

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS LONDRINA
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ANDRÉ DE OLIVEIRA BENINCA

**QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS NA DRENAGEM
URBANA DO LAGO IGAPÓ I EM LONDRINA - PR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2021

ANDRÉ DE OLIVEIRA BENINCA

**QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS NA DRENAGEM
URBANA DO LAGO IGAPÓ I EM LONDRINA - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi

LONDRINA

2021



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Londrina
Coordenação de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS RECICLÁVEIS NA DRENAGEM URBANA DO LAGO IGAPÓ I EM LONDRINA - PR

por

André de Oliveira Beninca

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no dia 17 de dezembro de 2021 ao Curso Superior de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

_____ (aprovado, aprovado com restrições ou reprovado).

Profa. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro
(UTFPR)

Prof. Dr. Rafael Montanhini Soares de Oliveira
(UTFPR)

Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi
(UTFPR)
Orientador

Prof. Dr. Orlando de Carvalho Junior
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Ambiental

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças, fé, saúde e perseverança para seguir por todos esses anos de estudo.

A minha mãe Josane A. de Oliveira e avó Aparecida F. De Oliveira por me amarem e formarem o homem que sou e pelo apoio em casa e aos meus estudos, a meu pai Francisco Beninca por me amar e ajudar principalmente financeiramente em todos esses anos, a minha irmã Ana Paula de O. Beninca pelo amor, carinho e apoio que tem comigo.

A minha namorada Juliana C. Domingues da Silva por me amar muito e estar ao meu lado nessa reta final do curso me dando muito apoio e carinho.

Aos amigos, que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo esse tempo em que estive na faculdade.

Aos colegas e amigos que fiz ao longo do curso que me ajudaram na empreitada dos estudos ao longo desses anos.

A Prof^ª. Dr. Luciana Furlaneto Maia pela oportunidade de realizar uma pesquisa de Iniciação Científica e poder apresentá-la em congressos e eventos da UTFPR.

Ao meu orientador Prof^º. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi por aceitar a me orientar e fazer isso com desempenho, dedicação e amizade. A prof^ª. Dra. Joseane Debora Peruço Theodoro e Prof^º. Dr. Rafael Montanhini Soares de Oliveira por aceitarem fazer parte da banca e darem orientações também a respeito do trabalho.

À instituição de ensino UTFPR - Londrina, pois foi essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação, por ter me mantido por todos esses anos até minha formação e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso.

RESUMO

BENINCA, A.O Quantificação de Resíduos Recicláveis na Drenagem Urbana do Lago Igapó I em Londrina – PR, 45p. 2021. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021.

A disposição inadequada em países em desenvolvimento dos resíduos sólidos é preocupante, pois a disposição inadequada em terrenos baldios, locais próximos a cursos d' água impedem o fluxo do sistema de drenagem urbana e causam poluição nos recursos hídricos. Desta forma, a quantificação e tipificação destes sólidos tem suma importância para encontrar formas de solucionar o despejo de resíduos sólidos no Lago Igapó I, carreados através da rede de drenagem urbana. O objetivo principal deste trabalho é avaliar a quantidade de resíduos sólidos carreado pelo sistema de drenagem urbana na bacia hidrográfica. Realizou-se a quantificação através da pesagem do material no saco de lixo de 50 L juntamente com a balança digital dando os resultados dos resíduos recicláveis em kg e depois calculando e saindo a porcentagem da quantidade encontrada no peso medido. Pode-se observar que ocorre a presença de plástico dos tipos 1, 2 e PET que estão classificados segundo a NBR 10.004 como resíduos inertes. Esses por sua vez representam em torno de 70% do total em massa e 90% do total número de itens. São resíduos passíveis de reciclagem, também é notável muita matéria orgânica, mas essa estava de forma dispersa, principalmente como galhos e folhagem, de forma complexa para ser quantificada.

Palavra - chave: Resíduos sólidos, água, sistema de drenagem.

ABSTRACT

BENINCA,A.O. Quantification of Recyclable Waste in Urban Drainage of Lake Igapó I in Londrina - PR, 45p. 2021. (Undergraduate degree in Environmental Engineering)-Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2021.

The inadequate disposal of solid waste in developing countries is a matter of concern, since the inadequate disposal in vacant lots, places close to water courses impede the flow of the urban drainage system and cause pollution of water resources. Thus, the quantification and typification of these solids is extremely important to find ways to solve the dumping of solid waste in Lake Igapó I, carried through the urban drainage network. The main objective of this work is to evaluate the amount of solid waste carried by the urban drainage system in the hydrographic basin. The quantification was carried out by weighing the material in the 50 L garbage bag together with a digital scale, giving the results of recyclable waste in kg and then calculating and leaving the percentage of the amount found in the measured weight. It can be observed that there is the presence of plastic types 1, 2 and PET that are classified according to NBR 10.004 as inert waste. These in turn represent around 70% of the total mass and 90% of the total number of items. These are residues that can be recycled, a lot of organic matter is also remarkable, but this was in a dispersed form, mainly as branches and foliage, in a complex way to be quantified.

Keyword: Solid waste, water, drainage system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resíduo Sólido descartado em via pública.....	14
Figura 2 - Representação de componentes da rede de drenagem urbana.....	16
Figura 3 – a. SCS e b. CDS.....	19
Figura 4 - Imagem da área de estudo Lago Igapó 1, Londrina-PR.....	20
Figura 5 - Imagem da área provável de drenagem.....	21
Figura 6 - Hidrograma unitário triangular do SCS.....	22
Figura 7 - Balança e saco para lixo 50 L utilizados na quantificação.....	27
Figura 8 - Monturo primeira coleta 19 de outubro.....	28
Figura 9 - Monturo primeira coleta 26 de outubro.....	30
Figura 10 - Monturo primeira coleta 23 de novembro.....	33
Figura 11 - Hidrograma da precipitação de 43 mm.....	35
Figura 12 - Hidrograma da precipitação de 74 mm.....	36
Figura 13 - Hidrograma da precipitação de 51 mm.....	36
Figura 14 - Estruturas para retenção autolimpantes.....	37
Figura 15 - Rede coletora de resíduo na Bacia Hidrográfica Alto da Colina, RS.....	38
Figura 16 - Boca de Lobo Azul, instalado em Blumenau – SC.....	39
Figura 17 - Resíduo reciclável deixado no gramado do Lago Igapó I.....	41

LISTA DE SIGLAS

Abrelpe Especiais	Associação Brasileiras das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
PET	Poli Tereftalato de Etila
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SCS	Soil Conservation Service
SWMM	Storm Water Management Model
USEPA	United States Environmental Protection Agency
EUA	Estados Unidos da América
USP	Universidade de São Paulo
IPH do Sul	Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande
RS	Rio Grande do Sul
PR	Paraná
SC	Santa Catarina
SCS	Stormwater Cleaning Systems
CDS	Continuous Deflective Separation
CMTU	Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização
PMGIRS	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
NBR	Norma Brasileira
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
RS	Resíduo sólido
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
APP	Área de Preservação Permanente
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
EA	Educação Ambiental
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PGRS	Plano de Gestão de Resíduos Sólidos
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental

Lista de ABREVIATURAS

P	Precipitação
P _{ef}	Precipitação efetiva
S	Armazenamento no solo
CN	Número de escoamento
t _c	Tempo de concentração da bacia
Δt	Intervalo de tempo
t _p	Tempo de pico
t _r	Tempo de recessão
t _b	Tempo de base
Q _p	Vazão máxima
A	Área da bacia
Q _t	Vazão de saída
H	Ordenadas do hidrograma unitário
K	Número de ordenadas do hidrograma unitário
min	minuto
mm	milímetro
Kg	kilograma
L	Litro
g	Gramas
m ³	Metros cúbicos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	13
3. REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 IMPACTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DESCARTADOS NAS VIAS E CALÇADAS.....	14
3.2 DRENAGEM URBANA E PRINCIPAIS PROBLEMAS DE ESCOAMENTO.....	15
3.3 IMPACTO NO SISTEMA DE DRENAGEM (CÁLCULO DE VAZÃO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL).....	17
3.4 DRENAGEM URBANA E OS RESÍDUOS SÓLIDOS (SOLUÇÕES E CONCEITOS ATUAIS).....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1 ÁREA DE ESTUDO	20
4.2 LEVANTAMENTO DE ÁREAS IMPERMEABILIZADAS E ÁREAS PERMEÁVEIS	20
4.3 CÁLCULO DE VAZÃO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL MAIS HIDROGRAMA	21
4.4 LEVANTAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA EM LONDRINA	24
4.5 ANÁLISE DAS SOLUÇÕES.....	26
4.6 Custos da implementação de drenagem urbana para contenção dos resíduos sólidos.....	26
4.7 Dispositivos utilizados para a quantificação.....	27
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Coletas de dados realizadas no Lago Igapó I.....	28
5.2 Soluções.....	37
5.2.1 Retenções nos bueiros e no canal.....	37
5.2.2 Fiscalização.....	40
5.2.3 Disponibilidade de recipientes adequados para recebimento dos resíduos sólidos.....	40
5.2.4 Educação Ambiental.....	41
6. CONCLUSÕES	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

A problemática dos resíduos sólidos na drenagem urbana tem se agravado com o passar dos anos. O aumento do consumo em locais públicos de produtos tipo *fast food* (que são alimentos de rápido preparo como hambúrguer, batata frita, etc) e que possuem como embalagens o papel e o plástico um dos principais resíduos que adentram no sistema de drenagem, sem a devida conscientização incide no descarte de forma incorreta, ocasionando a entrada dos resíduos sólidos no sistema pluvial e na rede de drenagem urbana.

