

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Desenvolvimento Tecnológico
Curso de Graduação em Engenharia Hídrica



Trabalho de Conclusão de Curso

**Resíduos sólidos e drenagem urbana: Uma análise do Canal do Pepino e do
Bairro Porto, Pelotas/RS**

Eliza Guedes Sampaio

Pelotas, 2018

Eliza Guedes Sampaio

**Resíduos sólidos e drenagem urbana: Uma análise do Canal do Pepino e do
Bairro Porto, Pelotas/RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Hídrica, do Centro de Desenvolvimento Tecnológico da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Hídrica.

Orientador: Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S192r Sampaio, Eliza Guedes

Resíduos sólidos e drenagem urbana : uma análise do canal do Pepino e do bairro Porto, Pelotas/RS / Eliza Guedes Sampaio ; Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki, orientador. — Pelotas, 2018.

90 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Hídrica) — Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Macrodrenagem. 2. Microdrenagem. 3. Política nacional de resíduos sólidos. 4. Plano municipal de gestão integrada de resíduo. I. Suzuki, Luis Eduardo Akiyoshi Sanches, orient. II. Título.

CDD : 627

Eliza Guedes Sampaio

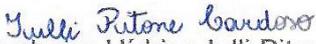
Resíduos sólidos e drenagem urbana: Uma análise do Canal do Pepino e do Bairro
Porto, Pelotas/RS

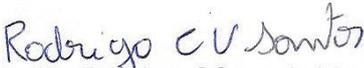
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Hídrica, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 06 de dezembro de 2018

Banca Examinadora:


Prof. Dr. Luis Eduardo Akiyoshi Sanchez Suzuki (Orientador)
Doutor em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria


Engenheira Hídrica Yulli Pitone Cardoso
Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da UFPel


Engenheiro Rodrigo César de Vasconcelos dos Santos
Doutorando do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos da UFPel


Prof. Me. José Antônio Weykamp da Cruz
Doutorando do Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos da UFPel

Agradecimentos

Aos meus pais, Alessandra e Dinael, e minha irmã, Lauren, por todo apoio e incentivo não somente na faculdade, mas em todos os momentos.

À minha querida avó, Tereza, por sempre acreditar em mim e torcer pela minha felicidade.

Ao meu namorado, William Garcia, pela paciência e apoio nas horas de desânimo, pela companhia diária e palavras de incentivo que me fizeram acreditar que eu conseguiria concluir esta etapa.

Ao meu orientador, professor Suzuki, que despertou o interesse sobre o tema deste trabalho nas aulas de gestão de resíduos e desde então vem contribuindo com seus ensinamentos, sempre disponível e dedicado tornando possível a elaboração deste trabalho. Todo o meu reconhecimento e admiração.

À professora Emanuele Manke, que desde o início deste trabalho se mostrou disposta e interessada a colaborar com seus conhecimentos.

A todos os professores que, de alguma forma, contribuíram para a minha formação acadêmica e pessoal, em especial a prof. Idel Milani, exemplo de profissional e pessoa.

Aos colegas, Bruna Alves e Estêvão Mazzochi, pelo auxílio nas atividades desenvolvidas neste trabalho.

À minha colega e amiga, Amanda Dias, que esteve ao meu lado durante toda esta caminhada compartilhando bons e maus momentos, tornando esta trajetória mais leve.

À minha amiga, Tamires Montoito, pela amizade de tantos anos e compreensão pelas minhas ausências.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram ou torceram pela concretização desta conquista.

Resumo

SAMPAIO, Eliza Guedes. Resíduos sólidos e drenagem urbana: Uma análise do Canal do Pepino e do Bairro Porto, Pelotas/RS. 2018. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Hídrica) – Curso de Graduação em Engenharia Hídrica, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Neste trabalho apresenta-se um estudo referente aos resíduos sólidos e drenagem urbana no Município de Pelotas, Rio Grande do Sul, com o objetivo de avaliar a problemática do descarte irregular de resíduos sólidos no Canal do Pepino e no bairro Porto, verificando os impactos na macrodrenagem e na microdrenagem. Para tal, foi percorrida toda a extensão do Canal do Pepino a fim de identificar os principais pontos de descarte irregular de resíduos nas margens do canal e seu interior, e coletar informações sobre o estado de conservação do revestimento e das margens, e presença de vegetação. A quantificação e classificação dos resíduos lançados neste canal foram realizadas a partir dos resíduos retidos pelas grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo, no dia 17/09/2018. Já no período compreendido entre 17/09/2018 a 01/10/2018 foi obtido o volume diário de resíduos retirados nas grades. No dia 23 de outubro de 2018 foi percorrido todo o bairro Porto a fim de identificar pontos de descarte irregular de resíduos e verificar a presença de elementos de microdrenagem e suas condições, bem como identificar possíveis causas para os alagamentos ou dificuldades de drenagem que ocorrem na área de estudo. A partir da análise de toda a extensão do canal do Pepino, observou-se que a situação se agrava de montante para jusante, quando adquire proporções críticas a partir da Avenida Ferreira Viana, com quantidade e diversidade de resíduos muito grandes, tanto nas margens quanto no interior do canal. A partir da quantificação dos resíduos retidos nas grades da Casa de Bombas do Anglo verificou-se que 54% do total dos resíduos são inorgânicos e destes, 41% são materiais passíveis de recolhimento através da coleta seletiva, como os plásticos, vidros e metais, que poderiam ser reciclados ou reutilizados caso fossem descartados corretamente. As coletas domiciliar e seletiva abrangem o bairro Porto, mas ainda assim este apresenta 6 pontos permanentes de descarte irregular de resíduos, ou seja, mesmo após a remoção e limpeza destes locais são depositados resíduos novamente. Além dos pontos permanentes de descarte irregular, outros pontos não permanentes de descarte irregular foram observados no bairro Porto, e estes influenciam no acúmulo de resíduos que afeta a microdrenagem, comprometendo sua eficiência. Ações de educação e conscientização ambiental, bem como requalificação das regiões críticas de descarte de resíduos, devem ser implementadas junto a comunidade.

Palavras-chave: Macrodrenagem; Microdrenagem; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Pelotas.

Abstract

SAMPAIO, Eliza Guedes. Resíduos sólidos e drenagem urbana: Uma análise do Canal do Pepino e do Bairro Porto, Pelotas/RS. 2018. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Hídrica) – Curso de Graduação em Engenharia Hídrica, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

This paper presents a study on solid waste and urban drainage in the Municipality of Pelotas, Rio Grande do Sul state, with the objective of evaluating the problem of the irregular disposal of solid waste in the Pepino's Channel and Porto region, verifying the impacts respectively in the macrodrainage and microdrainage. The entire length of the Pepino's Channel was initially traveled in order to identify the main points of irregular waste disposal at the margins and inside, and to collect information on the conservation status of the lining and the banks, and the presence of vegetation. The quantification and classification of the residues released in this channel was carried out from the residues retained by the containment grids of the House of Bombs of Anglo, on 09/17/2018, and in the period from 09/17/2018 to 01/10/2018 the daily volume of waste collected in the grids was obtained. On 10/23/2018, the entire Porto region was traversed in order to identify points of irregular waste disposal and to verify the presence of microdrainage elements and their conditions, as well as to identify possible causes for flooding or drainage difficulties that occur in the study area. From the analysis of the extension of the Pepino's Channel, it was observed that the situation worsens upstream, when it acquires critical proportions from Ferreira Viana Avenue, with a very large quantity and diversity of residues, both in the margins and inside the channel. It was verified in the quantification of the residues retained in the grids of the House of Bombs of Anglo that 54% of the total of the residues are inorganic and of these, 41% are materials that can be collected through selective collection, plastics, glass and metals, which could be recycled or reused if discarded correctly. The domiciliary and selective collections cover the Porto region, but still presents 6 permanent points of irregular waste disposal, that is, even after removal and cleaning of these sites, waste is deposited again. In addition to permanent points of irregular disposal, other non-permanent points of irregular disposal are observed in the Porto region, and these influence the accumulation of residues in the microdrain, compromising its efficiency. Actions of education and environmental awareness, as well as requalification of the critical regions of waste disposal, should be implemented with the community.

Key-words: Macrodrainage; Microdrainage; National Policy on Solid Waste; Municipal Plan for the Integrated Management of Solid Waste in the Municipality of Pelotas.

Lista de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Mapa de localização do município de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. | 30 |
| Figura 2: Bacia hidrográfica do Arroio do Pepino, município de Pelotas. | 31 |
| Figura 3: Canal do Pepino dividindo o centro histórico e o sítio charqueador de Pelotas. Pontos A e B, respectivamente, ponto de início e término das observações do trabalho Imagem obtida em 20/12/2016. | 32 |
| Figura 4: Grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo. | 34 |
| Figura 5: Responsável pela manutenção da casa de bombas removendo os resíduos retidos nas grades. | 34 |
| Figura 6: Depósito de resíduos ao lado da Casa de Bombas do Anglo. | 34 |
| Figura 7: Caçamba e retroescavadeira que retiram os resíduos acumulados da semana. | 35 |
| Figura 8: Balança portátil com gancho (A) e caixa tipo K (B) utilizadas para determinação, respectivamente do peso e do volume de resíduos sólidos retidos nas grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo. | 36 |
| Figura 9: Delimitação do Bairro Porto. Imagem obtida em 20/12/2016. | 37 |
| Figura 10: Trechos percorridos ao longo do Canal do Pepino. | 39 |
| Figura 11: Imagens com vistas parciais do início do Canal do Pepino até a Rua Pedro Álvares Cabral. | 40 |
| Figura 12: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Pedro Álvares Cabral e José Pinto Martins. | 41 |
| Figura 13: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas José Pinto Martins e Antônio dos Anjos. | 42 |
| Figura 14: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre a rua Antônio dos Anjos e a Avenida Ferreira Viana. | 43 |
| Figura 15: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre a Av. Ferreira Viana e a rua Dr. Cassiano. | 45 |
| Figura 16: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Dr. Cassiano e Tiradentes. | 47 |
| Figura 17: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Tiradentes e Gomes Carneiro. | 48 |

| | |
|--|----|
| Figura 18: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Tiradentes e Gomes Carneiro. | 50 |
| Figura 19: Composição volumétrica dos resíduos sólidos retirados das grades da Casa de Bombas do Anglo no dia 17/09/2018. | 53 |
| Figura 20: Situação do Canal do Pepino no dia 01/10/2018 às 11:44 horas, na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira, entre as ruas General Neto e Barão de Butuí. | 55 |
| Figura 21: Pontos de alagamentos identificados por Sell et al. (2015) no bairro Porto. Imagem obtida em 20/12/2016. | 56 |
| Figura 22: Bocas de lobo localizadas em alguns pontos de alagamentos no bairro Porto. | 57 |
| Figura 23: Ponto de alagamento no cruzamento das ruas Gomes Carneiro e Dr. Antero Vitoriano Leivas nos dias (A) 17/07/2018 e (B) 28/08/2018. | 58 |
| Figura 24: Ponto de alagamento no cruzamento das ruas Gomes Carneiro e Visconde de Jaguari nos dias (A) 19/02/2015 e (B) 24/09/2018. | 58 |
| Figura 25: Rua Uruguai sem problemas de alagamento no dia 17/07/2018. | 58 |
| Figura 26: Acúmulo de água na sarjeta na rua Benjamin Constant entre as ruas Visconde de Jaguari e Dr. Antero Vitoriano Leivas. | 59 |
| Figura 27: Boca de lobo localizada na rua Benjamin Constant esquina com a rua Álvaro Chaves. | 59 |
| Figura 28: Boca de lobo localizada na rua Benjamin Constant esquina com a rua Álvaro Chaves. | 60 |
| Figura 29: Boca de lobo obstruída na rua Conde de Porto Alegre esquina rua Santa Cruz. | 60 |
| Figura 30: Boca de lobo na rua Conde de Porto Alegre esquina com a rua Garibaldi. | 61 |
| Figura 31: Boca de lobo na rua Conde de Porto Alegre esquina com a rua Garibaldi. | 61 |
| Figura 32: Bocas de lobo de sarjeta com a presença de resíduos. | 61 |
| Figura 33: (A) Boca de lobo com grade. (B) Boca de lobo de maior dimensão sem grade. | 62 |
| Figura 34: (A) Entrada da boca de lobo com resíduos. (B) Interior da boca de lobo com resíduos. | 62 |

| | |
|--|----|
| Figura 35: (A) Boca de lobo de guia dupla (B) boca de lobo obstruída pela tampa do bueiro. | 63 |
| Figura 36: Rampas inadequadas observadas no bairro Porto. | 64 |
| Figura 37: Localização dos pontos permanentes de descarte irregular de resíduos. | 65 |
| Figura 38: Ponto 1 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos. | 66 |
| Figura 39: Ponto 2 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos nos dias (A) 20/04/2018, (B) 24/09/2018, (C) 15/10/2018 e (D) 26/10/2018. | 67 |
| Figura 40: Ponto 3 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos nos dias (A) 04/05/2018, (B) 06/09/2018, (C) 11/10/2018 e (D) 23/11/2018. | 68 |
| Figura 41: Ponto 3 de descarte irregular de resíduos sólidos. | 69 |
| Figura 42: Ponto 4 de descarte irregular de resíduos sólidos. | 69 |
| Figura 43: Ponto 5 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos. | 70 |
| Figura 44: Ponto 6 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos. | 70 |
| Figura 45: Descarte irregular de resíduos da construção civil. | 71 |
| Figura 46: Ponto de descarte irregular de resíduos sólidos. | 72 |
| Figura 47: Placa colocada pela prefeitura na esquina das ruas Gomes Carneiro e Vereador Boaventura Barcelos. | 72 |
| Figura 48: Descarte irregular de resíduos em terrenos, calçadas e vias. | 73 |
| Figura 49: Mapa de abrangência das coletas de resíduos. | 75 |
| Figura 50: Lixeira pública na rua Conde de Porto Alegre entre as ruas Dona Mariana e Dr. João Pessoa. | 75 |
| Figura 51: Resíduos sólidos na sarjeta. | 77 |
| Figura 52: Sarjeta da rua Benjamin Constant. | 77 |
| Figura 53: Folheto Ecoponto Municipal. | 79 |
| Figura 54: Informações sobre a coleta agendada na página do Facebook do Sanep. | 80 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Quantificação e classificação de resíduos sólidos veiculados pela rede de macrodrenagem (Canal do Pepino) e captados nas grades da Casa de Bombas do Anglo no dia 17/09/2018. | 51 |
| Tabela 2: Volume de resíduos retirados das grades da Casa de Bombas do Anglo. | 54 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 11 |
| 2. Objetivos | 14 |
| 2.1 Geral | 14 |
| 2.2 Específicos | 14 |
| 3. Hipóteses | 15 |
| 4. Revisão de Literatura | 16 |
| 4.1 Resíduos Sólidos | 16 |
| 4.2 Classificação dos Resíduos Sólidos | 17 |
| 4.3 Legislação..... | 19 |
| 4.4 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pelotas | 21 |
| 4.5 Drenagem Urbana | 23 |
| 4.6 Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana..... | 25 |
| 4.7 Problemática dos Resíduos Sólidos | 26 |
| 4.8 Projetos e Ações..... | 28 |
| 5. Material e Métodos..... | 30 |
| 5.1 Área de Estudo | 30 |
| 5.2 Caracterização do Canal do Pepino (Macro drenagem) | 33 |
| 5.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos na Macro drenagem | 33 |
| 5.4 Fatores que Influenciam na Micro drenagem..... | 36 |
| 5.5 Gerenciamento dos Resíduos na Área de Estudo..... | 37 |
| 6. Resultados e Discussão..... | 39 |
| 6.1 Caracterização do Canal do Pepino (Macro drenagem) | 39 |
| 6.2 Caracterização dos Resíduos Sólidos na Macro drenagem | 50 |
| 6.3 Fatores que Influenciam na Micro drenagem..... | 55 |
| 6.3.1 Pontos de alagamentos..... | 55 |
| 6.3.2 Acúmulo de resíduos na micro drenagem..... | 58 |
| 6.3.3 Rampas de garagem..... | 63 |
| 6.3.4 Descarte irregular de resíduos | 65 |
| 6.4 Gerenciamento de Resíduos Sólidos..... | 74 |
| 7. Considerações Finais..... | 82 |
| Referências | 85 |

1. Introdução

Na segunda metade do século XX, o crescimento urbano acelerou-se de forma desordenada nas cidades, com grande concentração de população em pequenos espaços. Nos países em desenvolvimento este crescimento tem sido realizado de forma insustentável, causando deterioração da qualidade de vida e do meio ambiente, em decorrência da falta de controle do espaço urbano que ocasiona efeito direto sobre a infraestrutura de saneamento básico (TUCCI, 2005), a exemplo na drenagem urbana.

