciclados como plásticos, vidros, metais, e resíduos orgânicos, folhas e galhos remanescentes das podas, varredura das vias públicas, limpeza de galerias, limpeza de córregos e cortes de grama, que podem ser observados por meio da Figura 41 e Figura 42.

Figura 41 e Figura 42: Resíduos orgânicos coletados.



Fonte: Própria autoria (2021)

Os resíduos coletados foram utilizados pela Diretoria de Meio Ambiente de Guaíra-Pr, como matéria prima para preparação de adubos para uso no Viveiro Municipal e hortas nas escolas municipais, conforme Figura 43 e Figura 44, no qual o material foi preparado para utilização.

Figura 43 e Figura 44: Resíduos orgânicos no Viveiro Municipal.



Fonte: Própria autoria (2021)

Para que a transição dos bueiros tradicionais para os bueiros com cestos coletores ocorra de forma eficaz, é preciso da avaliação por parte dos setores competentes da Prefeitura Municipal sobre a necessidade de manutenção dos sistemas de drenagem considerados ultrapassados para a realidade atual, padronização de tamanho das bocas de lobo para facilitar a confecção da estrutura que compõe o bueiro com cesto coletor e a manutenção, bem como a análise de aplicá-lo em toda cidade. Em caso do município adotar este sistema, poderá ser realizado cronograma de coleta dos resíduos retidos no bueiro com cesto coletor, intensificado em períodos de precipitação, e para que os resultados sejam ainda mais promissores, faz-se necessário campanhas educativas para os moradores dos bairros sobre a contribuição e importância do apropriado descarte dos resíduos sólidos.

5. Conclusão

Conclui-se com este trabalho, que o sistema foi implantado á fim de colaborar na solução dos problemas de alagamentos e bloqueio das bocas de lobo por resíduos sólidos que ocorrem na Avenida Mate Laranjeira, no município de Guaíra-PR.

Diante do trabalho exposto, foi possível coletar aproximadamente 530,537 quilos de resíduos sólidos no mês de Outubro de 2021. Ou seja, mais de meia tonelada de resíduos deixaram de ser transportados para a galeria pluvial, evitando problemas futuros de escoamento e entupimento dos cinco bueiros em análise. Desta forma, o sistema de bueiro com cesto coletor mostra-se eficiente para colaborar na infraestrutura das cidades, bem como fomentar ações sustentáveis e a proteção da integridade humana e do Meio Ambiente.

6. Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 – Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ALMEIDA, Alisson Henrique; CARVALHO, Laísa Cristina. **Análise de planejamento urbano e drenagem em trechos do bairro Jardim das Acácias em Boa Esperança/MG**. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas (FEPEMIG). Minas Gerais, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1245> . Acesso em: 29/06/2021.



ALMEIDA, Clarissa Patriza de Melo Freitas; CHAVES, José Wémenson Rabelo; DANTAS, Maria Jorgiana Ferreira. **Estudo do sistema de drenagem urbana localizado na avenida José Caetano de Almeida, Quixadá/CE. Revista Tecnologia**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 1-17, dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.unifor.br/tec/article/view/10801>. Acesso em: 15/06/2021.

BARCELOS, Marcelo Silva. **Um olhar no jornalismo do futuro a partir das Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (AI): Prospecções científicas e os desafios tecnológicos nas redações**. p.1-338. Tese de doutorado: Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214828> . Acesso em: 10/06/2021.

BRASIL (2017) Lei nº 16.687, de 10 de Julho de 2017. **Dispõe sobre a implantação de dispositivo chamado Boca de Lobo Inteligente, no âmbito do Município de São Paulo, e dá outras providências**. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL (2010) Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: Diário Oficial da União.

BRASIL (1999) Lei nº 9.795, de 27 de Abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Brasília: Diário Oficial da União.

BRAZ, Maria da Glória; FILHO, José Eduardo da Silva; ROSA, Diego de Jesus Queiroz. **Proposta de técnica compensatória em drenagem urbana baseada no aproveitamento da estrutura da boca de lobo em associação a canal subsuperficial: pesquisa experimental**. IX Encontro Nacional de Águas Urbanas, Rio de Janeiro, 2017.