Como agravante, insere-se nessa problemática a questão da impermeabilização, que surge quando não há propostas de medidas sustentáveis que compensem o aumento do escoamento superficial (NEVES & TUCCI, 2006). A impermeabilização aumenta o fluxo de água e proporciona o carreamento dos resíduos para o sistema pluvial.

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. Também, existe o agravamento de despejo de resíduos sólidos irregulares em terrenos baldios e próximos aos cursos d'água, que acabam se tornando agentes de transporte dos resíduos com a obstrução do fluxo (NEVES & TUCCI, 2006) e formação de inundações.

Para esses problemas deixarem de ocorrer, há a necessidade de implementar medidas de contenção que são medidas estruturais e medidas não-estruturais (ALLISON et al., 1997). As medidas não-estruturais são mais eficientes, porém necessitam ser planejadas a longo prazo, pois envolvem questões educacionais, culturais e sociais. Já em curto prazo, entram as medidas estruturais, as quais precisam ser dimensionadas com parâmetros bem definidos. Assim, informações sobre a quantidade de resíduos sólidos no sistema de drenagem pluvial é de fundamental importância para medidas que sirvam de controle destas cargas (NEVES & TUCCI, 2006).

A disposição inadequada em países em desenvolvimento dos resíduos sólidos é preocupante, pois a disposição inadequada em terrenos baldios, passeios públicos e locais próximos a cursos d' água impedem o fluxo do sistema de drenagem urbana e causam poluição nos recursos hídricos. No Brasil a quantidade de resíduos sólidos urbanos destinados inadequadamente cresceu 16% na última década. O montante passou de 25,3 milhões de toneladas por ano em 2010 para 29,4 milhões de toneladas por ano em 2019. Os dados são do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020, lançado pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) (BOCCHINI, 2020).

Assim, a matéria orgânica que causa aumento da demanda biológica de oxigênio e a matéria inorgânica que causa contaminação e poluição dos corpos hídricos é inserida no sistema de drenagem urbana. (NEVES & TUCCI, 2006).

Desta forma, a quantificação e tipificação destes sólidos tem suma importância para encontrar formas de solucionar o despejo de resíduos sólidos no Lago Igapó I, carregados através da rede de drenagem urbana.

O município de Londrina encontra-se no norte do estado do Paraná, foi fundada em 10/12/1934 pela empresa Companhia de Terras Norte do Paraná subsidiária de uma firma inglesa, então como homenagem a Londres foi dada a cidade o nome de Londrina que significa “pequena Londres”, essa por sua vez teve sua atividade econômica ligada a cultura cafeeira que se expandiu ao longo do tempo, e os Lago Igapó, que são o principal cartão postal da cidade, foram criados algumas décadas após, no ano de 1959 a partir do represamento do Ribeirão Cambé, sendo os lagos transformadores de toda uma região, tendo influencia na cidade e sua população, porém os também acabaram sofrendo impactos como: soroamento, poluição por resíduos sólidos, entre outros (MORAIS FILHO, 2014).

A bacia do Ribeirão Cambé possui sua nascente a oeste do município de Londrina-PR que fica na divisa com o município de Cambé-PR no trevo das rodovias BR-369 e PR-445 possui uma área de 77,20 km² e percorre 25 km até desaguar no

Ribeirão Três Bocas. A sua maior extensão engloba o núcleo urbano de Londrina-PR e alimenta os Lago I, II, III e IV.

Os principais resíduos encontrados nas redes de drenagem urbana são compostos por sacolas de plástico, latas, garrafas de vidro, papelão, isopor e garrafas do tipo Poli Tereftalato de Etila (PET) que é um tipo de polímero plástico, entre outros. Então, surge o interesse desse trabalho em quantificar os resíduos sólidos presentes na rede de drenagem urbana que adentram o lago artificial da cidade de Londrina – PR, denominado Lago Igapó I.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a quantidade de resíduos sólidos carreado pelo sistema de drenagem urbana na bacia hidrográfica que forma o Lago Igapó I em Londrina-PR.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Caracterizar os resíduos sólidos que adentram ao sistema de drenagem urbana do Lago Igapó I;
- Analisar as precipitações que geram escoamento superficial na bacia hidrográfica avaliada e suas hidrógrafas;
- Quantificar a carga de resíduos sólidos por hidrógrafa gerada na bacia hidrográfica;
- Propor soluções de caráter administrativo e operacional para evitar a contaminação e poluição do Lago Igapó I.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Impacto dos Resíduos Sólidos Urbanos descartados nas vias e calçadas

O descarte irregular dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em vias públicas e calçadas é resultado da problemática que envolve a ausência de um gerenciamento eficaz de resíduos sólidos nos centros urbanos e a insensibilização ambiental por parte da população (SOUZA, 2020).

O resultado deste descarte irregular é o acúmulo em diversos pontos de resíduos sólidos em calçadas e vias públicas, a Figura 1 mostra resíduos jogados no fundo de vale na rua Raul Coutinho no Conj. Semiramis Barros Braga em Londrina, onde se observa o desencadeamento dos problemas socioambientais, de saneamento e de saúde pública. Além do impacto visual negativo gerado por este cenário. As estatísticas demonstram que no Brasil há uma crescente geração de RSU a cada ano. Essa geração acelerada afeta negativamente a gestão de resíduos sólidos urbanos municipais (SOUZA, 2020).

Figura 1. Resíduo Sólido descartado em via pública



Fonte: CMTU-Londrina, 2020.

Como consequências ambientais resultantes deste aumento de descarte produz-se sedimentos e material sólido que contribui para o assoreamento das seções canalizadas da rede, reduzindo a capacidade de escoamento de condutos, rios e lagos urbanos. O transporte de poluente agregado contamina as águas pluviais e por sua vez essas águas contaminam rios e lagos urbanos (BRITES, 2005).

3. 2 Drenagem Urbana e principais problemas de escoamento

Segundo COIADO (2013) a rede de drenagem de águas pluviais é o conjunto de condutos conectados às estruturas hidráulicas singulares, com a finalidade de coletar e conduzir as águas de chuva para locais adequados, situados em cotas mais baixas, de modo a proporcionar a segurança e o conforto de toda a população.

A rede de drenagem urbana é composta, segundo COIADO (2013), por:

- Meio-fio são elementos de pedra ou concreto, colocados entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com a face superior no mesmo nível do passeio.

- Sarjetas são faixas de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam.

- Sarjetões: são calhas localizadas nos cruzamentos de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

- “Bocas-de-lobo que são dispositivos localizados em pontos adequados, nas sarjetas, para se evitar a chegada, em um mesmo poço de visita, de mais de quatro galerias. Sua captação das águas pluviais que escoam pela sarjeta-rua, e conduzi-las às galerias subterrâneas.

- Caixa de ligação são caixas utilizadas quando se faz necessária a locação de bocas-de-lobo intermediárias função é similar à do poço de visita, dele diferenciam-se por não serem visitáveis.

- Poço de visita é um dispositivo que tem a função de permitir o acesso às galerias, para a execução da limpeza e inspeção. Devem estar localizados nas seguintes partes da rede de águas pluviais: nas extremidades das galerias; nas mudanças de direção das galerias; nas mudanças de declividades das galerias; nas mudanças de seção; nas confluências de galerias; nos alinhamentos retos em intervalos não superiores a 60 m.

- Galeria são canalizações públicas usadas para conduzir as águas pluviais provenientes das bocas-de-lobo e das ligações privadas.