O processo de urbanização proporciona uma série de impactos ambientais, como a impermeabilização do solo, supressão de áreas verdes, problemas de uso e ocupação do solo, geração de resíduos e poluição dos recursos hídricos, acarretando em sérios problemas ao bem-estar da sociedade e do meio ambiente (PEREIRA; BARONY, 2017).

A mudança na geração de resíduos ocorreu no Brasil e no mundo como resposta ao desenvolvimento da humanidade e às atividades humanas, culminando em um aumento significativo na geração de resíduos sólidos, tanto em volume quanto na diversidade (PARAGUASSU; AQUINO, 2017).

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) mostram que, no ano de 2016, a geração total de resíduos sólidos urbanos no país chegou a quase 78,3 milhões de toneladas, com um montante coletado de 71,3 milhões de toneladas (ABRELPE, 2016).

O crescimento urbano implica em alterações na cobertura do solo, como a impermeabilização da superfície, que modifica a ocorrência natural do ciclo hidrológico. Com a impermeabilização de um ambiente há uma maior parcela de água pluvial sendo direcionada como escoamento superficial. Nesse sentido, surgem os sistemas de drenagem convencionais constituídos por estruturas de controle e condução do escoamento, com intuito de coletar as águas pluviais geradas no meio urbano e a sua condução a um emissário final, na tentativa de minimizar os efeitos da urbanização no ciclo hidrológico (CRUZ, 2001).

Para Souza (2013) é evidente a relação entre o sistema de drenagem e outros componentes do saneamento básico, em destaque os resíduos sólidos, que

quando recebem destinação inadequada exercem importante papel no mau funcionamento das redes de drenagem e, para o esgotamento sanitário, cuja mistura nos corpos d'água provoca degradação das águas.

O Brasil encontra-se em uma situação preocupante no que diz respeito aos serviços de limpeza urbana. Quando toda a produção de resíduos gerada não é coletada tem-se o despejo de resíduos sólidos em locais inadequados e muitas vezes próximos aos cursos d'água, comprometendo os sistemas de drenagem urbana através da obstrução do fluxo pelo transporte de resíduos sólidos (NEVES, 2006).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, instituída pela Lei Nº 12.305/10, surge com o objetivo de promover o gerenciamento dos resíduos sólidos. Para Rauber (2011) a sanção da PNRS representa um marco regulatório na área de Resíduos Sólidos no país, trazendo mais alento e respaldo à luta pela sustentabilidade. Esta lei traz mecanismos como a implementação da coleta seletiva, logística reversa, elaboração de planos de gestão de resíduos sólidos, inclusão dos catadores de materiais recicláveis através da criação de cooperativas e promoção da educação ambiental (BRASIL, 2010).

De acordo com o Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, é evidente a interdependência dos conceitos de meio ambiente, saúde e saneamento básico, o que reforça a necessidade de integração das ações destes setores. No entanto, uma das vertentes do saneamento básico, a gestão de resíduos sólidos, não tem recebido a atenção necessária por parte do poder público em alguns municípios e, em virtude disso, compromete-se cada vez mais a saúde pública e a degradação dos recursos naturais, especialmente do solo e dos recursos hídricos.

Piroli e Piroli (2015) ressaltam que se o sistema de drenagem da cidade não funciona de forma adequada, têm-se o aumento do pico de vazão e a potencialidade de enchentes, situação que é agravada através da disposição irregular de resíduos sólidos. De acordo com Tucci e Bertoni 2003 não existem informações sobre a quantidade de resíduos sólidos que fica retida na drenagem, fato que comprova a relevância deste trabalho, visto a carência de informações sobre o tema.

Sendo assim, este trabalho tem como proposta avaliar a problemática dos resíduos sólidos no Canal do Pepino (macro drenagem) e na micro drenagem do bairro Porto, identificando por meio de registro fotográfico os elementos e as possíveis deficiências no serviço público de coleta, na conduta cidadã dos membros

da comunidade, entre outros fatores que contribuem para o acúmulo dos resíduos sólidos nestes locais, buscando subsídios que auxiliem no gerenciamento dos resíduos sólidos na área de estudo.

2. Objetivos

2.1 Geral

Avaliar a problemática do descarte irregular de resíduos sólidos no Canal do Pepino e no bairro Porto, verificando os impactos respectivamente na macrodrenagem e na microdrenagem.

2.2 Específicos

- Identificar pontos de descarte irregular de resíduos sólidos ao longo do Canal do Pepino (macrodrenagem) e no bairro Porto (microdrenagem);
- Verificar a situação ao longo do Canal do Pepino (macrodrenagem) em termos de acúmulo de resíduos sólidos em seu interior;
- Classificar qualitativamente e quantitativamente os resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Anglo;
- Identificar fatores que influenciam na microdrenagem do bairro Porto;
- Verificar os meios disponíveis para o descarte dos resíduos em questão;
- Propor estratégias para o descarte de forma adequada dos resíduos sólidos na região de estudo.

3. Hipóteses

O volume de resíduos sólidos irregularmente descartados ao longo do Canal do Pepino interferem na operação da Casa de Bombas do Anglo.

Os resíduos sólidos dispostos de forma irregular influenciam a microdrenagem do bairro Porto.

Através do diagnóstico dos resíduos sólidos que atingem a drenagem urbana em parte da bacia hidrográfica do Pepino, é possível obter ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de medidas mitigatórias para a problemática dos resíduos sólidos e melhoria na sua gestão na área em estudo.

4. Revisão de Literatura

4.1 Resíduos Sólidos

Os resíduos correspondem a todo material resultante das atividades diárias do homem e podem ser encontrados nos estados sólido, líquido e/ou gasoso. Os resíduos sólidos podem ser reutilizados mediante uma série de processamentos físicos e/ou químicos para a fabricação de novos produtos (MOTA et al., 2009).

Para Grimberg (2004) é de suma importância a diferenciação entre os termos “resíduo sólido” e “lixo”. Considerando o processo de consumo, explica que restos de alimentos, embalagens, objetos inservíveis quando misturados tornam-se de fato lixo, no entanto, quando separados em materiais secos e úmidos, passam a ser resíduos sólidos, os quais podem ser reaproveitados ou reciclados.

Segundo Neves e Tucci (2009a), sólidos totais são compostos por sedimentos, matéria vegetal e outros resíduos gerados pela população e são denominados resíduos sólidos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece no artigo 3º, o conceito de rejeitos como sendo resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL – PNRS, 2010). A PNRS traz ainda o conceito de disposição final ambientalmente adequada como sendo a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Em seguida, apresenta o conceito de resíduos sólidos:

Art. 3º Para os efeitos desta lei, entende-se por:
XVI – Resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL - PNRS, 2010).

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define na NBR 10.004/2004, que resíduos sólidos são:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT NBR 10004:2004, p.01).

Para Tucci (2005) os resíduos sólidos correspondem a soma de dois principais tipos de resíduos, os sedimentos oriundos da erosão do solo em função do efeito da precipitação e do sistema de escoamento, e os resíduos produzidos pela população.

4.2 Classificação dos Resíduos Sólidos

São várias as maneiras de se classificar os resíduos sólidos. As mais comuns são quanto aos riscos potenciais de contaminação do meio ambiente e quanto à natureza ou origem (MONTEIRO, 2001).

A NBR 10.004 da ABNT (2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, em quatro classes, para que possam ser gerenciados adequadamente, sendo eles:

Resíduos classe I - Perigosos: São aqueles em função das suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices e riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Resíduos Classe II - Não perigosos: São subdivididos em não inertes e inertes.

Resíduos classe II A - Não inertes: São resíduos que podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe II B - Inertes: São resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não apresentam nenhum de seus

constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção aos aspectos cor, turbidez, dureza e sabor.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL - PNRS, 2010) traz em seu Art. 13º a classificação dos resíduos quanto a origem da seguinte forma:

Art. 13 - Para os efeitos desta lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I – quanto à origem:

a) resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;

d) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;

e) resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;

f) resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;

h) resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios; (BRASIL - PNRS, 2010)

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Pelotas - PMGIRS (PMGIRS, 2014) apresenta a classificação dos resíduos sólidos de acordo com a sua origem. Nessa classificação têm-se os resíduos originários de atividade domiciliar, comercial, público, serviços de saúde, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, industrial, agrícola e resíduos da construção civil.

Segundo o PMGIRS de Pelotas (PMGIRS, 2014), os resíduos domésticos são constituídos por restos de alimentos (tais como, cascas de frutas e verduras etc.), produtos deteriorados, jornais e revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Há ainda, alguns resíduos que podem ser tóxicos (tubos de inseticida, embalagens de detergentes, pilhas, baterias de celular, etc.).

Este tipo de resíduo pode ser subdividido em dois tipos, resíduos recicláveis e não recicláveis. Os resíduos recicláveis correspondem aos materiais que podem

retornar ao ciclo produtivo, como por exemplo, papéis, papelão, plásticos, vidros, metais, entre outros. Já os resíduos não recicláveis são destinados aos aterros sanitários, como por exemplo, fraldas descartáveis, papel higiênico usado, etc (PMGIRS, 2014).

4.3 Legislação

No Brasil, há uma coleção de leis, decretos, resoluções e normas que evidenciam enorme preocupação com o meio ambiente e, especificamente na questão da limpeza urbana (MONTEIRO, 2001).

No que se refere às políticas nacionais e legislações ambientais que contemplam o assunto de resíduos sólidos, pode-se destacar a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Nº 6.938/81), a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Nº 9.795/1994), a Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Nº 11.445/2007) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Nº 12.305/2010).

Sem mencionar os resíduos sólidos, a Constituição Federal de 1988 dispõe em seu Art. 196, que “A saúde é direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação”. O Art. 225, da mesma, dispõe que, “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (CONSTITUIÇÃO, 1988).

A Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL - PNMA, 1981). A PNRS deve ser aplicada em concordância com a PNMA, uma vez que fica evidenciada no texto da Lei Nº 6.938/81 a busca pelo equilíbrio entre economia, meio ambiente e sociedade, ou seja, a concretização do conceito de desenvolvimento sustentável como solução para as questões socioambientais, dentre estas, a problemática dos resíduos sólidos (MAIA et al., 2015).

A Lei Nº 9.795/1999 dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL – PNEA, 1999), que em seu Art. 1º conceitua educação ambiental da seguinte maneira:

Art. 1º - Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL – PNEA, 1999).

A Educação Ambiental configura-se numa importante ferramenta para se alcançar a gestão dos resíduos sólidos, pois tem a capacidade de sensibilizar a sociedade a respeito dos problemas socioambientais ocasionados pela falta de gerenciamento desses materiais (MAIA et al., 2015, p. 6).

Para Roos e Becker (2012) a educação ambiental traz a população uma compreensão fundamental da sua responsabilidade e do seu papel crítico como cidadãos, de modo que se desenvolvem valores que os conduzem a repensar e avaliar as suas atitudes diárias e as consequências ao meio ambiente.

A Política Nacional de Saneamento Básico estabelece em seu Art. 3º a definição de saneamento básico como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Destaca-se a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos como o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas (BRASIL – PNSB, 2007).

Instituída pela Lei Nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, a PNRS dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. A PNRS integra a Política Nacional do Meio Ambiente e articula-se com a Política Nacional de Educação Ambiental e com a Política Federal de Saneamento Básico (BRASIL – PNRS, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos mostra-se como importante alternativa para o enfrentamento dos problemas decorrentes do manejo inadequado

dos resíduos sólidos, pois se trata de um processo de articulação que envolve o governo, o mercado e a sociedade civil (ALMEIDA et al., 2014).

Segundo Tomacheski (2014), a ferramenta mais importante da PNRS é a obrigatoriedade da elaboração de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, os quais devem ser elaborados priorizando a não geração de resíduos, a redução, a reutilização, a reciclagem, tratamento e só então a disposição final em aterro sanitário.

Dentre as soluções ambientalmente adequadas para a disposição dos rejeitos, foi estabelecido pela PNRS um prazo de 4 anos para o encerramento dos lixões e a instalação de aterros sanitários (BRASIL, 2010). Em 2014, o Ministério do Meio Ambiente – MMA publicou um texto a respeito dos resultados obtidos com a PNRS, o qual revela que, em quatro anos, um pouco mais da metade dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil já tem disposição final em aterros sanitários (MMA, 2014).

Em 2008, a disposição final ambientalmente adequada era uma realidade apenas em 1.092 dos 5.564 municípios então existentes, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Já no final de 2013, esse número, de acordo com levantamento do MMA junto aos estados, era de 2,2 mil municípios (MMA, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2016), a PNRS ainda carece de aplicação em vários pontos como a redução da geração de resíduos, práticas de reciclagem e logística reversa, as disposições da lei, por si só, ainda não proporcionaram os tão esperados avanços no setor de resíduos sólidos.