CAMPOS, J.B.; SILVEIRA-FILHO, L. **Floresta Estacional Semidecidual – Série Ecossistemas Paranaenses**. Curitiba: SEMA, 2010. v. 5.

CANALE, Ronaldo Henrique. **Desenvolvimento de automação aplicada ao controle e automação de sistema de esgoto**. p. 1-27. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Centro Universitário de Jaguariúna. São Paulo, 2018.

CLIMATE-DATA. Clima Guaíra: Dados climatológicos para Guaíra. Guaíra, 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/guaira-31821/#climate-table>. Acesso em: 20/10/2021.

COELHO, Márcia Maria Lara Pinto; LIMA, José Geraldo de Araújo. **Eficiência Hidráulica de Bocas de Lobo Situadas em Sarjetas de Greide Contínuo**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16 n.2, p. 133-143. Porto Alegre, 2011. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/3/a23c34e1b2a151607e988435dbc4e0cf_1999ba9dd8ac15d488f2671d8b5e2fae.pdf . Acesso em: 20/10/2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução n. 357. 17 de março. DOU n 53 - 30 de julho. Revoga a Resolução CONAMA n. 20 de 1995.

DIAS, Liderval Cajaiba. **Um estudo sobre aspectos de uma cidade identificados pelos habitantes de São José dos Campos- SP**. p. 1-177. Dissertação de mestrado: Universidade de Taubaté. Taubaté, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br:8080/jspui/bitstream/20.500.11874/3347/1/Liderval%20Cajaiba%20Dias.pdf> . Acesso em: 30/06/2021.



DIAS, Stephany de Oliveira; SOUSA, Ursulla Lorena Gama de. **Eficiência na drenagem urbana: uma abordagem social**. p. 1-26. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Uni Anhanguera. Goiânia, 2019. Disponível em: <http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/jspui/bitstream/123456789/231/1/TFC%20%20CORRIGIDO-%20URSULLA%20E%20STEPHANY.pdf> . Acesso em: 30/06/2021.

GUAIRA. **Prefeitura Municipal de**. A Cidade: Guaíra: Uma cidade no centro da história. Disponível em: <https://www.guaira.pr.gov.br/>. Acesso em: 19 jun. 2021.

GUAIRA. **Prefeitura Municipal de**. Últimas notícias. Disponível em: <https://www.guaira.pr.gov.br/index.php?sessao=b054603368vfb0&id=7013> . Acesso em: 20 out. 2021.

HARTMANN, Humberto Welter. **Utilização do geoprocessamento como ferramenta de apoio ao manejo das águas pluviais no município de Santo Ângelo-RS**. p. 1-54. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Cerro Largo, 2019. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/3114/1/HARTMANN.pdf> . Acesso em: 28/06/2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: síntese de indicadores 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <IBGE | Cidades@ | Paraná | Guaíra | Panorama> . Acesso em: maio. 2021.

KON, Fábio.; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. **Cidades inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios**. Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. p. 2–48. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/livros/index.php/sbc/catalog/download/6/6/17-1?inline=1> . Acesso em: 30/06/2021.

LIMA, José Geraldo de Araújo. **Investigações experimentais da eficiência hidráulica em bocas-de-lobo em greide contínuo**. p.1-107. Dissertação de Pós-graduação - Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/REPA-7BSFMS/1/jos__geraldo_de_ara_jo_lima.pdf . Acesso em 01/07/2021.

MARQUES, Suelem Bertollo; DALVI, Márcia Bissoli; ALVAREZ, Cristina Engel de. **Políticas públicas em prol da sustentabilidade na Construção Civil em municípios brasileiros**. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). *Revista Brasileira de Gestão Urbana*. Espírito Santo, v. 10, n.1, p. 186-196, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.SUPL1.AO10> . Acesso em: 19/06/2021.