- Tubos de ligações são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais coletadas nas bocas-de-lobo para as galerias ou para os poços de vista.
- Tubo de queda é a denominação que se dá ao poço de visita quando a diferença de nível entre a galeria afluente e a efluente for superior a 70 cm”.

Figura 2. Representação de componentes da rede de drenagem urbana.



Fonte: Épyo Engenharia, 2020

Os sistemas de drenagem urbana são essencialmente para prevenção de inundações, principalmente em áreas mais baixas das comunidades que são sujeitas a alagamentos ou em marginais de cursos naturais de água (COIADO, 2013).

No campo da drenagem urbana, os problemas ficam piores por causa do crescente populacional. Se um sistema de drenagem não for considerado desde o início do planejamento urbano, é provável que esse sistema após ser projetado, revele-se, ao mesmo tempo, de alto custo e deficiente (MELO, 2019).

O bom funcionamento de uma rede de drenagem urbana, depende totalmente de um projeto de implantação bem construído e planejado, além de possuir um plano de manutenção e vistoria (MELO, 2019).

Os principais problemas de escoamento na drenagem urbana, são causados principalmente por: impermeabilização do solo, desmatamento da vegetação, ocupação das várzeas, estruturação do sistema viário em vias de fundo de vale, erosão e assoreamento, lixo, poluição, retificação e canalização de rios, agravados ainda pela ausência de planos urbanísticos específicos, e que tem como

consequência enchentes que geram impactos econômicos e sociais, em todas as atividades e funções da cidade, e praticamente a vida dos habitantes (MELO, 2019).

3. 3 Impacto no sistema de drenagem (cálculo de vazão e escoamento superficial)

Utilizam-se diferentes modelos para a simulação dos cenários de acordo com as necessidades que o sistema tem e do problema a ser resolvido. Esses modelos são subdivididos em: bacia, canal (ou conduto) e reservatório (MANUAL POA, 2005).

O modelo bacia representa os principais processos que transforma a chuva em vazão. O modelo canal tem a vazão transportada pelos canais e condutos através do sistema de drenagem, podendo ser naturais ou construídos. O modelo reservatório representa o amortecimento das vazões nos reservatórios através do balanço entre os volumes de entrada e saída (MANUAL POA, 2005).

Para simplificar, os processos hidrológicos que ocorrem na bacia são: precipitação, perdas iniciais, infiltração e escoamento superficial. Com isso, cada processo pode ser tratado com um algoritmo, até se determinar qual escoamento superficial que será utilizado para o dimensionamento. Exemplos de modelos para que tratem estes processos são IPH II (Tucci et al., 1981); Soil Conservation Service (SCS, 1975).

Os cálculos utilizados pelo modelo SCS serão adotados neste trabalho e apresentados na metodologia.

3. 4 Drenagem Urbana e os Resíduos Sólidos (soluções e conceitos atuais)

Para o bom funcionamento da rede de drenagem urbana exige uma série de ações de manutenção que devem ser periódicas no corpo receptor. Elas envolvem a retirada de material sólido mediante dragagem, a conservação de áreas verdes, a manutenção dos dispositivos de infiltração, a troca de elementos filtrantes etc., fazendo assim um cronograma para a realização dessas ações de manutenção preventiva e de reparo das estruturas (RIGHETTO, 2009)

Na rede de drenagem é preciso prever o uso de dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos, para evitar assim, a sua transferência para o interior da rede. Normalmente, esses dispositivos ficam localizados na entrada das bocas-de-lobo, abaixo da cota inferior do tubo de entrada (RIGHETTO, 2009).

A tecnologia computacional é uma grande aliada para as soluções frente a drenagem urbana, pois desenvolveu-se modelos e softwares que são essenciais e úteis na hora do gerenciamento das águas pluviais urbanas. Esses modelos podem ser usados no planejamento de projetos, ou em outros casos para simular cenários (RIGHETTO, 2009).

O Software mais difundido e aplicado em vários países para bacias urbanas é o SWMM (Storm Water Management Model) desenvolvido no começo da década de 1970 pela United States Environmental Protection Agency (USEPA) nos Estados Unidos da América (EUA), recebe atualizações com o passar do tempo e do avanço tecnológico. Já o Brasil pesquisadores adotaram o modelo ABC desenvolvido pela Universidade de São Paulo – USP, ou o modelo IPH desenvolvido no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – IPH-UFRGS (RIGHETTO, 2009).

Algumas soluções são apresentadas em metodologias para retenção dos resíduos que podem ser autolimpantes ou não. Nas autolimpantes a água empurra o resíduo, limpando o segregador tela ou grade. Em que consiste do resíduo ser desviado para um local de acumulação, onde a frequência do limpador é menor (GAVA, 2012).

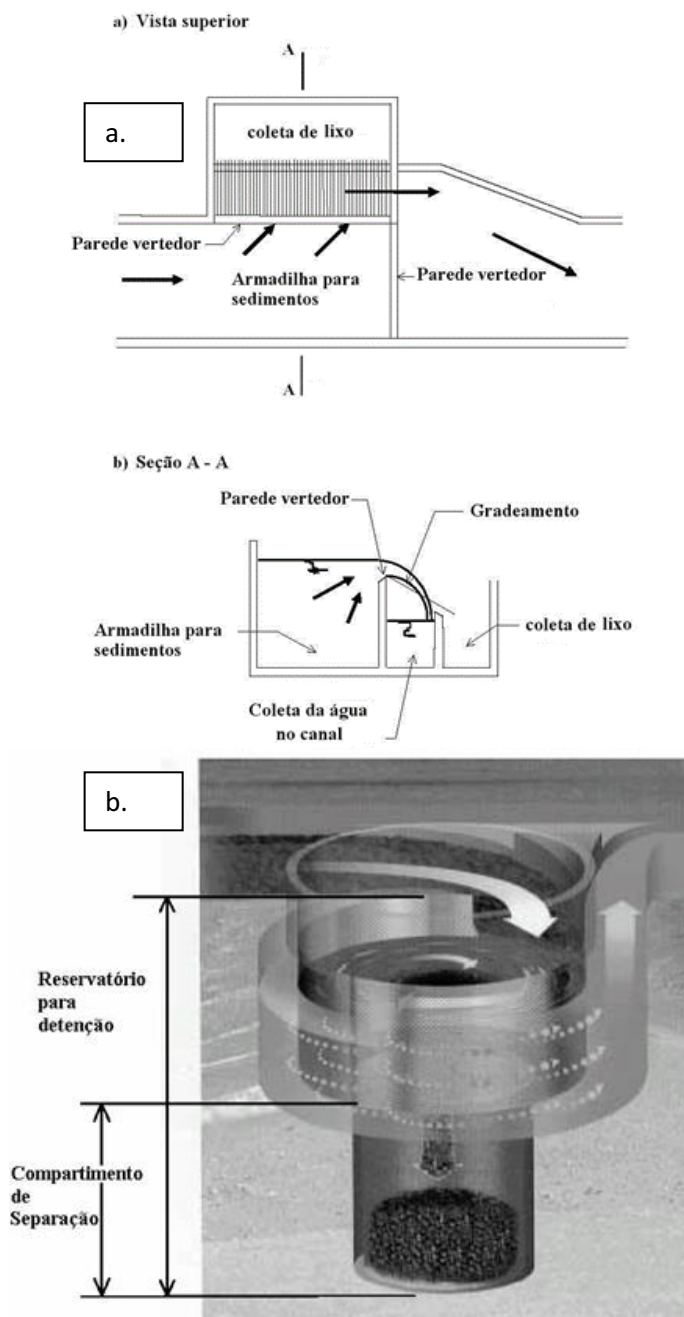
Método como o sistema SCS (*Stormwater Cleaning Systems*) Figura 3.a., é utilizado em Springs, África do Sul, possui como função forçar o escoamento sobre o vertedor e um gradeamento inclinado em aproximadamente 45° em direção a um compartimento (GAVA,2012)

Esse sistema possui uma estrutura que suporta vazões altas, precisa de pouca manutenção, é fácil de limpar e oferece segurança. Já as desvantagens, ele requer alta carga hidráulica e geralmente precisa de grande área cercada (RIGHETTO, 2009).

Já o sistema CDS (*Continuous Deflective Separation*) Figura 3.b., é utilizado em Melbourne, Austrália, possui uma estrutura que desvia o escoamento e

poluentes para um compartimento de separação. Sólidos mais pesados e parte do material leve sedimentam já o material flutuante fica acumulado na superfície da água. Este dispositivo tem uma eficiência de quase 100% (GAVA, 2012).

Figura 3.a. SCS e b. CDS.