4.4 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Pelotas

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, no Art. 18, estabelece aos municípios a obrigatoriedade da elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos para que possam acessar recursos federais destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos (BRASIL – PNRS, 2010).

Um PMGIRS é uma ferramenta importante nos municípios para se trazer melhorias ao sistema de limpeza urbana e efetuar a implementação da gestão

integrada, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (CASARIN, 2013, p. 14).

O município de Pelotas elaborou o Diagnóstico – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) em agosto de 2014, com o objetivo de implementar condições para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos urbanos gerados no município e direcionado para alcançar objetivos que propõem-se a aperfeiçoar a estrutura dos serviços prestados de limpeza pública desde a coleta até a destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município.

O Plano Municipal apresenta a classificação dos resíduos por natureza física, por composição química, pelos riscos potenciais ao meio ambiente e ainda pela sua origem. Além desta classificação dos resíduos e de suas definições, o PMGIRS esclarece a questão da responsabilidade desses resíduos, sendo a prefeitura responsável pelos resíduos domiciliares, comerciais e públicos e o próprio gerador responsável pelos resíduos de serviços de saúde, industriais, agrícolas, da construção civil e de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários (PMGIRS, 2014).

O PMGIRS é composto, dentre outros itens, pelo diagnóstico da situação atual do município em relação aos resíduos sólidos, o qual traz uma importante análise quantitativa e caracterização qualitativa dos resíduos sólidos urbanos de Pelotas. Além disso, apresentam uma projeção do crescimento populacional e do incremento da geração de resíduos sólidos urbanos para o ano de 2042, em que foi obtido que a geração *per capita* de resíduos domiciliares que em 2014 era de 0,48 kg hab⁻¹ dia⁻¹ passará, em 2042, para 1,33 kg hab⁻¹ dia⁻¹.

No diagnóstico foram identificados e mapeados cinco pontos significativos de descarte irregular de resíduos em vários locais do município, onde são encontrados, principalmente, resíduos domiciliares e entulho. Os pontos identificados localizam-se às margens da Rua Dom Pedro I, às margens da BR 116, na praça Nova República, atrás da rodoviária e no final da rua Darcy Vargas.

Com base o referido diagnóstico, foi elaborado o item prognóstico com a finalidade de apresentar as ações e atividades que deverão ser tomadas pela Prefeitura Municipal de Pelotas, bem como, apresentar o possível cenário da situação futura do município em relação às questões abordadas.

4.5 Drenagem Urbana

Nos países mais desenvolvidos a ênfase nas questões de drenagem urbana concentra-se nos aspectos relativos à qualidade da água coletada no sistema, encontrando-se práticas ligadas ao controle das inundações em geral bastante adiantadas. Já no Brasil, o controle quantitativo das enchentes ainda é o principal objetivo das ações (CANHOLI, 2015).

O escoamento superficial transporta o material solto ou solúvel que encontra para os corpos d'água e, com a impermeabilização do solo, aumenta a frequência da produção e a velocidade de escoamento, gerando maior capacidade de arraste e, portanto, maiores cargas. As redes de drenagem urbana são responsáveis pela veiculação dessas cargas que se constituem em importantes fontes de degradação de rios, lagos e estuários, visto que nutrientes e toxinas, tais como fósforo, metais pesados e substâncias químicas e orgânicas, utilizam o sedimento como meio de transporte no escoamento superficial (NEVES, 2006).

Gava e Finotti (2012) destacam que a rede de drenagem é uma das principais responsáveis pela veiculação de cargas poluidoras, a qual é considerada difusa uma vez que provém de diferentes atividades que depositam poluentes de forma distribuída, constituindo-se como um considerável fator de degradação dos corpos hídricos.

Um adequado sistema de drenagem proporciona uma série de benefícios, tais como desenvolvimento do sistema viário, redução de gastos com manutenção das vias públicas, valorização das propriedades existentes na área, segurança para a população habitante ou transeunte e escoamento rápido das águas superfícies, facilitando o tráfego em ocasiões de precipitação (RIBEIRO; ROOKE, 2010). Se o sistema de drenagem da cidade não funciona de forma adequada, têm-se o aumento do pico de vazão e a potencialidade de enchentes, situação que é agravada através da disposição irregular de resíduos sólidos (PIROLI; PIROLI, 2015).

De acordo com Miguez et al. (2015), de modo geral, a drenagem urbana pode ser definida como o conjunto de ações e medidas que tem como objetivo não apenas minimizar os riscos a que as comunidades estão sujeitas, mas também diminuir os diversos prejuízos causados por inundações. Um sistema de drenagem

urbana engloba dois subsistemas característicos: a microdrenagem e a macrodrenagem.

Conforme Kobayashi et al. (2008), as redes de micro e macrodrenagem quando possuem funcionamento e manutenção adequados previnem danos às propriedades, à saúde e à segurança da população das cidades, seja em consequência direta ou indireta das águas e praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das funções ou atividades urbanas devidas às inundações.

A microdrenagem urbana é definida por um sistema de condutos em nível de loteamento, construído localmente para captação distribuída dos escoamentos superficiais gerados pelas áreas urbanizadas, sendo destinado a receber e conduzir as águas das chuvas vindas de construções, lotes, ruas, praças, etc (MIGUEZ et al., 2016). Composta por um sistema de menor escala, a microdrenagem é formada pelos pavimentos das vias, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões, feitos para vazões de 2 a 10 anos de período de retorno ¹(KOBAYASHI et al., 2008).

As bocas de lobo são importantes constituintes para o funcionamento do sistema de microdrenagem, uma vez que são responsáveis pela captação das águas que escoam pelas sarjetas, conectando esses dispositivos de drenagem superficial à rede de galerias subterrâneas. No Brasil as bocas de lobo mais utilizadas são as simples, com grelha ou mista/combinação, e em um estudo realizado a boca de lobo com grelha foi a que apresentou maiores eficiências hidráulicas (COELHO; LIMA, 2011).

Já a macrodrenagem corresponde à rede de maior porte, que recebe águas já concentradas. A rede de macrodrenagem destina-se a receber e realizar a condução final das águas que escoam superficialmente e são captadas pela microdrenagem. Os principais elementos da rede de macrodrenagem são: os rios, naturais, revestidos ou retificados; os canais artificiais e as galerias (MIGUEZ et al., 2015). Segundo Kobayashi et al. (2008), os canais (abertos ou fechados) de grandes dimensões são projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno.

¹ Probabilidade com que um evento possa ser igualado ou superado, pelo menos uma vez, num ano qualquer e de forma independente (MELLO; SILVA, 2013).

Com o objetivo de minimizar os danos das inundações surgem as medidas de controle, classificadas como medidas estruturais e medidas não estruturais. As medidas estruturais consistem em obras de engenharia, tais como canalização, bacias de retenção/detecção, túneis de derivação e canais de desvio. Em contrapartida, as medidas não-estruturais englobam ações de regulamentação do uso e ocupação do solo, educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, erosão e resíduos sólidos (CANHOLI, 2015).

4.6 Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana

De acordo com Tucci e Bertoni (2003), no desenvolvimento urbano são observados três estágios distintos da produção de material sólido na drenagem. No estágio inicial, quando ocorre modificação da cobertura da bacia, pela retirada da sua proteção natural, o solo fica desprotegido e a erosão aumenta em períodos de chuva, aumentando assim a produção de sedimentos. No estágio intermediário, parte da população está estabelecida e ainda existe movimentação de terra devido a novas construções, é nesse estágio que a produção de resíduos se soma ao processo de produção de sedimentos. E por fim, no estágio final praticamente todas as superfícies urbanas estão consolidadas e apenas resulta produção de resíduo urbano, com uma parcela menor de sedimentos de algumas áreas em construção ou sem cobertura.

A produção de resíduos coletada no Brasil é da ordem de 0,5 a 0,8 kg pessoa⁻¹ dia⁻¹, mas não existem informações sobre a quantidade que fica retida na drenagem (TUCCI e BERTONI 2003). Ainda nesse enfoque, Tucci (2001) cita que a quantidade de resíduos sólidos que chega a drenagem urbana é devido a fatores como: frequência e cobertura da coleta de lixo, frequência da limpeza das ruas, forma de disposição dos resíduos sólidos pela população e frequência da precipitação.

Segundo Neves e Tucci (2003), os resíduos são depositados nos cursos d'água urbanos diretamente, ou através das entradas das redes enterradas, atingindo cursos d'água maiores como lagos, praias e mares, além de prejudicarem a eficiência hidráulica de estruturas como bacias de retenção, poços de bombas, etc. Além disso, trazem consigo poluentes e provocam um aspecto antiestético.

Os sistemas de drenagem são dimensionados para transportar água de chuva, mas o que se observa é a presença significativa de esgotos, sedimentos e

resíduos sólidos (alguns de grandes dimensões), cujo resultado é a obstrução ou o aumento da rugosidade das redes (SOUZA, 2013, p. 64).

Para Cruz (2001) as alterações na quantidade e qualidade da água no meio urbano estão interligadas, uma vez que a produção de resíduos sólidos é responsável pela obstrução de boa parte das “bocas de lobo” e de galerias do sistema coletor pluvial das cidades, ampliando os efeitos das enchentes localizadas e a ocorrência de doenças entre os atingidos pelas cheias.

4.7 Problemática dos Resíduos Sólidos

O desenvolvimento econômico, o crescimento populacional, a urbanização e a revolução tecnológica vêm sendo acompanhados por alterações nos modos de produção e consumo da população. Em decorrência desses processos tem se intensificado a produção de resíduos sólidos, tanto em quantidade quanto em diversidade (GOUVEIA, 2012).

Nesse mesmo contexto, Neves e Tucci (2003) ressaltam que o processo de urbanização está aliado ao aumento da impermeabilização das superfícies e ao aumento da produção de resíduos sólidos, originando danos ao meio ambiente urbano quando não gerenciados de forma adequada. No caso dos resíduos sólidos, segundo estes autores, se não houvesse falta de conscientização da população e deficiências nos serviços de saneamento, o aumento na produção de resíduos sólidos não seria tão prejudicial ao meio ambiente.

Em contrapartida, acredita-se que mesmo com a conscientização da população e o adequado gerenciamento dos resíduos, considerando que todos os resíduos passíveis de reciclagem passassem por este processo e os rejeitos tivessem disposição final adequada, a geração de resíduos continuaria sendo um sério problema.

Segundo Mota et al. (2009) o descarte dos resíduos tem se tornado um problema mundial quanto ao prejuízo e poluição do meio ambiente, caso estes sejam descartados sem nenhum tratamento, onde se pode afetar tanto o solo, a água e/ou o ar. Almeida et al. (2014) destacam que os resíduos sólidos não apenas contaminam o solo e os lençóis freáticos, como causam entupimento de bueiros e poluição de canais e rios, o que acarreta em problemas como inundações e proliferação de doenças. Além disso, proporciona um problema de cunho social,

visto que a aglomeração de lixo atrai pessoas que enxergam nestes locais uma possibilidade de sobrevivência.

A disposição final dos resíduos sólidos oriundos das atividades domésticas, urbanas, rurais, comerciais, industriais e de serviços de saúde é, em conjunto com a poluição das águas através do despejo de esgoto doméstico, o maior problema ambiental urbano não resolvido no país e em grande parte do mundo. Assim como os corpos hídricos, terrenos baldios e beiras de ruas da periferia são receptores de entulhos de resíduos sólidos das mais variadas naturezas, incluindo resíduos tóxicos de alta periculosidade. Esses resíduos acabam sendo arrastados ou lixiviados para os córregos e rios urbanos, ampliando a carga de poluição das águas (ZULAUF, 2000).

Gouveia (2012) destaca que boa parte dos resíduos sólidos gerados não possui destinação sanitária e ambientalmente adequada. No entanto, a Política Nacional de Resíduos sólidos que é bastante atual surge com o objetivo de enfrentar essa problemática, trazendo subsídios para propiciar o aumento da reciclagem e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

Em geral, na maioria dos municípios, o circuito dos resíduos sólidos envolve apenas atividades de coleta regular, transporte e descarga final, em raras situações esse circuito inclui coleta seletiva, processos de compostagem, tratamento, etc. O manejo inadequado de resíduos sólidos contribui com as desigualdades sociais, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações (SCHALCH et al., 2002).

Para Neves e Tucci (2009a), quando os resíduos sólidos atingem os sistemas de drenagem, podem causar a obstrução do sistema e o aumento da frequência de inundações, degradação ambiental dos sistemas hídricos por resíduos que apresentam um alto tempo de vida no ambiente.

Pompêo (2000) revela que a ausência de serviços de saneamento básico, principalmente em países em desenvolvimento, tem sido responsável por graves problemas de saúde pública. Os resíduos sólidos urbanos ocupam papel estratégico na estrutura epidemiológica de uma comunidade. Como componente indireto, destaca-se na linha de transmissão de doenças provocadas pela ação dos vetores, que encontram no habitat do lixo condições adequadas para a sua proliferação (SIQUEIRA; MORAES, 2009, p. 2119).

No mesmo sentido, Ribeiro e Rooke (2010) destacam que saneamento básico é fundamental na prevenção de doenças. Evitando a disposição de resíduos sólidos em locais inadequados, pode-se evitar a proliferação de vetores de doenças como ratos e insetos que são responsáveis pela disseminação de algumas moléstias.

4.8 Projetos e Ações

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BRASIL, 2011), a reciclagem é uma das alternativas para fazer frente ao crescente volume de resíduos produzidos pela sociedade e contribui para a preservação do meio ambiente. No entanto, no Brasil a reciclagem ainda é um processo incipiente, que abrange poucos materiais e é, na maioria dos casos, resultado da atividade de catadores (autônomos ou organizados em cooperativas) e não consequência de um comprometimento da população com a separação dos resíduos e das autoridades com a coleta seletiva.

A separação dos resíduos e a reciclagem são a melhor alternativa para a redução do volume que chega até os aterros sanitários. Para isso, é fundamental a conscientização da população quanto ao manejo adequado dos resíduos sólidos, considerando que ela também é produtora destes (IBGE, 2011).

O Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) possui convênio com as seis cooperativas de catadores do município. Aproximadamente 120 famílias sobrevivem de forma direta da renda obtida nas cooperativas e estima-se que outras 300 famílias sobrevivem de forma indireta, considerando os catadores que realizam a coleta de forma individual e não estão diretamente ligados às cooperativas (PMGIRS, 2014).

As ações de educação ambiental são extremamente importantes à medida que possibilitam conhecimentos e promovem atitudes necessárias relacionadas à problemática dos resíduos sólidos (MEDEIROS et al., 2016). Segundo Schalch et al. (2002) a educação ambiental propicia a aprendizagem do cidadão sobre o seu papel como gerador de resíduos, atingindo escolas, repartições públicas, residências, escritórios, fábricas e todos locais onde os cidadãos geram resíduos.