PAIVA, F.C.S.; GIESTA, L.C. **Gestão socioambiental em micro e pequenas indústrias de Pau dos Ferros-RN**. *Gestão & Produção*, v.26, n.2, p. 1-17, Jul. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/JvkWDvBdFTM4R5s9XYgQCbB/?lang=pt&format=html> . Acesso em: 02/10/2021.



PEREIRA, Josilene Santana Schulz. **Sustentabilidade na Construção Civil**. p. 1-18. Artigo Científico. Gestão de Empresas: Unisul Virtual. Santa Catarina, 2019. Disponível em: <http://www.riuni.unisul.br/handle/12345/7077> . Acesso em: 20/06/2021.

RIBEIRO, Silvia Aparecida; OLIVEIRA, Alexandre Maniçoba de. **Modelo conceitual de um sensor microcontrolado 3G para automação do controle de saturação de dispositivos de drenagem urbana (bueiro) aplicado a cidades inteligentes**. p. 1-10. **5º Congresso Científico da Semana Tecnológica – IFSP**, Bragança Paulista-SP, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-De-Oliveira-3/publication/267209032_Modelo_conceitual_de_um_sensor_microcontrolado_3G_para_automacao_do_controle_de_saturacao_de_dispositivos_de_drenagem_urbana_bueiro_aplicado_a_cidades_inteligentes/links/544791840cf2d62c305085bd/Modelo-conceitual-de-um-sensor-microcontrolado-3G-para-automacao-do-controle-de-saturacao-de-dispositivos-de-drenagem-urbana-bueiro-aplicado-a-cidades-inteligentes.pdf . Acesso em: 25/06/2021.

SANTOS, Ivone Monteiro dos; LEÃO, Marcelo Franco. **Concepções dos professores, funcionários e estudantes do Ensino Médio de uma Escola do Campo sobre a problemática do lixo doméstico**. São Paulo, v. 13, n. 3, p. 1-15, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17271/1980082713320171690> . Acesso em: 08/07/2021.

SANTOS, Jeferson Maxuel Vicente dos; GALINDO, Nicolas de Lima Lopes. **Dimensionamento dos dispositivos de drenagem urbana da travessia Curitiba, Rio Largo - AL**. p. 1-55. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Centro Universitário Cesmac. Maceió, 2019. Disponível em: <https://ri.cesmac.edu.br/bitstream/tede/577/1/DIMENSIONAMENTO%20DOS%20DISPOSITIVOS%20DE%20DRENAGEM%20URBANA%20DA%20TRAVESSA%20CURITIBA%20c%20RIO%20LARGO%20%e2%80%93%20AL.pdf> . Acesso em 10/06/2021.

SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana**. São Paulo: SMDU, 2012.

SENA, Tiago. **Levantamento dos Resíduos Sólidos Gerados em uma Empresa de Refino de Petróleo**. p.1-54. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/esa/files/2013/10/TCC-TIAGO-SENA2.pdf> . Acesso em: 25/06/2021.

SERRÃO, Mônica; ALMEIDA, Aline; CARESTIATO, Andréa. **Sustentabilidade: Uma questão de todos nós**. Editora SENAC. São Paulo: 2020.

SILVA, Adryely Julianne Silva da; FARIAS, Glorgia Barbosa de Lima de. **Resíduos sólidos urbanos e sua relação com as causas de alagamento na cidade de Bragança - Pará. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental São Bernardo do Campo/SP**. p. 1-7. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, São Bernardo do Campo, 2018. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2018/III-024.pdf> . Acesso em: 26/06/2021.



SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, período 2019-2020.** São Paulo, 2021. Disponível em: https://cms.sosma.org.br/wp-content/uploads/2021/05/SOSMA_Atlas-da-Mata-Atlantica_2019-2020.pdf . Acesso em: 28/11/2021.

SOUZA, Janaina Nascimento Simões de; BENEVIDES, Rita de Cássia Alves. **Educação Ambiental Para o Desenvolvimento Sustentável e o Comprometimento das Universidades/Faculdades do Município do Rio de Janeiro, RJ. II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia.** p. 1-18. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/343_artigo.pdf . Acesso em: 14/06/2021.