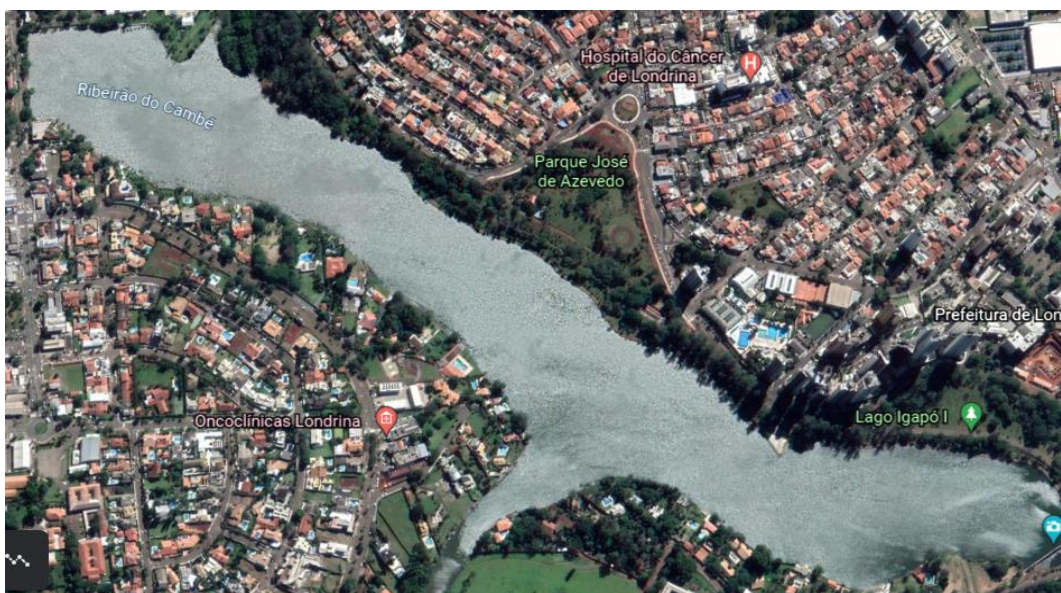
Fonte: Adaptado: Armitage et al., (1998) apud Neves e Tucci (2008a)

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

Tem-se como a área de estudo o Lago Igapó I (Figura 4) que faz parte de um conjunto de 4 lagos que constitui a principal área de lazer da cidade de Londrina-PR. O Lago Igapó I foi inaugurado em 10 de dezembro de 1959 e possui mais de 4.500m de extensão. A obra foi uma solução para o problema da drenagem do ribeirão Cambé (CODEL, 2015).

Figura 4. Imagem da área de estudo Lago Igapó 1, Londrina – PR.



Fonte: Google Earth, 2021

4.2 Levantamento de áreas impermeabilizadas e áreas permeáveis

Provável área de drenagem com partes impermeabilizadas em sua maioria pavimentada por ser a região central da cidade, mas também possui uma parte permeabilizada por possuir partes de vegetação nas proximidades do lago, podendo observar na (Figura 5) pela área delimitada em amarelo.

Figura 5 – Imagem da área provável de drenagem.



Fonte: Google Earth, 2021

4.3 Cálculo de vazão e escoamento superficial mais hidrograma

Como descrito no referencial teórico, este trabalho irá utilizar-se do modelo de precipitação-vazão do SCS (Soil Conservation Service, 1975) com a propagação superficial pelo hidrograma unitário triangular do SCS (MANUAL POA, 2005). Esse modelo SCS (1975) faz a separação do escoamento com base na equação 4.1 quando $P > 0,2S$:

$$P_{ef} = \frac{(P-0,2S)^2}{P+0,8S} \quad \text{Equação 4.1}$$

Sendo $P > 0,2.S$, $P_{ef} = 0$, onde:

P : precipitação em mm;

P_{ef} : precipitação efetiva mm;

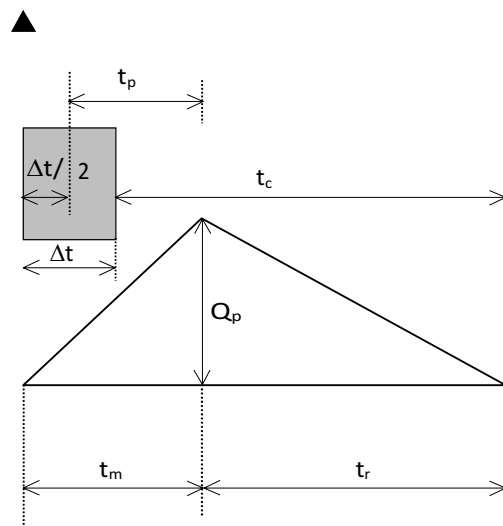
S : armazenamento no solo em mm, estimado pela Equação 4.2:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Equação 4.2}$$

O CN (número de escoamento) é um valor estimado com base no tipo de solo e características de cobertura. A área impermeável é determinada com base na densidade habitacional através das relações (MANUAL POA, 2005).

Após iniciar os cálculos com as Equações (4.1 e 4.2) é montado o hidrograma unitário triangular do SCS (Figura 6).

Figura 6. Hidrograma unitário triangular do SCS



Fonte: MANUAL POA, 2005

O desenvolvimento desse hidrograma unitário, tem que inicialmente determinar alguns parâmetros como:

Determinar o tempo de concentração (t_c) da bacia dado em min.

Determinar o parâmetro t_m (min) Equação 4.3

$$tm = \frac{\Delta t}{2} + 0,6 \cdot tc \quad \text{Equação 4.3}$$

Onde:

Δt : intervalo de tempo de simulação, obtido a partir da precipitação (min);

tc : tempo de concentração da bacia (min)

Determinar o tempo de pico do hidrograma tp (min),

$$tp = 0,6tc \quad \text{Equação 4.4}$$

Determinar o tempo de recessão do hidrograma tr (min),

$$tr = 1,67tp \quad \text{Equação 4.5}$$

Determinar o tempo de base do hidrograma tb (min),

$$tb = tm + tr \quad \text{Equação 4.6}$$

Para determinar a vazão máxima é utilizado a equação 4.7

$$Qp = \frac{0,208 \cdot A}{tm} \quad \text{Equação 4.7}$$

onde:

Qp : vazão máxima do hidrograma triangular em m^3/s ;

A : área da bacia em km^2 ;

O intervalo de tempo é definido em unidades de tp . Recomenda-se a utilização de $\Delta t = tp/5$.

O hidrograma resultante, obtido a partir da precipitação de projeto, é obtido utilizando a equação de convolução discreta expressa por:

$$Qt = \sum_{i=1}^t Pefi * ht - i + 1 \quad \text{para } t < k \quad \text{Equação 4.8}$$

$$Qt = \sum_{i=t-k+1}^t Pefi * ht - i + 1 \quad \text{para } t \geq k$$

onde:

Qt : vazão de saída da bacia (m^3/s);

H : ordenadas do hidrograma unitário ($m^3/s/mm$);

P_{ef}: valores de precipitação efetiva no intervalo de tempo (mm);

K: número de ordenadas do hidrograma unitário, que pode ser obtido por $k = n - m + 1$, onde *m* é o número de valores de precipitação e *n* é o número de valores de vazões do hidrograma.

Toda essa parte das equações são retirados do Manual de Drenagem Urbana de Porto Alegre referenciado como MANUAL POA, 2005.

4.4 Levantamento dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana em Londrina

Os resíduos sólidos oriundos da manutenção dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais de Londrina eram de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Pavimentação até 2018, mas não havia um controle formalizado sobre os volumes recolhidos. Então foi passado a responsabilidade para a Companhia Municipal de Trânsito e Urbanização (CMTU), com isso, a CMTU coletou e apresentou os dados no Quadro 1 (PMGIRS, 2021).

Quadro 1: Informações sobre resíduos retirados das galerias de águas pluviais da cidade de Londrina.

Resíduos retirados das galerias de águas pluviais	
Quantidade de bueiros e bocas-de-lobo na cidade	Cerca de 80 mil.
Volume de resíduos retirado no ano	2018: Não há dados sistematizados; 2019: 1.698,26 m ³ ; 2020: 1.731,22 m ³ .
Órgão responsável pela limpeza	CMTU.
Sistema de limpeza	Terceirizada, para desobstruir 12 mil bueiros e bocas de lobo durante um ano, utilizando-se de dois caminhões limpabueiros e dois caminhões-pipa.
Destino dos resíduos	São encaminhados para outra empresa particular, localizada no Município de Londrina.
Composição dos resíduos	Principalmente sedimentos de obras de construção civil, como areia, solo e brita, além de resíduos vegetais, como folhas e flores, e de resíduos recicláveis, como garrafas, sacolas e embalagens plásticas, latas de metal e garrafas de vidro.