Um dos princípios básicos da educação ambiental sobre os resíduos é o conceito dos três "Rs" reduzir, reutilizar e reciclar. Estimular o cidadão a reduzir a quantidade de resíduos que gera, reutilizar os mesmos objetos e contribuir com os

programas de coleta seletiva, separando os materiais recicláveis quando não for possível reutilizá-los, a fim de favorecer a preservação dos recursos naturais (SCHALCH, 2002).

Com o objetivo de adotar uma gestão com enfoque em desenvolvimento sustentável, o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) instituiu no dia 27 de julho de 2011 o Núcleo de Educação Ambiental em Saneamento – NEAS. Este Núcleo compromete-se em desenvolver ações educativas junto à população no que diz respeito a questão do saneamento ambiental.

O PMGIRS apresenta projetos e ações para o descarte dos resíduos sólidos de forma adequada. Uma das propostas apresentadas é o “Curso de educação e conscientização ambiental” que objetiva abordar questões ambientais relacionadas a resíduos sólidos orgânicos, recicláveis e perigosos, e é direcionado aos empreendedores locais para a solicitação ou renovação do licenciamento ambiental.

Outra ferramenta apresentada no PMGIRS é o projeto “Adote uma Escola” desenvolvido pelo NEAS em parceria com escolas e cooperativas de catadores, visando à arrecadação de resíduos recicláveis e o seu correto encaminhamento para reciclagem. A escola atua como ponto de coleta, armazenando o material até o recolhimento realizado pelo SANEP para ser encaminhado às cooperativas e o valor obtido com a venda deste material é repassado às escolas participantes.

5. Material e Métodos

5.1 Área de Estudo

O município de Pelotas localiza-se no Sul do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), ocupa uma área de 1.610,084 km² e tem sua população estimada em 344.385 habitantes (BRASIL, 2017). Pertence à região geomorfológica da Planície Costeira (SILVA, 2016) e situa-se às margens do Canal São Gonçalo, que liga as Lagoas dos Patos e Mirim, as maiores lagoas do Brasil (PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL INTEGRADO, s.d.). De acordo com Silva (2016) Pelotas possui na região urbana cinco bacias hidrográficas, que são: Bacia da Santa Bárbara, Bacia do Pepino, Bacia do Pelotas, Bacia do Moreira/Fragata e Bacia Costeira/Laranjal.

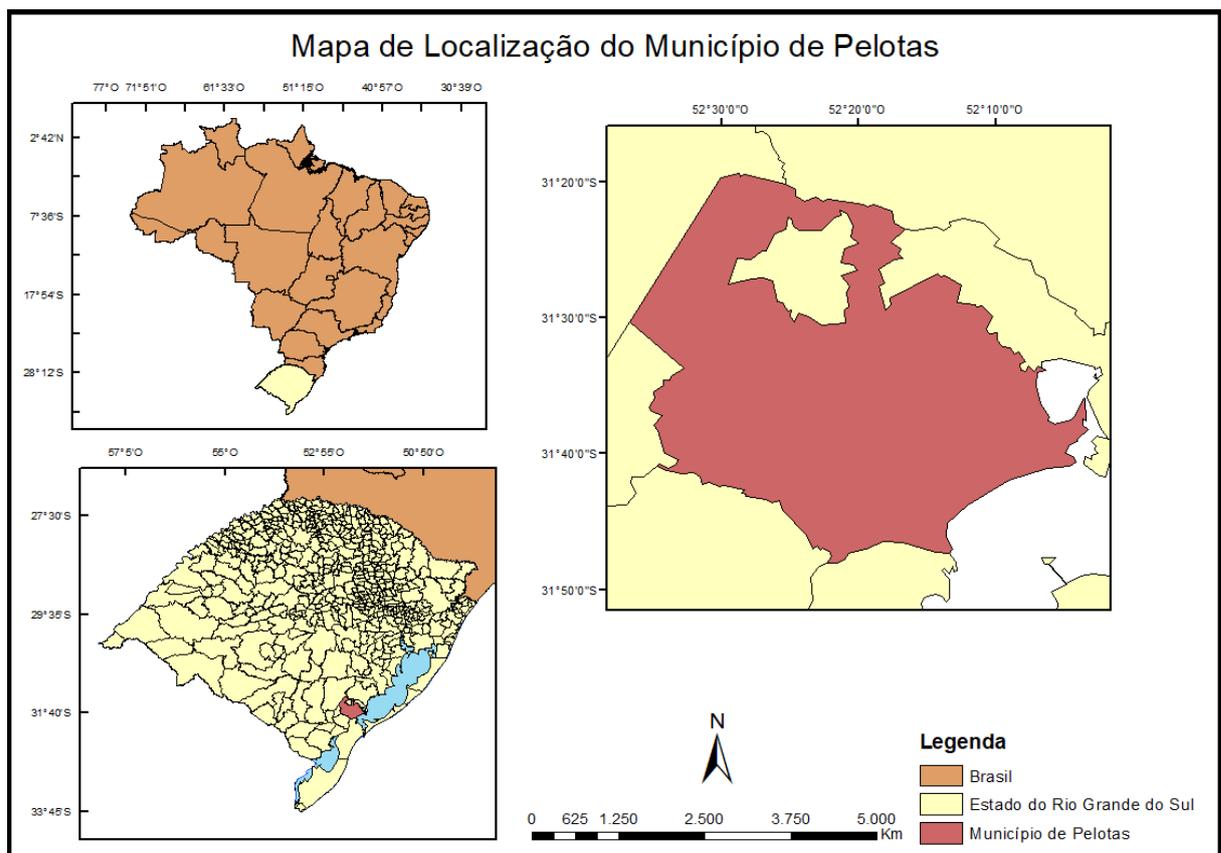


Figura 1: Mapa de localização do município de Pelotas, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
Fonte: Autora.

O Canal do Pepino, objeto deste trabalho, está inserido na Bacia Hidrográfica do Arroio Pepino (Figura 2) e nasce no ponto de encontro das avenidas República do Líbano e Salgado Filho, na porção oriental da área urbana, e deságua no Canal São Gonçalo, com cerca de 5 km de extensão. Segundo Sanches et al. (2015) o Canal do Pepino possui profundidade média de 1,5 m e sua largura varia de 1 a 8 m.

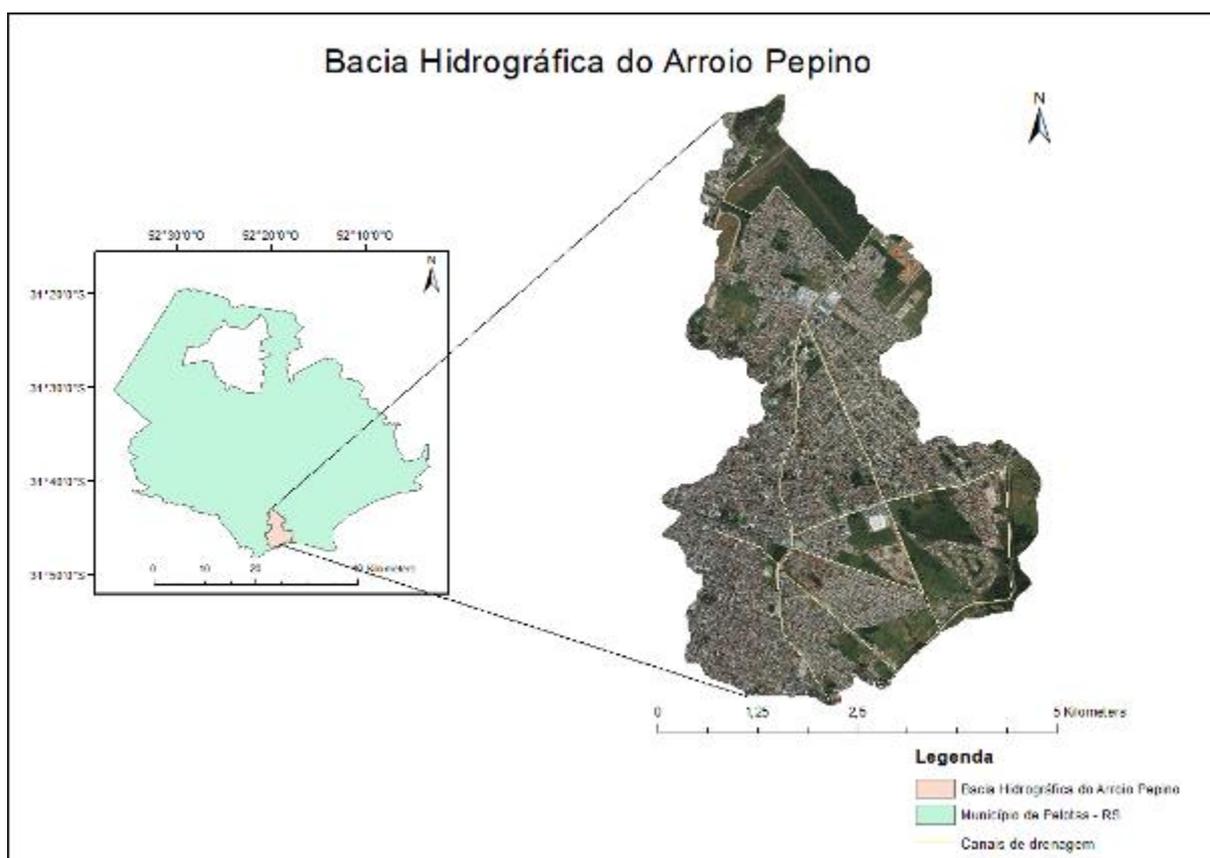


Figura 2: Bacia hidrográfica do Arroio do Pepino, município de Pelotas.
Fonte: Autora.

Conforme exposto no Plano Diretor de Pelotas (2008), o Canal do Pepino caracteriza-se como um importante eixo estruturador urbano, configurando a formação da malha viária e, assim, dividindo o centro histórico e o sítio charqueador de Pelotas (Figura 3). No aspecto ambiental, destaca-se como elemento captador e condutor das águas de drenagem urbana.

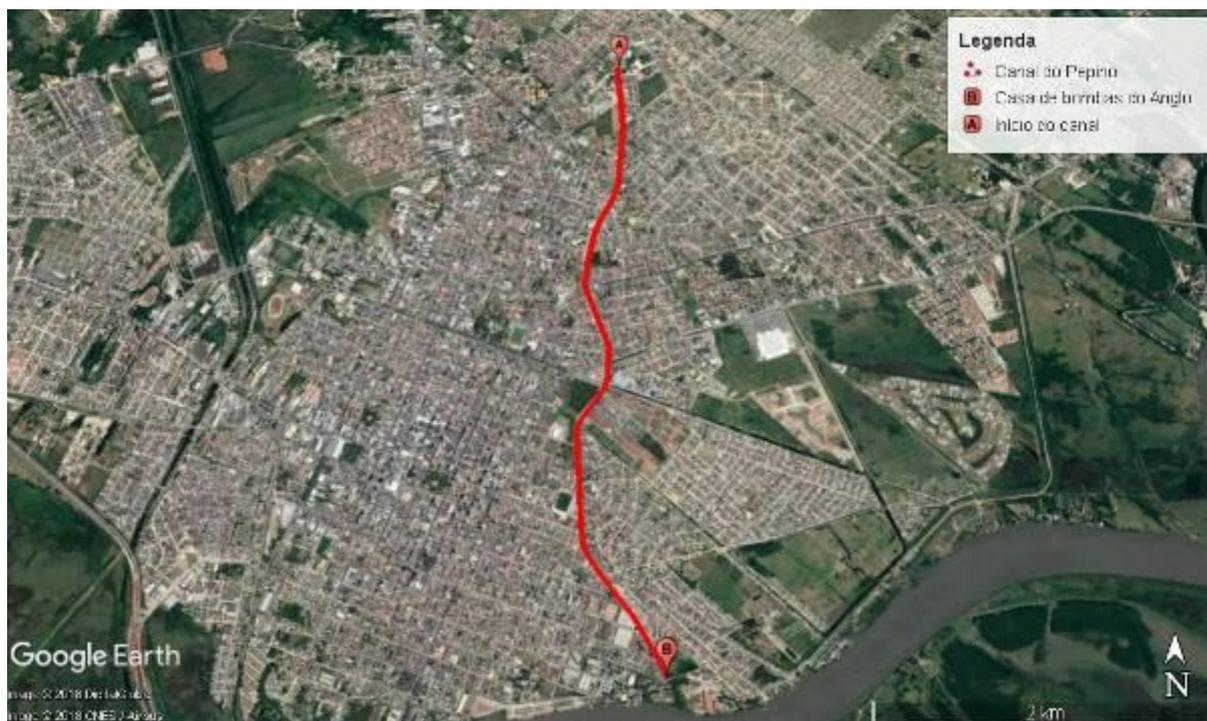


Figura 3: Canal do Pepino dividindo o centro histórico e o sítio charqueador de Pelotas. Pontos A e B, respectivamente, ponto de início e término das observações do trabalho. Imagem obtida em 20/12/2016.

Fonte: Google Earth 2018 – Adaptado pela Autora.

De acordo com Cardoso (2012) as primeiras obras de canalização e de retificação do Arroio Pepino tiveram início em 1915, buscando o controle das constantes inundações e, assim, integrando o canal como um sistema de drenagem pluvial. Além disso, em 1959, foi construído no final do Canal do Pepino um dique de contenção com casa de bombas. O dique tem como objetivo impedir a inundação das áreas baixas próximas ao Canal São Gonçalo, quando este tem seu nível elevado. Já a casa de bombas destina-se a retirar o excesso de água acumulado nessas áreas durante chuvas intensas.

de separá-lo do Canal São Gonçalo e possibilitar que houvesse uma ferramenta de controle para evitar que quando o nível de um destes estivesse superior ao nível do outro houvesse invasão das águas. No entanto, com a intensa urbanização da bacia hidrográfica do Arroio Pepino, que ocorreu sem planejamento e fiscalização, o canal passou a ser receptor de resíduos que o poluem e prejudicam o escoamento pluvial em períodos de chuva.

Os locais de estudo deste trabalho compreenderam o Canal do Pepino, a Casa de Bombas do Anglo e o bairro Porto, que pertencem à bacia hidrográfica do

Pepino. A definição da casa de bombas a ser analisada se deu com base na orientação dos funcionários responsáveis pela manutenção destas que ressaltaram ser a mais problemática quanto ao recebimento de resíduos sólidos.

5.2 Caracterização do Canal do Pepino (Macro drenagem)

Inicialmente foi percorrida toda a extensão do Canal do Pepino a fim de identificar os principais pontos de descarte irregular de resíduos nas margens do canal e coletar informações sobre o estado de conservação do revestimento e das margens, presença de vegetação e/ou resíduos sólidos no interior do canal e suas margens. Os pontos identificados foram registrados fotograficamente para ilustrar a situação do canal e suas margens. Realizadas as visitas *in loco*, na sequência foi elaborado o mapa dos locais com descarte irregular de resíduos e informações sobre o canal e suas margens.

Esta etapa do trabalho foi realizada no dia 23 de outubro de 2018, mas imagens do arquivo pessoal de outros períodos, datadas de 08 e 11 de outubro de 2018, também foram utilizadas no trabalho com o intuito de representar algumas variações temporais no trecho avaliado.

5.3 Caracterização dos Resíduos Sólidos na Macro drenagem

A quantificação e classificação dos resíduos lançados no sistema de macro drenagem, especificamente no Canal do Pepino, foi realizada a partir dos resíduos retidos pelas grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo (Figura 4), responsáveis por controlar a passagem de água e conter os resíduos que frequentemente acompanham o fluxo dos canais de macro drenagem. Os resíduos retidos foram removidos diariamente pelos responsáveis pela manutenção da casa de bombas (Figura 5), colocados em uma geladeira de volume de 323,6 litros, que foi descartada no interior do canal e passou a ser utilizada como recipiente para resíduos, e depositados em um buraco ao lado da casa de bombas (Figura 6), para que, geralmente, nas sextas-feiras esse material seja levado por uma caçamba para o seu destino final (Figura 7).



Figura 4: Grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo.



Figura 5: Responsável pela manutenção da casa de bombas removendo os resíduos retidos nas grades.



Figura 6: Depósito de resíduos ao lado da Casa de Bombas do Anglo.



Figura 7: Caçamba e retroescavadeira que retiram os resíduos acumulados da semana.

No dia 17/09/2018 os resíduos sólidos retidos nas grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo foram quantificados em peso, volume e classificados quanto ao tipo. A partir destes dados, também se calculou o peso específico, que é relação entre o peso e o volume, para cada tipo de resíduo. Para a obtenção do material a ser analisado, acompanhou-se a limpeza do canal e os resíduos recolhidos foram dispostos em uma lona. Para a classificação qualitativa dos resíduos fez-se uso da NBR 10.004 (ABNT, 2004) e a resolução do CONAMA nº 307/2004 e 431/2011, a partir da qual foi possível fazer o enquadramento dos resíduos sólidos encontrados.

Para a obtenção do peso do material retido foi utilizada uma balança portátil com gancho (Figura 8a) e para o volume foi utilizada uma caixa tipo K com o volume de 19,10 litros (Figura 8b), viabilizando a quantificação dos resíduos *in situ*.

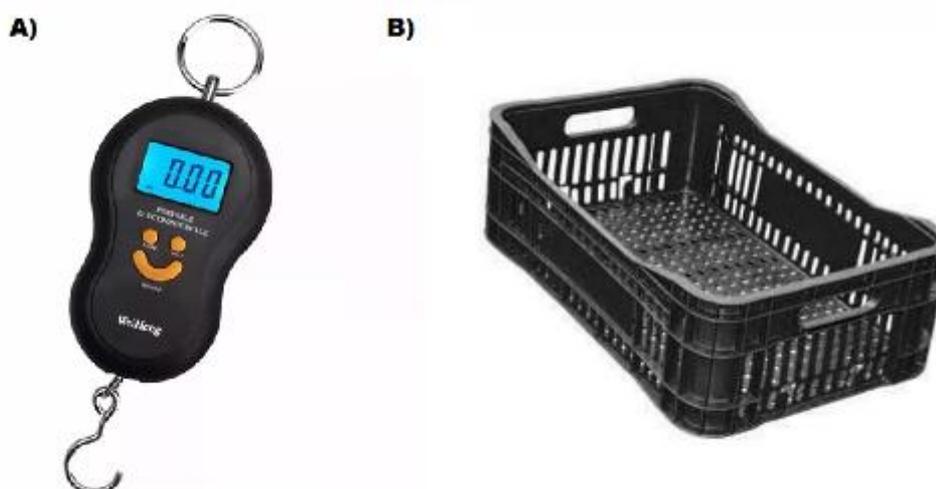


Figura 8: Balança portátil com gancho (A) e caixa tipo K (B) utilizadas para determinação, respectivamente do peso e do volume de resíduos sólidos retidos nas grades de contenção da Casa de Bombas do Anglo.

O intuito do trabalho era fazer esta quantificação semanalmente, porém, o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) modificou a forma de manejo do Canal do Pepino, não sendo mais possível fazer esta quantificação. Antes desta alteração, o Canal do Pepino era mantido com uma lâmina de água, e após esta modificação, ele tende a permanecer seco.

No período de 17/09/2018 a 01/10/2018 foi obtido o volume diário de resíduos retirados das grades da casa de bombas, onde foi elaborada uma tabela e encaminhada ao colaborador do SANEP responsável pela limpeza das grades, o qual realizou anotações referentes ao número de vezes que a caixa (geladeira) com capacidade de 323,6 litros utilizada para acondicionar os resíduos retirados das grades foi carregada no dia. Reforça-se que esta avaliação não foi mantida devido a modificação do manejo do canal, como citado anteriormente.

5.4 Fatores que Influenciam na Microdrenagem

No dia 23 de outubro de 2018 foi percorrido todo o bairro Porto a fim de identificar pontos de descarte irregular de resíduos e verificar a presença de elementos de microdrenagem e suas condições, bem como identificar possíveis causas para os alagamentos ou dificuldades de drenagem que ocorrem na área de estudo (Figura 9). Os limites do bairro Porto foram definidos com base nos limites

físicos existentes, ao Sul pelo Canal São Gonçalo e ao Leste pelas margens do Canal do Pepino incluindo o campus Anglo, tendo como suporte o mapa temático “Sistema de territórios” do III Plano Diretor de Pelotas, disponível em [http://www.pelotas.com.br/storage/gestao-da-cidade/mapas/U02 SISTEMA DE TERRITORIOS IIPD.pdf](http://www.pelotas.com.br/storage/gestao-da-cidade/mapas/U02_SISTEMA_DE_TERRITORIOS_IIPD.pdf).



Figura 9: Delimitação do Bairro Porto. Imagem obtida em 20/12/2016.
Fonte: Google Earth 2018 – Adaptado pela Autora.

5.5 Gerenciamento dos Resíduos na Área de Estudo

Preliminarmente ao início deste estudo, eram visíveis pontos de descarte irregular de resíduos, bem como o acúmulo de resíduos ao longo de alguns pontos do Canal do Pepino.

Neste sentido, através de uma pesquisa exploratória buscou-se informações em documentos e planos municipais, notícias, no site do Sanep (<http://server.pelotas.com.br/sanep/>). Além disso, quando necessário, realizou-se entrevistas com os representantes do Sanep a respeito dos meios disponíveis para realizar o descarte correto dos resíduos encontrados, bem como informações sobre periodicidade de varrição, abrangência da coleta domiciliar, seletiva e

containerizada, como forma a entender o motivo do volume de resíduos descartados inadequadamente, para assim propor alternativas para tal situação.

6. Resultados e Discussão

6.1 Caracterização do Canal do Pepino (Macro drenagem)

Este item tem o intuito de apresentar e discutir uma caracterização do Canal do Pepino, considerada uma estrutura de macro drenagem, tanto das suas margens e entorno quanto do interior do canal, em termos de estado de conservação do revestimento e das margens, presença de vegetação e/ou resíduos sólidos no interior do canal e suas margens.

Percorrendo toda a extensão do canal (Figura 10) observou-se que a área do entorno deste é densamente urbanizada, além de residências e condomínios, há também supermercados, um estádio de futebol, escolas e pontos comerciais.



Figura 10: Trechos percorridos ao longo do Canal do Pepino.

Para o melhor entendimento das características do canal, este foi dividido em 7 trechos distintos, os quais serão discutidos a seguir.

Trecho I - Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira – Início do Canal do Pepino até a Rua Pedro Alvares Cabral

O trecho I do trajeto tem início na Av. Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira, após o cruzamento com a Av. República do Líbano, quando o canal passa a atuar descoberto até desaguar no Canal São Gonçalo.

Inicialmente bastante estreito, o canal de seção transversal retangular variando entre aproximadamente 1 e 2 metros, possui revestimento em concreto e margens em torno de 4 a 5 metros com cobertura de grama (Figura 11). Neste trecho há algumas vegetações arbóreas ao longo das margens. De modo geral é um trecho bem conservado em relação às margens e ao canal. A quantidade de resíduos verificada tanto nas margens quanto no canal é pequena, mesmo com a ausência de lixeiras ao longo das margens, o que indica que não é um hábito da população local descartar seus resíduos próximos ao canal. Há um ponto próximo do início do trajeto onde a margem e o concreto estão cedendo, necessitando de reparo.



Figura 11: Imagens com vistas parciais do início do Canal do Pepino até a Rua Pedro Alvares Cabral.

Trecho II – Av. Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira – Entre as ruas Pedro Álvares Cabral e José Pinto Martins

No trecho II ocorre um sutil alargamento do canal, não ultrapassando 3 metros de largura (Figura 12). Observou-se a necessidade de manutenção das paredes do canal que cederam em alguns pontos, bem como a revegetação com gramíneas nas margens em alguns locais. Verificou-se que a partir deste trecho ocorre intervenção nas margens com a inserção de dispositivos de drenagem, construídos em concreto armado, as chamadas descidas d'água. Esse dispositivo atua fazendo o transporte das águas que se acumulam em talvegues interceptados pela terraplanagem e que vertem sobre os taludes, dessa forma reduzindo a velocidade do escoamento e conseqüentemente evitando o processo de erosão e seus danos. Verificou-se que nesta estrutura ocorre o acúmulo de vegetação, oriunda da vegetação arbórea do entorno, que é carregada para o interior do canal em dias de chuva. Em termos de resíduos sólidos, assim como no trecho anterior, embora existente, a quantidade é pequena.



Figura 12: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Pedro Álvares Cabral e José Pinto Martins.

Trecho III – Av. Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira – Entre as ruas José Pinto Martins e Antônio dos Anjos

A partir deste trecho ocorrem mudanças mais notórias nas características construtivas do canal, o qual passa a ser mais largo e suas paredes são construídas com blocos de pedra em alguns trechos, ou não há revestimento, onde a vegetação das margens em estágio mais avançado de desenvolvimento adentra o canal (Figura 13). Assim como no trecho anterior, foi verificada a presença de um dispositivo de drenagem do tipo descida d'água, no entanto com degraus, tornando-se mais eficiente na redução da velocidade do escoamento. Quanto aos resíduos sólidos, foram verificados descartes inadequados nas margens do canal, como por exemplo sacos plásticos e embalagens de salgadinhos e doces.

Este é um trecho crítico em termos de conservação, havendo necessidade de manutenção da vegetação nas margens que adentra o canal e intervenção no solo das margens que está cedendo. Visualmente é um trecho que chama a atenção negativamente, principalmente quando comparado aos trechos anteriores. Somado a isto, é um trajeto de bastante fluxo de veículos, onde muitas pessoas observam estas condições precárias do canal.



Figura 13: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas José Pinto Martins e Antônio dos Anjos.

Trecho IV – Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira - Entre a rua Antônio dos Anjos e a Avenida Ferreira Viana

No trecho IV o canal é revestido em concreto e apresenta-se em bom estado de conservação, assim como suas margens possuem vegetação rasteira (gramínea) e algumas arbóreas (Figura 14). Havia pouco sedimento e lodo no interior do canal, no entanto a vegetação arbórea das margens contribui com aporte de resíduos orgânicos no interior do canal, havendo necessidade de algumas podas para reduzir este aporte. Notou-se que a partir deste trecho os resíduos passam a ser verificados com maior frequência no interior do canal, especialmente resíduos domiciliares, como por exemplo sacolas plásticas com resíduos, possivelmente dispostas por moradores nas margens do canal, e até mesmo um vaso sanitário. Além disso, em um ponto das margens observou-se a disposição inadequada de resíduos da construção civil.



Figura 14: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre a rua Antônio dos Anjos e a Avenida Ferreira Viana.

Trecho V – Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira - Entre a Avenida Ferreira Viana e a rua Dr. Cassiano

No trecho V, com características construtivas semelhantes ao trecho anterior, o canal apresentava as paredes em boas condições, assim como as margens com

gramíneas e arbóreas (Figura 15). No trecho entre a Avenida Bento Gonçalves e a rua Dr. Cassiano o canal apresentava vegetação em estágio avançado de desenvolvimento em seu interior, o que impossibilitou a verificação da presença de resíduos sólidos neste ponto. Cabe salientar que alguns dias após a realização desta saída de campo, no mês de novembro houve a retirada de parte da vegetação no interior do canal presente no trecho entre a avenida Bento Gonçalves e a rua Dr. Cassiano.

Nas partes em que não havia vegetação, especialmente no trecho entre a Avenida Bento Gonçalves e a rua Dr. Cassiano, observou-se no interior do canal a presença de resíduos sólidos, bem como bancos de sedimentos (material mais arenoso). Além de resíduos domiciliares haviam também resíduos da construção civil, como uma tubulação de concreto, possivelmente das obras de requalificação realizadas na via que tangencia o canal, e no trecho entre as avenidas Ferreira Viana e Bento Gonçalves, a presença de um pneu, dentre outros tipos de resíduos.

Em alguns trechos as margens do canal apresentavam vegetação arbórea e alguns bancos, possivelmente colocados por moradores locais. Especialmente em alguns pontos onde houve a requalificação da via, há necessidade de manutenção da gramínea que protege a margem do canal. Com a requalificação deste trecho (trajeto compreendido entre a avenida Bento Gonçalves e a rua Lobo da Costa), lixeiras foram colocadas ao longo da via, mas ainda assim, observou-se descarte de resíduos em alguns pontos nas margens do canal.

As macrófitas, em especial os aguapés verificados no canal, possuem alta tolerância a poluentes e por isso são infestantes em sistemas fluviais e lacunares urbanos, a taxa de crescimento do aguapé é considerada uma indicação biológica do grau de poluição dos corpos d'água, uma vez que seu desenvolvimento é acelerado quando há abundância de nutrientes oriundos de efluentes urbanos. Embora seja capaz de absorver e acumular poluentes, filtrando a água, quando em excesso o aguapé impede a proliferação de algas responsáveis pela oxigenação da água promovendo a mortandade dos organismos aquáticos. A presença de aguapés promove uma série de prejuízos ao ambiente, como por exemplo entupir rapidamente corpos d'água, canais e saídas de esgoto em função dos seu rápido desenvolvimento (DOS SANTOS, 2007).



Figura 15: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre a Av. Ferreira Viana e a rua Dr. Cassiano.

Trecho VI – Av. Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira - Entre as ruas Dr. Cassiano e Tiradentes

No trecho VI as características construtivas do canal não diferem do trecho anterior, assim como a conservação de suas margens com gramíneas e espécies arbóreas, e a disposição de resíduos sólidos domiciliares e bancos de sedimentos (material mais arenoso) no interior do canal (Figura 16).