Fonte: CMTU-Londrina, 2021

Os dados serão realizados por meio de análises preliminares dos resíduos sólidos encontrados na rede de drenagem urbana. Será 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 (ABNT, 2004) e Neves (2006), de acordo com a Quadro 2 (DALTOÉ, 2016).

Quadro 2: Classificação dos resíduos sólidos

Resíduo	Classe do Resíduo (NBR 10.004)	Descrição ¹
Plástico 1	II-B ²	Sacolas de supermercados, embalagens de alimentos, embalagens diversas, material de campanha política, entre outros.
Plástico 2	II-B	Garrafas de aguardente, embalagens rígidas, potes de margarina, potes diversos, copos de refrigerante, capacete, entre outros.
PET	II-B	Garrafas de refrigerante, de água mineral.
Vidro	II-B	Garrafas de cerveja, garrafa de azeite, garrafa long neck.
Papel e Papelão	II-A ³	Restos de jornais, caixa de leite, caixa de ovos, panfletos.
Isopor	II-B	Oriundos da proteção de diversos produtos frágeis (remédios, aparelhos e máquinas).
Trapos	II-B	Restos de roupas, tênis, sapatos.
ALA	II-B	Aço, latas, alumínio, ferro.
Madeira	II-B	Móveis (mesa, cadeira, sofá, armário), galhos de árvore, folhas.

Fonte: Daltoé, 2016.

1: Descrição dos resíduos adaptada de Neve (2006) e NBR 10004 (2004).

2: II-B – Resíduos inertes

3: II-A – Resíduos não inertes

4: I – Resíduos perigosos

Quadro 2: Classificação dos resíduos sólidos (continuação)

Resíduo	Classe do Resíduo (NBR 10.004)	Descrição ¹
Borracha	II-B	Pneus e similares.
Contaminantes Químicos	I ⁴	Pilhas Alcalinas e comuns, lâmpadas fluorescentes, incandescentes
Outros	II-B	Pedaços de cerâmica, espuma, terra, pedra.
Matéria Orgânica	II-B	Vegetação, areia, sedimento, restos de comida.

Fonte: Daltoé, 2016.

1: Descrição dos resíduos adaptada de Neve (2006) e NBR 10004 (2004).

2: II-B – Resíduos inertes

3: II-A – Resíduos não inertes

4: I – Resíduos perigosos

4.5 Análise das soluções

Foram avaliadas possíveis soluções adequadas ao sistema de entrada do Lago Igapó I tendo como critérios a remoção dos resíduos sólidos levantados no item 4.4 e valores de sedimentos a serem analisados na água pluvial de drenagem urbana.

Deve-se ter em consideração critérios de viabilidade econômica que permitam a inserção de sistemas separadores de sólidos e critérios de operação associado a frequência de limpeza destes sistemas também devem ser observados.

Assim, a análise e levantamento de soluções de outros países ou localidades são verificados, bem como a possibilidade de adequabilidade para sua usabilidade no Lago Igapó I de Londrina.

4.6 Custos da implementação de drenagem urbana para contenção dos resíduos sólidos

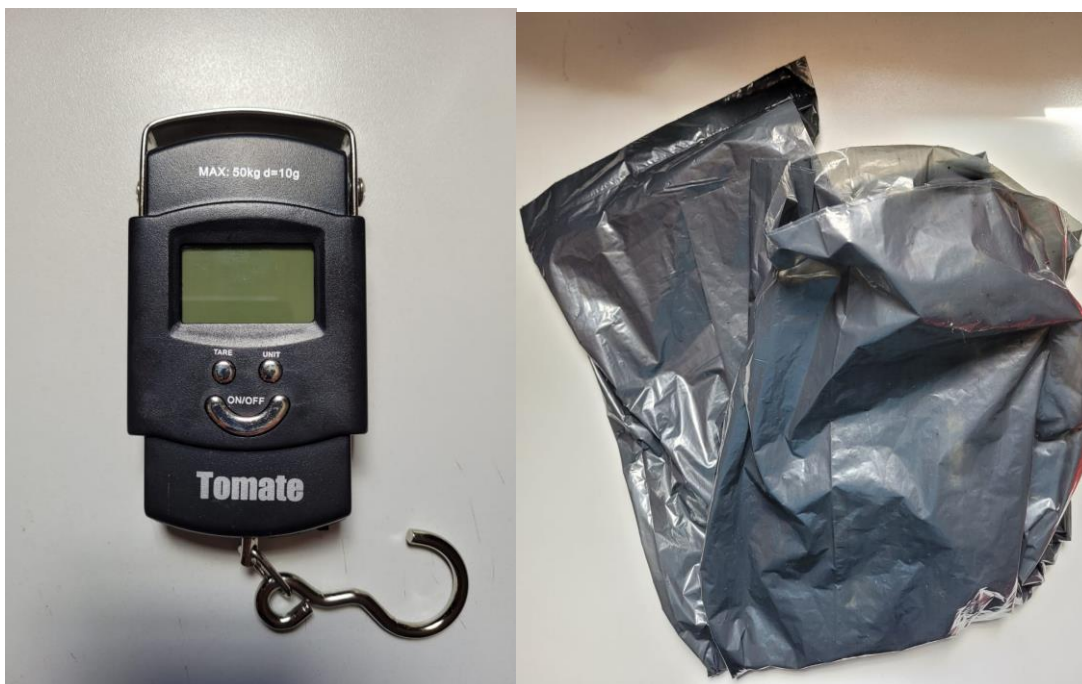
Como através do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) foi apresentado um custo anual para a realização da limpeza dos Lago Igapó (I que é do estudo mais o II, III e IV), Cabrinha e Norte em torno de R\$ 2.818.800,00 e retirado aproximadamente 900 kg/dia de resíduos em 56.420 m³ em (2018) de resíduos inertes (entulhos, galhos, madeiras, etc.) (PMGIRS, 2021).

Com isso esse trabalho irá verificar o custo para uma implementação de contenção dos resíduos sólidos na drenagem urbana, para que possa apresentar a prefeitura de Londrina com a ideia de poder ajudar a reduzir o custo que a mesma gasta anualmente com a limpeza dos lagos da cidade.

4.7 Dispositivos utilizados para a quantificação.

Foram utilizados para medir o peso das amostras que são acondicionadas nos monturos e realizar a quantificação dos resíduos recicláveis, uma balança que suporta até 50 kg e sacos reforçados para lixo de 50 L (Figura 7).

Figura 7. Balança e saco para lixo 50 L utilizados na quantificação.



Fonte: Autoria própria, 2021

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Coletas de dados realizadas no Lago Igapó I

A realização das coletas de resíduos sólidos no Lago Igapó I foram realizadas segundo a Tabela 1.

Tabela 1 – Coletas realizadas de resíduos sólidos no Lago Igapó

Data	Montante em massa (kg)
19/10/21	3,700
26/10/21	2,850
23/11/21	3,350

Fonte: Autoria própria, 2021

As coletas realizadas em campo para a realização das medições quantitativas dos resíduos sólidos retirados do Lago Igapó I, onde são acondicionados em um monturo de frequência semanal com a retirada ocorrendo geralmente nas terças-feiras ou quando existe um acúmulo mínimo de resíduos coletados (Figuras 8 a 10).

Figura 8. Monturo primeira coleta 19 de outubro.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Na primeira coleta, como pode ser observado na Figura 8, ocorreu após uma precipitação de 43 mm apresentadas na Tabela 2 a seguir e final de semana quente em que aumenta o número de pessoas frequentando o Lago Igapó I, outro fator para a presença de muitos resíduos principalmente plásticos, alumínio, papéis e vidros.

Realizou-se a quantificação através da pesagem do material no saco de lixo de 50 L juntamente com a balança digital dando os resultados presentes na Tabela 3. Pode – se observar que ocorre a presença de plástico dos tipos 1, 2 e PET. Esses por sua vez são passíveis de reciclagem, também é notável muita matéria orgânica, mas essa estava de forma dispersa, principalmente como galhos e folhagem, de forma complexa para ser quantificada.

Assim, somente foi quantificado os resíduos sólidos (RS) que seriam de destinação para reciclagem, como os plásticos e PET já citados, além do alumínio, papel, vidro, isopor, entre outros.

Tabela 2. Referente aos resíduos da primeira medição.