Chamou a atenção o acúmulo de sedimentos no interior do canal, em especial em alguns pontos abaixo de tubulações que conduzem a água das vias para o canal, dando a impressão de aporte significativo de sedimentos das vias para o interior do canal.

No trecho da Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira entre as ruas General Neto e Barão de Butuí, onde tem um estádio de futebol, este trecho se torna crítico em termos de disposição de resíduos na via em dias de jogo.

O trecho entre as ruas Lobo da Costa e Tiradentes difere um pouco dos trechos anteriores, pois há uma grande quantidade de vegetação nas paredes do canal e também no seu interior, bem como macrófitas e lodo. Este acúmulo pode estar associado a uma elevação da cota do fundo do canal, uma espécie de degrau na sua base e, por estar com o nível do canal bastante baixo não há fluxo deste ponto para a casa de bombas, ocorrendo assim o acúmulo de lodo e vegetação. Neste ponto foi verificado funcionários do SANEP fazendo a retirada de resíduos. Neste trecho havia resíduos sólidos no interior do canal e nas suas margens, e mesmo havendo uma lixeira para resíduos secos e orgânicos, os resíduos estavam dispostos no seu entorno. Foram observados resíduos como baldes, tapetes, madeiras e plásticos.

No final deste trecho, exatamente onde ocorre a elevação na base do canal, coincidindo com a rótula de encontro das ruas Tiradentes, Garibaldi, Vereador Boaventura Barcelos e Avenida Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira, o Canal do Pepino fica abaixo do pavimento nesta rótula, voltando a ficar aberto após esta rótula.

A disposição inadequada de resíduos sólidos às margens de ruas ou cursos d'água podem provocar contaminação de corpos d'água, assoreamento, enchentes, proliferação de vetores transmissores de doenças, tais como ratos, baratas, moscas, entre outros. Somado a isso, há ainda fatores como a poluição visual, mau cheiro e desvalorização de imóveis próximos.



Figura 16: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Dr. Cassiano e Tiradentes.

Trecho VII – Av. Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira - Entre as ruas Tiradentes e Gomes Carneiro

Nas margens do canal, no trecho compreendido entre as ruas Tiradentes e Dom Pedro II, há ocupações irregulares de famílias em situação de vulnerabilidade social, que fazem ligações clandestinas de esgoto lançando seus efluentes diretamente no canal. Além disso, essas famílias encontram nos resíduos uma fonte de renda, descartando no interior do canal aqueles resíduos que não possuem seu interesse (Figura 17). Com isso, observou-se no interior do canal não apenas o descarte de resíduos sólidos residenciais, mas também a presença de objetos como móveis e utensílios domésticos, se tornando um hábito este tipo de disposição de resíduos no canal.

Além disso, há formação de bancos de sedimentos e lodo acumulado que podem ser visualizados em função da secagem do canal, e notou-se a necessidade de revegetação das margens que estão desprotegidas e podem sofrer processo de erosão, favorecendo o assoreamento do canal.

Através de observações *in loco* e relatos dos responsáveis técnicos da Casa de Bombas do Anglo, verificou-se que é comum a presença de roedores e baratas neste trecho do canal. Sendo assim, esta é uma área que pode apresentar sérios problemas sanitários como a geração de odores desagradáveis e a proliferação de vetores causadores de doenças, principalmente para estas famílias de baixa renda que lidam com os resíduos.

Salienta-se que a coleta domiciliar abrange estes locais, no entanto não se mostra eficiente no sentido de evitar os descartes de resíduos nas margens e no interior do canal, que são de grande proporção neste trecho. É importante que o município, em parceria com o SANEP e demais órgãos, promova a conscientização dessas pessoas em relação aos riscos resultantes do descarte inadequado dos resíduos, através de ações de educação.



Figura 17: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Tiradentes e Gomes Carneiro.

Próximo a desembocadura da Casa de Bombas do Anglo, a seção transversal do canal passa a ter cerca de 16m. É neste trecho que todos os resíduos dispostos ao longo do canal, quando seu nível se eleva transpondo a elevação no final do trecho da Avenida Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira, chegam nas grades da casa de bombas e são removidos pelos funcionários do SANEP. Na Figura 18 **Figura 18** observa-se o acúmulo de lodo no interior do canal no período em que este estava sendo seco, esse material deverá ser retirado e disposto de acordo com liberação da FEPAM.

A Portaria FEPAM Nº 67/2017 que dispõe sobre a coleta, o transporte e a destinação de resíduos oriundos do esgotamento sanitário, estes deverão ser encaminhados para tratamento em unidades de tratamento de efluentes orgânicos que possuam Licença de Operação em vigor junto ao Órgão Ambiental competente, e a coleta e o transporte deverão ser realizados somente por veículos licenciados pela FEPAM para a atividade de Coleta e Transporte de Resíduos de Esgotamento Sanitário.

O lodo de esgoto tem sido utilizado em áreas agrícolas com benefícios ao solo (ALVES; SUZUKI; SUZUKI, 2007; BITTENCOURT; AISSE; SERRAT, 2017). A resolução CONAMA Nº 375, de 29 de agosto de 2006, que define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, diz que os lodos gerados em sistemas de tratamento de esgoto, para terem aplicação agrícola, deverão ser submetidos a processo de redução de patógenos e da atratividade de vetores.

Dentre os resíduos observados ao longo de todo o canal, identificou-se o descarte inadequado de resíduos do tipo comercial, como embalagens de salgadinhos, bolachas, doces, copos e sacolas plásticas, enfim, resíduos de pequeno volume e que poderiam facilmente ser carregados até a lixeira mais próxima para realizar o descarte de modo correto, mas também resíduos domiciliares, demonstrando a necessidade da comunidade no entorno do canal se conscientizar. Esses pequenos resíduos que são descartados inadequadamente acabam representando um grande volume de resíduos quando chegam até as grades da Casa de Bombas do Anglo.



Figura 18: Imagens de vistas parciais do Canal do Pepino, entre as ruas Tiradentes e Gomes Carneiro.

Os resíduos dispostos nas margens do canal podem ser carregados para o leito caso não sejam removidos antes da ocorrência de precipitação, e a presença de resíduos ao longo do canal prejudica o escoamento da água e reduz a capacidade do canal, com isso o tempo de escoamento torna-se maior e aumenta-se a possibilidade de alagamentos.

6.2 Caracterização dos Resíduos Sólidos na Macrodrenagem

A quantificação e classificação dos resíduos sólidos retidos na rede de macrodrenagem foram realizadas no dia 17/09/2018. O objetivo de realizar esta etapa semanalmente foi impossibilitado em função da ocorrência de chuvas intensas pois não é realizada a retirada dos resíduos nestes dias e, posteriormente, em função das mudanças no manejo do canal pelo SANEP, permanecendo praticamente seco ou com uma pequena lâmina de água, que não possibilita o carregamento significativo de resíduos até a casa de bombas.

A partir do dia 2 de outubro na Casa de Bombas do Anglo foi ativada uma bomba para conduzir as águas do canal do Pepino para o canal São Gonçalo com o objetivo de secar o canal para realizar a limpeza do leito, removendo os resíduos e a vegetação para facilitar o escoamento da água da chuva, com isso a limpeza das

grades que era realizada diariamente foi dispensada. Esta é uma iniciativa do SANEP, que através de informação pessoal de seu funcionário explicou a relação entre o nível do canal e os resíduos sólidos: o alto nível de água no canal favorece a disposição, pela população, de resíduos nas margens e dentro do canal, com a limpeza e mantendo o canal em seu nível mínimo, a expectativa é que estas atitudes sejam de certa forma inibidas.

A problemática do descarte de resíduos no Canal do Pepino não é um assunto recente, no ano de 1969 quando foram realizadas as primeiras limpezas do canal, por iniciativa da Prefeitura Municipal de Pelotas, já era evidenciada a presença de resíduos sólidos no interior do canal. A última limpeza deste porte realizada no Canal do Pepino foi no ano de 2010, quando foram retiradas mil toneladas de entulhos (areia e lodo) e objetos como eletroeletrônicos, sofás, bicicletas, etc (CARDOSO, 2012).

Os resultados obtidos a partir da coleta de resíduos sólidos retidos nas grades da Casa de Bombas do Anglo estão apresentados na tabela 1, a qual foi elaborada de acordo com a presença destes resíduos na coleta. Os resíduos observados são da classe II-B, sendo os resíduos orgânicos os quais apresentaram carga mais expressiva, tanto em peso quanto em volume. Além de vegetação como algas e aguapés, foi verificada uma grande quantidade de peixes descartados no canal em sacos plásticos, demonstrando o descaso da população com a destinação correta dos resíduos.

Tabela 1: Quantificação e classificação de resíduos sólidos veiculados pela rede de macrodrenagem (Canal do Pepino) e captados nas grades da Casa de Bombas do Anglo no dia 17/09/2018.

| Data | Resíduos da Classe B | Peso (Kg) | Volume (L) | Peso específico (kg m⁻³) |
|-------------|-----------------------------|------------------|-------------------|--|
| 17/09/2018 | Orgânico | 26,23 | 76,396 | 343,34 |
| | Plásticos | 6,64 | 38,198 | 173,83 |
| | PET | 0,33 | 19,099 | 17,28 |
| | Madeiras | 13,225 | 12 | 1102,08 |
| | Metais | 0,725 | 9,55 | 75,92 |
| | Trapos | 2,775 | 9,55 | 290,58 |
| | Vidros | 1,03 | 1,555 | 662,38 |
| | Total | 50,955 | 166,348 | |

Em seguida foi verificada uma grande quantidade de resíduos plásticos, como sacolas, embalagens de salgadinhos, copos, potes, enfim, resíduos sólidos

resultantes dos produtos consumidos e que são descartados nas ruas e nas margens do canal. As garrafas PET, separadas à parte dos resíduos plásticos, embora tenham apresentado o menor peso dentre os resíduos observados, apresentaram um volume considerável.

O PET, objeto comum no nosso cotidiano, é um dos objetos de maior interesse entre os catadores e cooperativas de reciclagem, pois proporciona o segundo melhor rendimento no comércio de sucata, perdendo apenas para as latinhas de alumínio. Ainda assim esse material é descartado inadequadamente e é considerado o grande “vilão” dos resíduos sólidos, isto porque obstrui galerias, rios e córregos, prejudicando o sistema de drenagem e agravando as enchentes (GONÇALVES; TEODOSIO, 2006).

As madeiras verificadas na análise dos resíduos, possivelmente provenientes de móveis são um problema principalmente em ocasiões de grandes volumes de chuva quando estes resíduos mais pesados conseguem ser levados pela correnteza mais facilmente e colidem com as grades de proteção da casa de bombas, gerando gastos com manutenção e também alagamentos.

Os metais encontrados na análise eram embalagens de alimentos, desodorantes aerossóis e latinhas de refrigerante.

Foram verificadas também sacolas plásticas com roupas e calçados, que poderiam ter sido destinadas a alguém que pudesse utilizá-los.

Por fim, os vidros verificados, principalmente garrafas de bebidas alcoólicas, apresentaram pouco peso e volume. No entanto, são resíduos que oferecem riscos às pessoas quando descartados inadequadamente por apresentarem, muitas das vezes, como perfurocortantes.

As classes de resíduos encontradas coincidem com algumas encontradas por Daltoé (2015) em oito amostragens realizadas no período entre 13/09 a 18/11/2014, embora este autor tenha encontrado algumas classes a mais em seu trabalho neste mesmo local.

Considerando a geração *per capita* total de resíduos em Pelotas igual a $1,0 \text{ kg hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ (PMGIRS, 2014), o total de resíduos retirados das grades no dia 17/09/2018 corresponde aos resíduos gerados por aproximadamente 51 pessoas, enquanto a geração *per capita* de resíduos domiciliares em Pelotas representa $0,481 \text{ kg hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ (PMGIRS, 2014).

A Figura 19 apresenta a porcentagem da composição volumétrica de cada classe de resíduo em relação ao volume total de resíduos, referente ao dia 17/09/2018. O resíduo orgânico foi o mais abundante com 46% de volume total, dentre os resíduos inorgânicos, os resíduos plásticos (embalagens, sacolas plásticas, etc) foram os mais frequentes, correspondendo a 23% do total dos resíduos. Em seguida, as garrafas PET apresentaram 11% do volume total, sendo assim os materiais plásticos recicláveis representam cerca de 35%. As madeiras embora tenham apresentado um peso consideravelmente alto corresponderam a apenas 7% do volume total, seguido dos metais e trapos com 6% e dos vidros com apenas 1% do total.

Os resíduos orgânicos, como restos de frutas, verduras, legumes e outros alimentos, são os mais abundantes dos resíduos domiciliares. No Brasil o percentual desse resíduo varia de 52 a 60% e pode estar associado a condição sócio econômica da população, pois quanto maior o seu poder aquisitivo maior a produção e o consumo de embalagens e menor o percentual de matéria orgânica entre os resíduos (SEMA, 2005).

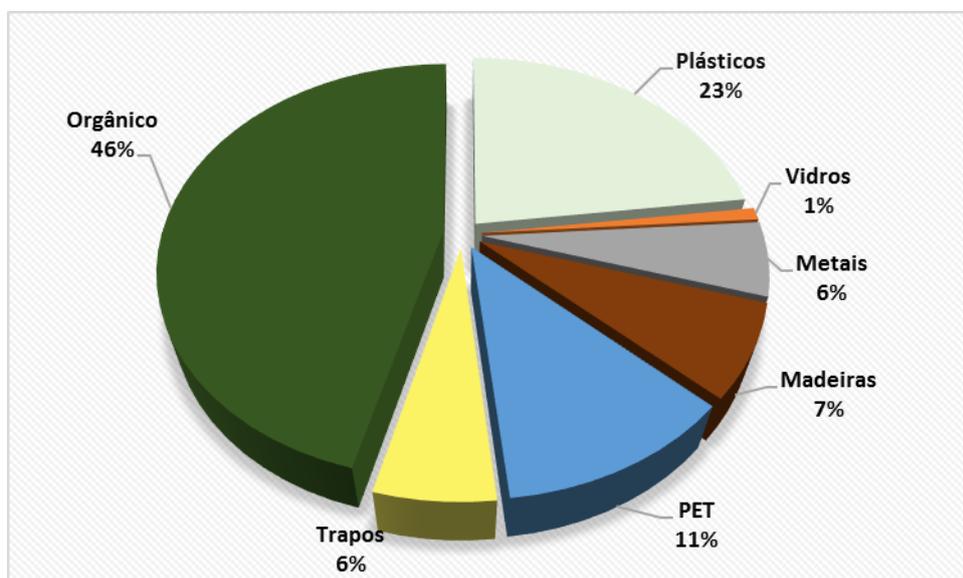


Figura 19: Composição volumétrica dos resíduos sólidos retirados das grades da Casa de Bombas do Anglo no dia 17/09/2018.