RESÍDUOS SÓLIDOS	QUANTIDADE (UNIDADE)	Massa por unidade (kg)	Massa total (kg)	Massa (%)	Classificação (NBR 10.004)
GARRAFA pet 2l	3	0,050	0,150	4,05	II-B ¹
GARRAFA pet 500ML	20	0,019	0,380	10,27	II-B
COPO DESCARTÁVEL	30	0,0022	0,066	1,78	II-B
ISOPOR	6	0,01	0,06	1,621	II-B
VASÍLIA PLÁSTICA	1	0,110	0,110	2,97	II-B
MÁSCARA	1	0,100	0,100	2,70	II-B
POTE DE SORVETE	1	0,043	0,043	1,16	II-B
CHINELO	1	0,120	0,120	3,243	II-B

SANDÁLIA	1	0,250	0,250	6,757	II-B
EMBALAGEM DE CHOCOLATE	20	0,002	0,040	1,08	II-B
EMBALAGEM DE SALGADINHO	10	0,003	0,030	0,81	II-B
TAMPINHA PLÁSTICA	10	0,002	0,020	0,54	II-B

Fonte: Autoria própria, 2021

1: II-B – Resíduos inertes

Figura 9. Monturo segunda coleta dia 26 de outubro

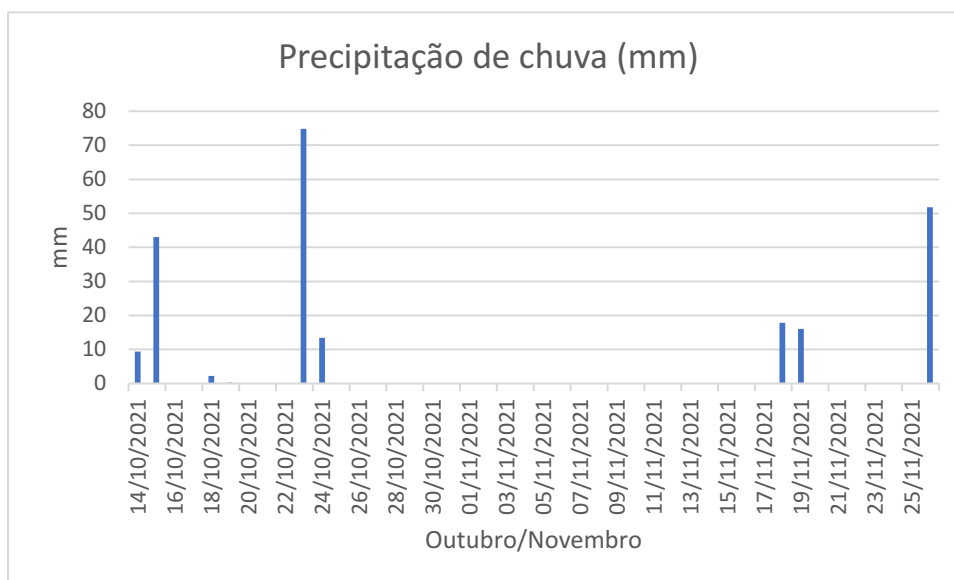


Fonte: Autoria própria, 2021.

A coleta 2, observada na Figura 9 acima, ocorreu no dia 26/10 três dias depois de um grande temporal que caiu em Londrina que teve a precipitação registrada pelo Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná - SIMEPAR de 74,8 mm de chuva (Gráfico 1). É possível notar que apresentou maior

volume de matéria orgânica, pois o vendaval arrastou mais galhos e folhas para dentro do Lago Igapó I e também observa – se novamente a presença de plásticos da primeira coleta.

Gráfico 1. Precipitação na semana das coletas 1,2 e 3.



Fonte: SIMEPAR e INMET, 2021

Tabela 3. Referente aos resíduos da segunda medição.

RESÍDUOS SÓLIDOS	QUANTIDADE (UNIDADE)	Massa por unidade (kg)	Massa total (kg)	Massa (%)	Classificação (NBR 10.004)
GARRAFA PET 2L	3	0,050	0,150	5,26	II-B ¹
GARRAFA PET 500ML	2	0,019	0,038	1,33	II-B
COPO DESCARTÁVEL	10	0,0022	0,022	0,77	II-B
ISOPOR	10	0,01	0,100	3,546	II-B
LATINHA	5	0,0145	0,0725	2,54	II-B

POTE DE SORVETE	1	0,043	0,043	1,51	II-B
CANUDO PLÁSTICO	15	0,002	0,030	1,05	II-B
EMBALAGEM PLÁSTICA DE PRODUTO QUÍMICO	8	0,950	7,600	4,31	II-B
EMBALAGEM DE CHOCOLATE	10	0,002	0,020	0,70	II-B
EMBALAGEM DE SALGADINHO	10	0,003	0,030	1,05	II-B
TAMPINHA PLÁSTICA	5	0,002	0,010	0,35	II-B

Fonte: Autoria própria, 2021

1: II-B – Resíduos inertes

Figura 10. Monturo terceira coleta dia 23 de novembro



Fonte: Autoria própria, 2021.

A terceira coleta (Figura 10) ocorreu após um final de semana sem precipitação (Gráfico 1) e muito quente com temperaturas na faixa dos 34°C segundo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, com isso como já citado anteriormente ocorre o aumento do fluxo de pessoas no entorno do Lago Igapó I, pois ele é a principal área de lazer da cidade.

Com o aumento do fluxo de pessoas é visível novamente a quantidade elevada de plásticos do tipo 1, 2 e PET, fora outros materiais como alumínio, vidro, etc. (vide Tabela 4).

Tabela 4. Referente aos resíduos da terceira medição.

RESÍDUOS SÓLIDOS	QUANTIDADE (UNIDADE)	Massa por unidade (kg)	Massa total (kg)	Massa (%)	Classificação (NBR 10.004)
GARRAFA PET 2L	5	0,050	0,250	7,46	II-B ¹
GARRAFA PET 500ML	8	0,019	0,152	4,54	II-B
COPO DESCARTÁVEL	50	0,0022	0,110	3,28	II-B
ISOPOR	10	0,01	0,100	2,985	II-B
VASÍLIA PLÁSTICA	1	0,110	0,110	3,28	II-B
TAMPINHA PLÁSTICA	50	0,002	0,100	2,98	II-B
POTE DE SORVETE	2	0,043	0,086	2,57	II-B
PNEU	2	6,330	12,660	7,41	II-B
COCO VERDE	1	0,0025	0,0025	0,075	II-B
EMBALAGEM DE CHOCOLATE	30	0,002	0,060	1,79	II-B
EMBALAGEM DE SALGADINHO	15	0,003	0,045	1,34	II-B

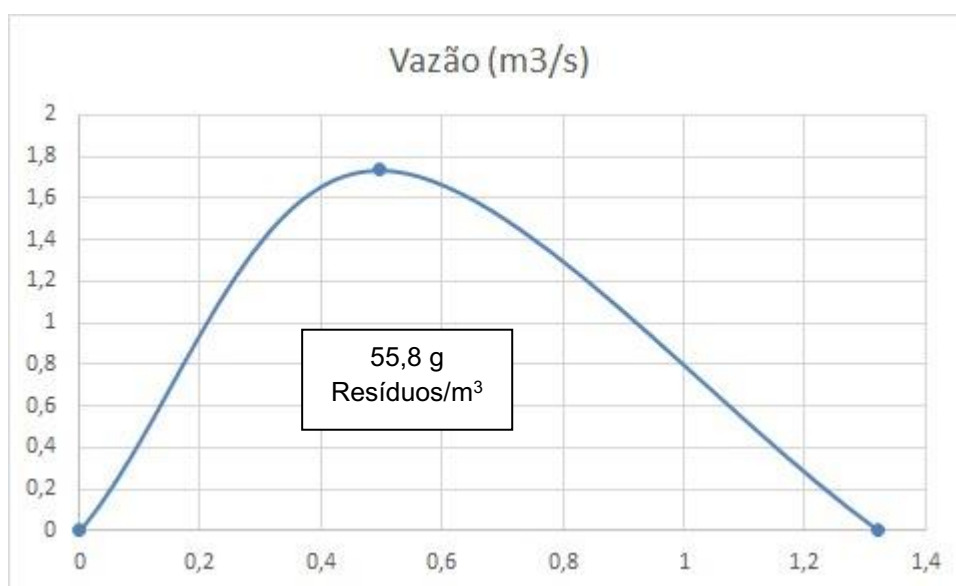
LATINHA	7	0,0145	0,1015	3,03	II-B
GARRAFA DE VIDRO	4	0,400	1,600	0,94	II-B

Fonte: Autoria própria, 2021.

1: II-B: Resíduos Inertes.

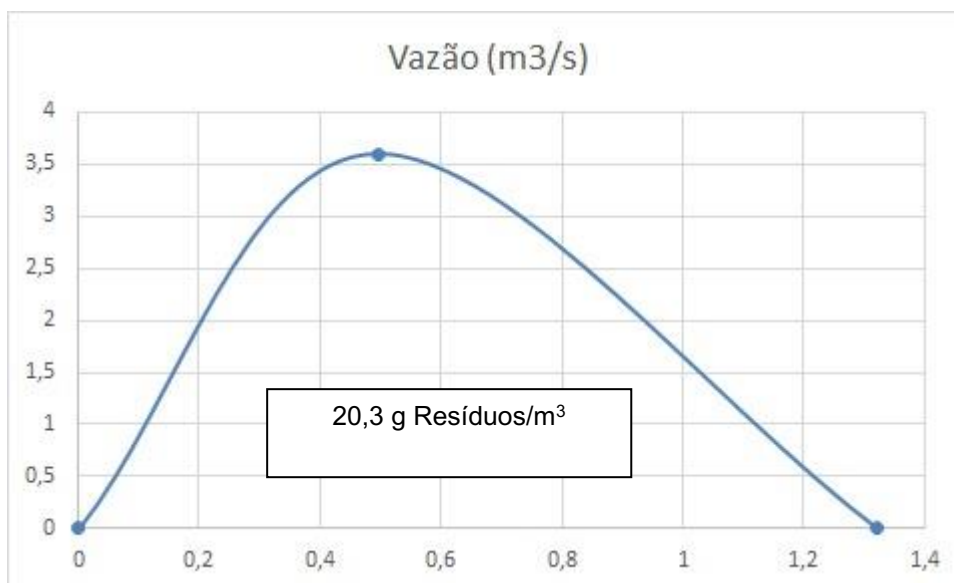
Os hidrogramas foram gerados a partir das precipitações de chuva mais relevantes na semana de cada coleta como visto anteriormente no (Gráfico 1) e calculado a quantia de resíduos por m^3 de chuva que pode ser observado nas figuras de: 43 mm (Figura 11), 74 mm (Figura 12) e 51 mm (Figura 13).

Figura 11. Hidrograma da precipitação de 43 mm.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 12. Hidrograma da precipitação de 74 mm



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 13. Hidrograma da precipitação de 51 mm.



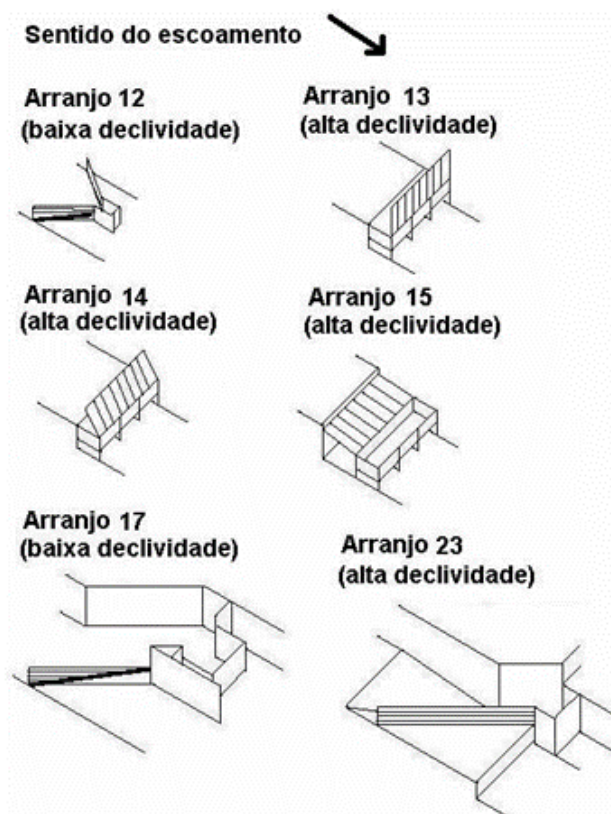
Fonte: Autoria própria, 2021.

5.2 Soluções

5.2.1 Retenções nos bueiros e no canal

Além dos métodos de retenção apresentados no capítulo 3.4, há também uma outra estrutura essa sendo autolimpante para contenção, ilustrado na (Figura 14), é possível ver alguns arranjos, sendo o Arranjo 23 considerado o mais efetivo, pois com barras horizontais apresenta maior potencial, com inclusão de queda vertical dentro do arranjo, faz com que reduz bastante a probabilidade de refluxo, disponibiliza maior área de armazenamento criando menos perturbações no escoamento e possibilitando acesso melhor para limpeza e manutenção (NEVES e TUCCI, 2008).

Figura 14. Estruturas para retenção autolimpantes.



Fonte: Adaptado Armitage et al., 1998 apud Neves e Tucci, 2008^a.

Foram instaladas redes transversais ao eixo do rio do Meio na Bacia Hidrográfica alto da Colina no Rio Grande do Sul (RS), como visualizar na Figura 15, possibilitando a retenção e análise da maioria dos resíduos sólidos transportados (Brites, 2005). Sendo esse um modelo de retenção de resíduos sólidos possível de ser sugerido.

Figura 15. Rede coletora de resíduo na Bacia Hidrográfica Alto da Colina, RS



Fonte: Brites, 2005

Outro modelo possível de ser sugerido é a Boca de Lobo Azul (2020) visto na Figura 16, foi desenvolvido por um empresário da cidade de Blumenau – SC que é um filtro retentor de resíduos composto de grades, um equipamento inovador disponível para venda, que tem como objetivo reter e evitar que resíduos artificiais caiam nas tubulações de drenagem.

Segundo Amado Petrolí (2020), após instalado, existe a necessidade periódica de limpeza principalmente após chuvas, de materiais orgânicos e outros resíduos que são retidos no filtro. Segundo o fabricante, um equipamento deste é capaz de reter aproximadamente 1kg de plástico (peso seco) anualmente. Porém, ele não é indicado para localidades que possuam histórico de enchentes. Além do filtro ser flexível ele apresenta uma trava de segurança anti-roubo. A limpeza é rápida de ser feita, leva em torno de 2 minutos. Basta abrir a grade, retirar o cesto coletor (filtro) e despejar o seu conteúdo em um saco de lixo.

O equipamento é produzido em ferro reforçado, possui tratamento galvanizado e dupla camada de tinta, com peso aproximado de 17kg.

Figura 16. Boca de Lobo Azul, instalado em Blumenau – SC.



Fonte: Boca de Lobo Azul, 2020

Também precisa que o órgão público no caso a prefeitura do município de Londrina entre com algumas soluções que lhe é cabível, como:

- I. Ações de Educação Ambiental nos Lagos de Londrina aos finais de tarde e finais de semana – Prefeitura;
- II. Ações de Educação Ambiental nas escolas de ensino fundamental e médio de Londrina - Secretaria de Educação;
- III. Ações de sensibilização – sinalizar os montes de resíduos sólidos e integrar com eventos ou oficinas de resíduos com origem no sistema de drenagem;
- IV. Aplicação de multa
- V. Fiscalização junto a consumidores e comerciantes nos Lagos e no Centro de Londrina
- VI. Instalação de lixeiras adequadas nos Lagos e no centro de Londrina

5.2.2 Fiscalização

Há muito tempo o Lago Igapó I vem sofrendo uma série de fatores que nunca foram devidamente controlados pelas autoridades pela falta de fiscalização como: lixo que vem das ruas, buracos no asfalto, terra de construções e de terrenos baldios que por não serem fiscalizados não seguem o Código de Posturas do Município de Londrina (sem calçadas, sem muretas e sem controle de erosão) o que causa o carreamento de terra através das chuvas até o Lago Igapó I (MORAIS FILHO, 2013).

Um grande fator no problema do Lago Igapó I é que ele foi formado antes do Código Florestal de 1965, com isso não houve exigência na permanência das áreas de preservação permanente (APP's), que seriam a camada de vegetação ciliar que protegeria as margens. Então sem as barreiras de contenção naturais, há a tendência de se juntar uma maior quantidade de água pluvial, que causa o carreamento de resíduos sólidos para o Lago Igapó I, sendo ele um lago urbano é muito mais complicado barrar tudo isso (MORAIS FILHO, 2013).

Portanto, faz-se necessário a implantação de programas de conscientização em escolas, em locais de fluxo como shopping centers, mercados, farmácias, entre outros e na mídia da cidade, para mostrar às pessoas a importância de manter saudável o principal cartão postal e local importante para o escoamento pluvial de parte da cidade, tendo atitudes mais inteligentes como não jogar lixo nas vias públicas, cuidar das calçadas e dos terrenos vazios, no que causam a diminuição dos riscos de enchentes próximas a sua área de influência pluvial (MORAIS FILHO, 2013).