Em períodos de chuva, as bombas com capacidade de 6.000 litros por segundo, são ativadas e através da estação elevatória as águas são escoadas para o Canal São Gonçalo. Os resíduos dispostos ao longo do canal, conforme já foi apresentado, chegam até a casa de bombas com maior facilidade, devido ao

aumento do fluxo, e se acumulam nas grades de proteção retardando o processo de escoamento da água da chuva.

Com as tabelas de anotações referentes ao número de vezes por dia que a caixa (geladeira) foi carregada com resíduos e, conhecendo as medidas da caixa, foi possível determinar o volume em litros retirados por dia das grades da Casa de Bombas do Anglo conforme apresentados na tabela 2. Em 15 dias foi retirado um volume total de 6.471,90 litros de resíduos, o equivalente a pouco mais de dois contêineres de 3m³, comumente utilizados nas ruas da cidade para o acondicionamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (PMGIRS, 2014).

Tabela 2: Volume de resíduos retirados das grades da Casa de Bombas do Anglo.

| Data | Volume (L) |
|-------------|-------------------|
| 17/09/2018 | 323,60 |
| 18/09/2018 | 323,60 |
| 19/09/2018 | 647,19 |
| 20/09/2018 | 323,60 |
| 21/09/2018 | 970,79 |
| 22/09/2018 | 323,60 |
| 23/09/2018 | 647,19 |
| 24/09/2018 | 647,19 |
| 25/09/2018 | 647,19 |
| 26/09/2018 | 323,60 |
| 27/09/2018 | 647,19 |
| 28/09/2018 | 323,60 |
| 29/09/2018 | - |
| 30/09/2018 | - |
| 01/10/2018 | 323,60 |

Nos dias 29/09/2018 e 30/09/2018 os resíduos não foram retirados das grades devido a ocorrência de fortes chuvas que atingiram a cidade e ocasionaram a falta de energia elétrica na Casa de Bombas do Anglo e a elevação do nível do canal, impossibilitando o trabalho (Figura 20 **Figura 20**).



Figura 20: Situação do Canal do Pepino no dia 01/10/2018 às 11:44 horas, na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira, entre as ruas General Neto e Barão de Butuí.

Souza et al. (2013) em um estudo realizado para avaliar a qualidade da água do Canal São Gonçalo identificou que o Canal do Pepino é um dos tributários mais impactantes e poluidores a este Canal cujas águas são utilizadas para diversos fins, dentre eles o abastecimento urbano da cidade de Rio Grande/RS. Esta constatação feita pelos autores evidencia os efeitos negativos decorrentes da prática de descarte irregular de resíduos no Canal do Pepino.

6.3 Fatores que Influenciam na Microdrenagem

Neste item serão apresentados alguns fatores, identificados na pesquisa de campo e com base na literatura, que influenciam na microdrenagem urbana do bairro Porto.

6.3.1 Pontos de alagamentos

A rua Gomes Carneiro é um importante eixo viário do bairro Porto, pois é a principal via de acesso ao Campus Porto da Universidade Federal de Pelotas - UFPel. Durante os eventos de chuva intensa há ocorrência de alagamentos e os veículos passam com dificuldades ou o trânsito é desviado para a rua Uruguai ou vias paralelas que não apresentam alagamentos.

No estudo realizado por Sell et al. (2015), foram identificados pontos de alagamentos no bairro Porto (Figura 21), sendo dois deles na rua Gomes Carneiro esquina com a rua Dr. Antero Vitório Leivas e Visconde de Jaguarí. E outros dois pontos na rua Três de Maio, na esquina das ruas Garibaldi e Xavier Ferreira. O estudo de Sell et al. (2015) teve como base para identificar estes pontos de

alagamentos a topografia e a hidrografia da cidade de Pelotas, obtidos junto à Prefeitura Municipal de Pelotas, e a indicação dos principais pontos de alagamentos na cidade, associando ainda o grau de urbanização. Os autores verificaram que estes pontos de alagamentos estão associados à declividade que é praticamente nula e constante, além das cotas destes locais serem muito baixas o escoamento para o Canal do Pepino é lento.

Além disto, o solo predominante no município de Pelotas é o Planossolo, que ocorre em áreas de relevo plano ou suave ondulado e é imperfeitamente ou mal drenado. Este solo apresenta acentuada diferença de textura do horizonte A para o B, imediatamente subjacente, geralmente de acentuada concentração de argila e permeabilidade lenta ou muito lenta (EMBRAPA, 2006), o que dificulta a infiltração da precipitação.



Figura 21: Pontos de alagamentos identificados por Sell et al. (2015) no bairro Porto. Imagem obtida em 20/12/2016.

Fonte: Google Earth 2018. Organização da Autora.

Foram realizadas visitas a estes pontos para verificar as condições da rede de microdrenagem, onde foi possível identificar que haviam bocas de lobo instaladas em ambos os lados da rua de cada ponto de alagamento (Figura 22). Verificou-se que não havia resíduos sólidos consideráveis nas bocas de lobo e sim vegetação próxima a sua entrada e resíduos da construção civil na calçada acima da boca de

lobo. Em geral, as bocas de lobo destes pontos apresentaram-se em boas condições estruturais, no entanto, o acúmulo de vegetação pode diminuir suas vazões. Salienta-se que em períodos de precipitação intensa, o canal atinge maiores níveis, e o funcionamento das bombas auxiliam no escoamento das águas para o Canal São Gonçalo, possibilitando o escoamento das águas captadas pela rede de microdrenagem. Segundo informações pessoais do SANEP, este é também um dos fatores que motivaram a se manter o Canal do Pepino operando com o seu nível mínimo.



Figura 22: Bocas de lobo localizadas em alguns pontos de alagamentos no bairro Porto.

Os alagamentos no cruzamento das ruas Gomes Carneiro e Dr. Antero Vitoriano Leivas, e no cruzamento das ruas Gomes Carneiro e Visconde de Jaguarí, mesmos pontos identificados no trabalho de Sell et al. (2015), são confirmados pelas imagens da Figura 23 em alagamentos ocorridos nos dias 17/07/2018 e 28/08/2018, e na Figura 24 pela água acumulada nas guias, o que demonstra uma dificuldade de escoamento de toda a água das guias. No dia 17/07/2018 verificou-se que a rua Uruguai não apresentou problemas de alagamento, sendo uma rota alternativa. Associado a questão de cota um pouco mais elevada e a declividade, uma outra hipótese para tal fato é que por ser revestida com paralelepípedo, parte da

precipitação infiltra entre os blocos de paralelepípedo, diminuindo assim o escoamento superficial e a possibilidade de alagamentos (Figura 25).



Figura 23: Ponto de alagamento no cruzamento das ruas Gomes Carneiro e Dr. Antero Vitoriano Leivas nos dias (A) 17/07/2018 e (B) 28/08/2018.



Figura 24: Ponto de alagamento no cruzamento das ruas Gomes Carneiro e Visconde de Jaguarí nos dias (A) 19/02/2015 e (B) 24/09/2018.



Figura 25: Rua Uruguai sem problemas de alagamento no dia 17/07/2018.

6.3.2 Acúmulo de resíduos na microdrenagem

Na pesquisa de campo realizada no Bairro Porto verificou-se que existem poucas bocas de lobo nas guias, principalmente nas ruas Benjamin Constant, Almirante Tamandaré e Conde de Porto Alegre, e quando existem estão em condições desfavoráveis ao seu funcionamento.

Em alguns pontos em que não havia dispositivos de microdrenagem ou estes sistemas estavam em condições inadequadas foi possível verificar que a água não tem para onde escoar ou escoar lentamente, e acaba se acumulando ao longo da sarjeta (Figura 26). Na Figura 27 é possível constatar que uma das bocas de lobo encontradas na rua Benjamin Constant necessita de reparos e de limpeza para a retirada dos resíduos orgânicos e da construção civil dispostos ao redor que em períodos de chuva podem ser carregados para o interior da boca de lobo.



Figura 26: Acúmulo de água na sarjeta na rua Benjamin Constant entre as ruas Visconde de Jaguarí e Dr. Antero Vitoriano Leivas.



Figura 27: Boca de lobo localizada na rua Benjamin Constant esquina com a rua Álvaro Chaves.

Em outra boca de lobo localizada na rua Benjamin Constant (Figura 28) foram identificados resíduos sólidos como bandeja isopor, encartes de lojas e sacolas plásticas, possivelmente descartados pela população. Embora estes resíduos não estejam obstruindo a entrada da boca coletora em sua totalidade, reduzem a capacidade de drenagem da água da chuva e podem ocasionar alagamentos, além de propiciar condições ideais para a proliferação de vetores de doenças.



Figura 28: Boca de lobo localizada na rua Benjamin Constant esquina com a rua Álvaro Chaves.

Nas bocas de lobo encontradas na rua Conde de Porto Alegre também foram verificados problemas nos microdrenos. Na Figura 29 é possível observar a boca coletora obstruída por resíduos sólidos como embalagens e copos plásticos, material orgânico (plantas, galhos e lodo) e inorgânico (areia). Em função disto, em dias de chuva é possível que o escoamento não ocorra ou ocorra com uma baixa vazão. Na Figura 30, observa-se a presença de embalagens e sacolas plásticas e sedimentos no interior da boca de lobo. Na Figura 31, apresenta-se a boca de lobo em que foi constatada a presença de lodo em grande quantidade obstruindo a entrada.



Figura 29: Boca de lobo obstruída na rua Conde de Porto Alegre esquina rua Santa Cruz.



Figura 30: Boca de lobo na rua Conde de Porto Alegre esquina com a rua Garibaldi.



Figura 31: Boca de lobo na rua Conde de Porto Alegre esquina com a rua Garibaldi.

Na Figura 32, obtida no dia 18/07/2018, observa-se uma das bocas de lobo de sarjeta na área de estudo com grande quantidade de papel, sacos plásticos e algumas gramíneas obstruindo a boca coletora. Na ocasião de uma chuva antes da varrição estes resíduos impedem a boca de lobo de exercer adequadamente sua função, podendo causar alagamentos no local ou dificuldade de drenagem, causando inconvenientes aos moradores.



Figura 32: Bocas de lobo de sarjeta com a presença de resíduos.

Na Figura 33A se observa uma das poucas bocas de lobo da área de estudo que possui grade na sua entrada, impedindo a passagem de resíduos de maior

tamanho. Já na Figura 33B observa-se uma boca de lobo bastante distinta, com dimensões bem maiores e não possui grades, em ambas as imagens se observa grande quantidade de material orgânico e alguns resíduos sólidos possivelmente descartados de maneira inadequada pela população e que foram carreados para a boca de lobo antes da varrição no local.



Figura 33: (A) Boca de lobo com grade. (B) Boca de lobo de maior dimensão sem grade.

A Figura 34 obtida no dia 23/10/2018 permite visualizar a situação das bocas de lobo obstruídas com grande quantidade de resíduos sólidos, na Figura 34A observa-se sacolas plásticas e espécies vegetais na entrada da boca coletora e na figura B em outra boca de lobo, verifica-se resíduos sólidos do mesmo tipo no seu interior.



Figura 34: (A) Entrada da boca de lobo com resíduos. (B) Interior da boca de lobo com resíduos.

A Figura 35A foi obtida no dia 11/10/2018 e permite visualizar a boca de lobo de guia dupla em bom estado de conservação porém necessitando de limpeza na sarjeta para remoção de sedimentos e material mais grosseiro. Já na Figura 35B, observa-se a boca de lobo necessita de manutenção uma vez que apresenta-se obstruída pela tampa do bueiro, além disso, percebe-se que há gramíneas ao longo da sarjeta. Estas imagens foram obtidas nas margens do Canal do Pepino, nas

proximidades da avenida Bento Gonçalves. Embora estejam fora da abrangência do Bairro Porto, elas foram inseridas para mostrar as características das bocas de lobo presentes em praticamente todo o trecho do Canal do Pepino que foi requalificado e, de certa forma, contribui também para o aporte de resíduos e sedimentos para o canal.

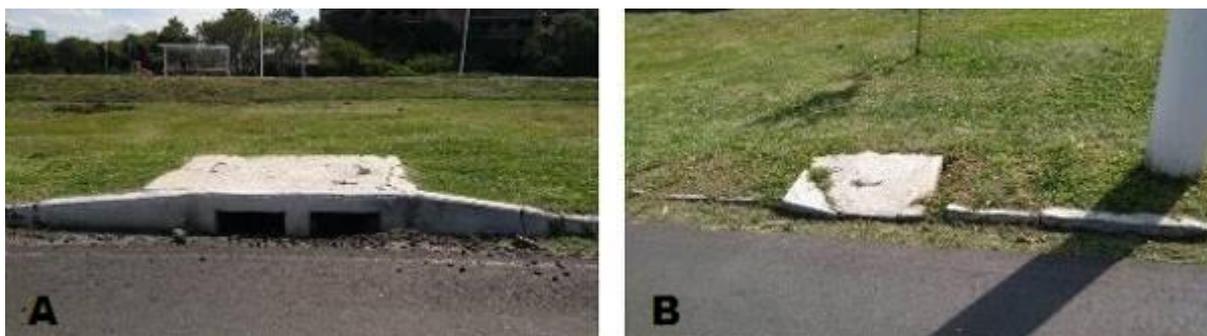


Figura 35: (A) Boca de lobo de guia dupla (B) boca de lobo obstruída pela tampa do bueiro.

A partir deste levantamento de alguns pontos da microdrenagem no Bairro Porto foi possível constatar os diferentes tipos de microdrenos e o acúmulo significativo de resíduos nas bocas de lobo, que podem diminuir a vazão destas estruturas e como consequência acumular água nas guias em dias de chuva intensa, causando inconvenientes aos moradores.

6.3.3 Rampas de garagem

Considerando que dependendo dos modelos de rampas de garagem elas podem reter os resíduos e assim dificultar o fluxo de água nas guias em dias de chuva. Portanto, buscou-se fazer um levantamento no Bairro Porto acerca das condições das rampas construídas irregularmente.

Durante a pesquisa de campo realizada no dia 23/10/2018 identificou-se diferentes modelos de rampas (Figura 36). Observaram-se algumas rampas que não estão em conformidade com a Lei Nº 5528, de 30 de dezembro de 2008, que institui o código de obras para edificações do município de Pelotas, e dá outras providências. De modo geral, as rampas apresentam problemas por não respeitarem a distância necessária para dar continuidade ao escoamento, há impedimento ou dificuldade de varrição da sarjeta, o que proporciona o acúmulo de resíduos que obstruem ou dificultam a passagem de água (Figura 36). Notou-se que os resíduos

acumulados nas rampas foram principalmente plásticos, como sacolas e embalagens, e vegetação seca.