Com isso, há necessidade de intensificar a fiscalização de obras e terrenos baldios e autuação por crime ambiental para quem não providencia calçadas e muretas nos terrenos vazios, condizentes com o Código de Posturas do Município de Londrina Lei nº 11.468/2011 no Art. 173. Os proprietários de imóveis, dentro dos limites da cidade, vilas e povoados, devem manter os quintais, pátios, datas, lotes e terrenos em perfeito estado de conservação e manutenção e mantê-los murados e calçados, de acordo com a legislação vigente.

5.2.3 Disponibilidade de recipientes adequados para recebimento dos resíduos sólidos.

Art. 3º - III. acondicionamento: ato de embalar os resíduos segregados em sacos ou recipientes que evitem vazamentos, e quando couber, sejam resistentes às

ações de punctura, ruptura e tombamento, e que sejam adequados física e quimicamente ao conteúdo acondicionado (Resolução - RDC nº 222, de 28 de março de 2018).

Quer dizer que para armazenar é preciso de recipientes adequados para cada tipo de material, como contêiner, lixeiras, etc.

5.2.4 Educação Ambiental

A população possui pouca sensibilização ao descartarem resíduos em via pública com isso desencadeia uma problemática visível e prejudicial para o meio ambiente (SOUZA, 2020), vide Figura 17.

Figura 17. Resíduo reciclável deixado no gramado do Lago Igapó I.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Então se faz necessário a Educação Ambiental (EA) como uma ferramenta para potencializar ações educativas que estimulem a conscientização e sensibilização ambiental para minimizar o descarte irregular de RSU (SOUZA, 2020). 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 e com maior impacto social na população (SOUZA 2020).

Segundo SOUZA (2020), a gestão de resíduos sólidos tem como parâmetro legal a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305 de 05 de agosto de 2010. A PNRS destaca a EA como ferramenta fundamental na implantação e eficiência de Planos de Gestão de Resíduos Sólidos (PGRS). A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), Lei 9.795 de 28 de abril de 1999, define EA como processos por meio dos quais tanto indivíduos quanto a coletividade constroem valores sociais e habilidades voltadas à conservação do meio ambiente e sua sustentabilidade.

Assim nota-se como a EA pode ser uma eficaz tecnologia na implantação de PGRS, contribuindo no processo de sensibilização ambiental e na mudança de hábito da população perante a problemática do descarte irregular de RSU (SOUZA, 2020).

Mesmo que a EA seja bem aplicada na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), isso não irá implica que a população que passou por processos de conscientização ambiental irá adotar práticas e ações sustentáveis. Provavelmente os hábitos socioculturais podem coibir a adoção de práticas sustentáveis, impossibilitando a solução da problemática (SOUZA, 2020).

Briggs et al. (2019 p.162) frisa que para haver mudança de comportamento é prioridade fundamental os programas de EA. No entanto, os estudos e programas de Educação Ambiental geralmente se concentram em repassar conhecimento teórico sem a realização de ações práticas contextualizando projetos práticos de extensão que podem trazer impacto significativo no comportamento da população.

6. CONCLUSÕES

Os resíduos sólidos recicláveis transportados nos sistemas de drenagem urbana necessitam ser quantificados, pois trazem prejuízos, tanto na questão da obstrução das redes pluviais como também da possibilidade de contaminar e degradar os corpos hídricos.

A quantificação dos resíduos sólidos retirados no lago Igapó I apresentou as classes: plástico, PET, isopor, alumínio e outros, como resíduos mais significativos na quantificação representando em torno de 70% do total em massa e 90% do total número de itens.

Os plásticos são um dos principais resíduos sólidos recicláveis transportados pelo sistema de drenagem devido sua facilidade de transporte, além de seu grande consumo pela população em geral, pois a maioria das embalagens possuem plásticos em sua composição.

Assim, devem ser adotadas medidas de caráter educacional e estrutural para evitar que resíduos recicláveis sejam destinados aos sistemas hídricos no Lago Igapó I.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Amado Petrolí, Pedro, ARMADILHA PARA RESÍDUOS EM BOCAS DE LOBO / Pedro Amado Petrolí, 2020.

ARAUJO, R.S. Micro Bacia do Ribeirão Cambé-Londrina-PR: Levantamento Ambiental Utilizando Técnicas de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2004.

BOCA DE LOBO AZUL, Disponível em: <https://www.topquadros.com.br/Boca-de-Lobo-Azul-Ecologica>, Acesso em: 06 de dezembro de 2021.

BOCCHINI, B. Agência Brasil, Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2020-12/destinacao-inadequada-de-lixo-cresce-16-em-uma-decada>, Acesso em: 19 de dezembro de 2021.

BRASIL, Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/PrecAcumulada#>, Acesso em 03 de dezembro de 2021.

BRASIL, Resolução - RDC Nº 222, DE 28 DE MARÇO DE 2018, Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/kujrw0tzc2mb/content/id/8436198/do1-2018-03-29-resolucao-rdc-n-222-de-28-de-marco-de-2018-8436194, Acesso em 07 de dezembro de 2021.

BRASIL, Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná - SIMEPAR, Dados fornecidos através de e-mail pessoal, Acesso 07 de dezembro de 2021.

BRIGGS, L.; TRAUTMANN, N.; PHILLIPS, T. Exploring challenges and lessons learned in cross-cultural environmental education research. Evaluation and program planning, v. 73, p. 156-162, 2019.

Brites, A.P.Z. GASTALDINI, M.C.C. GARCIA, J.B. GELLER, R. JORGE, M. HAGEMANN, S. Avaliação dos Resíduos Sólidos Veiculados em Sistemas de Drenagem Urbana. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2005.

CODEL, Disponível em: <https://codel.londrina.pr.gov.br/index.php/pontos-turisticos/naturais.html>, Acesso em: 23 de agosto de 2021.

COIADO, E. M. Hidrologia & Rede de Drenagem de Águas Pluviais, 2013.

DALTOÉ, M.F. CASTRO, A. S. CORRÊA, L. B. LEANDRO, D. BARCELOS, A. A. : Resíduos Sólidos na Rede de Microdrenagem –Uma Análise Qualitativa na Cidade de Pelotas/RS Solid Waste at Micro Drainage Network –A Qualitative Analysis in the City of Pelotas, RS, 2016.

ÉPYO ENGENHARIA. Demonstrativo de uma Rede de Drenagem Urbana, Disponível em: <https://www.facebook.com/epyo.eng/>, Acesso em 16 de dezembro de 2021

GAVA, T. Análise das Características que Influenciam no Surgimento dos Resíduos Sólidos Urbanos na Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio do Meio, Município de Florianópolis/SC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

LONDRINA, Lei nº 11.468/2011 – 29 de dezembro de 2011 - Código de Posturas do Município de Londrina, Disponível em: <https://portal.londrina.pr.gov.br/codigo-de-posturas>, Acesso em 07 de dezembro de 2021.

MANUAL POA. Plano Diretor de Drenagem Urbana - Manual de Drenagem Urbana. Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MELO, J.O; ARAUJO NETO, J. D.; SANTOS, V. S.; COSTA NETO, E. M.; LOBO, A. P. B. M. Diagnóstico dos problemas de drenagem urbana no conjunto Novo, *Crato-ce*. Revista Eletrônica de Iniciação Científica Tecnológica e Artística, v. 9, p. 43, 2019.

MORAIS FILHO, José Zucca. O Assoreamento nos Lagos Igapó I e II na cidade de Londrina - Pr. 2014. 78 pgs. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

NEVES, M.G.F.P. Quantificação de Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana. 2006. 249 f. Tese (doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

NEVES, M. G. F. P. e TUCCI, C. E. M. Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Aspectos Conceituais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n. 3, jul/set 2008a, p. 125-135.

PGMIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Disponível em: <https://portal.londrina.pr.gov.br/gestao-de-residuos-ambiente/pmgirs>, Londrina, PR, Acesso em: 26 de agosto de 2021

RIGHETTO, A. M. et al. Manejo de Águas Pluviais Urbanas, Cap.4, in: Manual PROSAB 5, Editora ABES, p. 20 – 398, Natal, RN, 2009.

SOUZA, H. E. N., Bispo, C. J. C., Silva, R. C. da, Monteiro, M. A. P., Machado, K. G., & Silva, J. G. S. da. Educação Ambiental e o descarte irregular de resíduos sólidos urbanos na Amazônia. *Revista Brasileira De Educação Ambiental (RevBEA)*, 15(7), 123–133, 2020