A Lei Nº 5528 dispõe em seu Art.98 que as rampas externas ao passeio público devem respeitar a distância livre de 0,10m para dar continuidade da calha de escoamento pluvial, somente em vias com pavimentação asfáltica, pavimentação de concreto ou de blocos intertravados, e as rampas metálicas são permitidas, desde que removíveis ou escamoteáveis. No Art. 249 desta lei são apresentadas as infrações relativas aos logradouros públicos, dentre elas verifica-se a construção de rampas de acesso para veículos com material que obstrua de qualquer modo, o escoamento de águas pluviais e a limpeza do logradouro público.



Figura 36: Rampas inadequadas observadas no bairro Porto.

6.3.4 Descarte irregular de resíduos

Neste item são apresentados os pontos de descarte irregular permanentes de resíduos sólidos no bairro Porto, sendo identificados no total 6 pontos (Figura 37). Foram considerados pontos permanentes aqueles em que há descarte periódico e contínuo, mesmo após seu recolhimento pelo órgão encarregado pela limpeza pública. Também são indicadas situações de disposição de forma inadequada dos resíduos, especialmente da construção civil. O PMGIRS (2014) identificou cinco “focos de lixo” significativos na área urbana de Pelotas, dentre os quais não estão contemplados neste estudo.

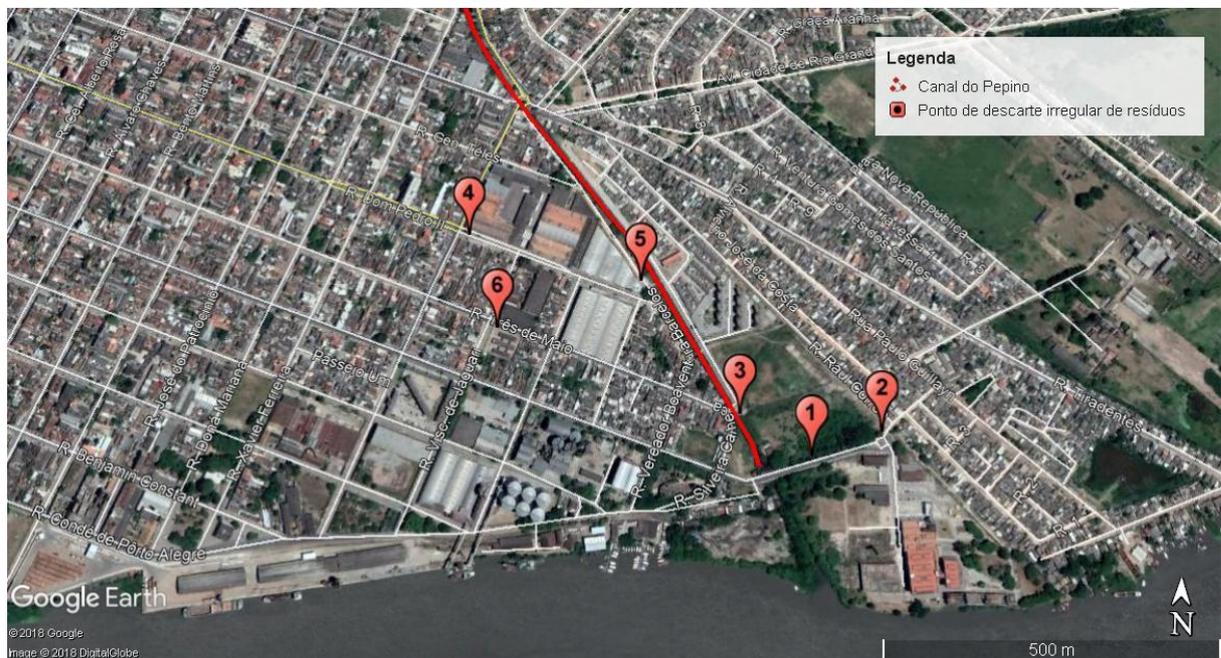


Figura 37: Localização dos pontos permanentes de descarte irregular de resíduos.

O ponto 1, localizado na rua Gomes Carneiro, entre a Casa de Bombas do Anglo e a rua Raul Corrêa, é uma área de propriedade da Universidade Federal de Pelotas. Este terreno recebe constantemente o descarte irregular de uma diversidade de resíduos, sacolas plásticas com resíduos, trapos, entulhos, resíduos eletrônicos, resíduos da construção civil, móveis, entre outros (Figura 38).



Figura 38: Ponto 1 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos.

Em frente ao Campus Porto da Universidade Federal de Pelotas - UFPel, foi identificado outro ponto permanente de descarte irregular de resíduos (Ponto 02). Na Figura 39A, no dia 20/04/2018, observa-se o grande volume de resíduos domiciliares, eletrônicos e da construção civil, e na Figura 39B, no dia 24/09/2018, uma pessoa observa se há algum resíduo de seu interesse. Na Figura 39C, obtida no dia 15/10, representa o local após a retirada dos resíduos e a Figura 39D, mostra o local novamente com grande quantidade de resíduos apenas 11 dias depois. Além dos prejuízos ao meio ambiente, esses resíduos causam odores e um aspecto visual desagradável para aqueles que frequentam o Campus Porto da UFPel e moradores do bairro adjacente, refletindo em uma imagem negativa.

Cabe relatar que a partir do momento que este ponto 2 passou a receber resíduos, houve uma diminuição dos resíduos dispostos no ponto 1, embora não foi eliminada a disposição neste ponto. Além disso, a empresa terceirizada de coleta de resíduos do município tem recolhido periodicamente (geralmente uma vez por semana) os resíduos no ponto 2, fato que não ocorre no ponto 1.



Figura 39: Ponto 2 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos nos dias (A) 20/04/2018, (B) 24/09/2018, (C) 15/10/2018 e (D) 26/10/2018.

Embora o ponto 2 não seja um local regularizado para recebimento ou descarte de resíduos, verifica-se que mesmo após a limpeza, estes locais costumam receber descarte irregular de resíduos novamente. Em geral, os próprios moradores do entorno que realizam o descarte destes resíduos, compostos pelos mais diversos tipos, entre eles podemos citar os resíduos domiciliares, resíduos da construção civil, entulhos, resíduos de poda e jardinagem, trapos, entre outros. Embora seja realizado o recolhimento dos resíduos deste ponto, não são tomadas medidas para evitar novos descartes no local. Pelo contrário, a partir do momento em que a empresa responsável pela coleta de resíduos no município retira regularmente os resíduos deste local, isto favorece o hábito do descarte neste ponto. Não há contêineres ou lixeiras nesta área, a inserção destes além de facilitar o trabalho dos responsáveis pelo recolhimento dos resíduos, evitaria a disposição dos resíduos diretamente no solo e reduziria o impacto visual.

No encontro da rua Três de Maio com a rua Silveira Calheca, próximo à casa de bombas do Anglo localiza-se o ponto 3 (Figura 40). Ambos registros fotográficos são do mesmo local e é possível visualizar que os resíduos são outros em dias diferentes, ou seja, mesmo realizando a limpeza do local, as pessoas voltam a se depositar seus resíduos neste ponto. Observa-se que o ponto de descarte se localiza às margens do Canal do Pepino, as quais encontram-se descaracterizadas

em função de deposição de resíduos que são carregados para o interior do canal principalmente em períodos de chuva (Figura 40D).



Figura 40: Ponto 3 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos nos dias (A) 04/05/2018, (B) 06/09/2018, (C) 11/10/2018 e (D) 23/11/2018.

Na Figura 41A, também do ponto 3, podemos observar máquinas da empresa Sersul, no dia 22/10/2018, fazendo a retirada dos resíduos acumulados no local. E na Figura 41B obtida no dia seguinte, 23/10/2018, verifica-se que há novamente resíduos dispostos no local e duas pessoas com uma charrete, possivelmente catadores, verificando se há algum resíduo de interesse no local.

Os mesmos comentários feitos para o ponto 2 sobre o hábito do descarte e a coleta pela empresa servem para este ponto. Estes pontos permanentes de disposição irregular de resíduos acabam sendo utilizados também para que pessoas retirem destes locais materiais de seu interesse.



Figura 41: Ponto 3 de descarte irregular de resíduos sólidos.

No cruzamento das ruas Dom Pedro II e Garibaldi está o quarto ponto de descarte irregular (Figura 42). Neste local, o canteiro que separa as vias, revestido em concreto e coberto com gramíneas, recebe descarte irregular de madeiras, aparentemente oriundas móveis quebrados, e alguns resíduos plásticos como potes e sacolas. Comparado aos pontos 2 e 3, o volume de resíduos neste ponto é significativamente menor.



Figura 42: Ponto 4 de descarte irregular de resíduos sólidos.

Outro local de descarte irregular permanente de resíduos localiza-se entre as ruas Dom Pedro II e General Telles, próximo ao Canal do Pepino (Figura 43). Os resíduos encontrados neste local são principalmente de origem domiciliar (papel, garrafas pet, sacolas plásticas, entulhos, etc.).



Figura 43: Ponto 5 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos.

O ponto 6 localiza-se na esquina das ruas Três de Maio e Visconde Jaguari, ao lado da Escola Estadual de Ensino Fundamental Dr. José Brusque Filho. Neste ponto há grande quantidade de resíduos depositados na calçada e também ao longo da sarjeta (Figura 44). Verifica-se principalmente sacos plásticos com resíduos domiciliares, partes de móveis, trapos, latas de tinta, papelão e copos plásticos. Nota-se que as sacolas plásticas já foram rasgadas e tiveram seu conteúdo espalhado pela calçada, possivelmente por cães e gatos que procuram ali seu alimento. Além de proporcionar um impacto visual negativo para a escola ao lado, cria condições ideais para a proliferação de vetores causadores de doenças, além de dificultar a drenagem das vias e entupir as bocas de lobo.



Figura 44: Ponto 6 de descarte irregular permanente de resíduos sólidos.

Verificou-se que a Escola Estadual de Ensino Fundamental Dr. José Brusque Filho não faz parte do projeto “Adote uma escola”, que é uma alternativa viável para os moradores descartarem seus resíduos recicláveis em dias alternativos a coleta, reduzindo assim a possibilidade de descarte irregular pelos moradores do entorno.

Em todos estes pontos permanentes de descarte irregular apresentados, a disposição de resíduos nestes locais parece ser um ato comum dos moradores

locais, visto que dias após a limpeza e retirada dos resíduos estes locais recebem a disposição de resíduos novamente.

Estrategicamente, estes pontos de descarte permanente são relativamente próximos, o que permitiria buscar uma alternativa que contemplasse toda esta região para concentrar a disposição de resíduos em apenas um local que fosse adequado.

Além destes pontos de descarte permanente de resíduos, foram identificados outros locais dispersos no bairro Porto com a problemática do descarte irregular. Na rua Álvaro Chaves, entre as ruas Conde de Porto Alegre e Benjamin Constant (Figura 45A), por exemplo, o descarte irregular de resíduos da construção civil como telhas, madeiras, restos de concreto e tijolos, que estão inviabilizando totalmente a passagem de pedestres pela calçada.

De acordo com a resolução 307/2004 do CONAMA, os resíduos observados se enquadram na classe A, resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, e classe B, resíduos recicláveis para outras destinações. Na Figura 45B, observa-se a disposição inadequada de resíduos também das classes A e B, na rua João Pessoa esquina com a rua Conde de Porto Alegre. Além disso, neste local a sarjeta encontra-se em condições precárias necessitando de manutenção e limpeza para a retirada de gramíneas e sedimentos. A lei N° 5528, que institui o código de obras para edificações do município de Pelotas, na sua seção sobre a conservação e limpeza dos logradouros e proteção às propriedades, em seu artigo 82 diz que nenhum material poderá permanecer no logradouro público, senão o tempo necessário para sua descarga e remoção.



Figura 45: Descarte irregular de resíduos da construção civil.

Na rua Silveira Calheca, entre as ruas Gomes Carneiro e Três de Maio, identificou-se o descarte irregular de resíduos da construção civil, predominantemente resíduos da classe A, como pedaços de concreto e de tijolos

oriundos de demolições (Figura 46). Estes resíduos estão dispostos a cerca de 7 metros do Canal do Pepino, próximo à casa de bombas do Anglo, podem vir a ser carreados para o interior deste, além disso são locais propícios para o desenvolvimento de roedores e animais peçonhentos.



Figura 46: Ponto de descarte irregular de resíduos sólidos.

Na esquina das ruas Gomes Carneiro e Vereador Boaventura Barcelos a prefeitura colocou uma placa proibindo a colocação de resíduos naquele local (Figura 47).



Figura 47: Placa colocada pela prefeitura na esquina das ruas Gomes Carneiro e Vereador Boaventura Barcelos.

Alguns locais como terrenos baldios, terrenos particulares sem muros ou com muros quebrados acabam sendo alvo de descarte de resíduos, se transformando em “lixões”, e até mesmo residências acabam acumulando resíduos ao longo das calçadas e guias. Exemplos destes casos são apresentados na Figura 48, onde observa-se uma grande diversidade e volume de resíduos.



Figura 48: Descarte irregular de resíduos em terrenos, calçadas e vias.

Percebe-se que estes resíduos além de estarem dispostos em locais inadequados, atrapalham atividades rotineiras como a passada de pessoas pela calçada e em alguns casos os condutores dos veículos precisam desviar dos resíduos pela via contrária, podendo ocasionar acidentes.

As causas para o descarte irregular de resíduos no bairro são diversas, desde a falta de conscientização por parte da população local que descarta seus resíduos em locais inadequados, até a ausência de contêineres e/ou lixeiras públicas ou privadas nos lotes para acondicionar os resíduos até o dia da coleta. Além disso, muitas pessoas vêm em terrenos desocupados a possibilidade de descartar entulhos e resíduos que não são de interesse.

A aprovação da Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, foi um importante passo no que tange os resíduos sólidos, principalmente pela obrigatoriedade da implementação do Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que causa impactos positivos na gestão de resíduos dos municípios. No entanto, essa política ainda não traz resultados satisfatórios uma vez que a população tem atitudes que indicam que se sentem responsáveis pelos seus resíduos somente até o momento de colocá-los para fora de sua residência.

O descarte inadequado de resíduos é um dos principais desafios relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos. É comum nos depararmos com pontos de descarte irregular de resíduos na cidade e a vivência cotidiana com esses casos muitas vezes acaba tornando-os imperceptíveis. O mau cheiro e poluição visual, que são os impactos mais perceptíveis da disposição inadequada de resíduos sólidos, são frequentes no Canal do Pepino e vem de muitos anos, com isso as pessoas ao observar a situação do canal admitem este grave problema como algo normal.

6.4 Gerenciamento de Resíduos Sólidos

A partir dos resultados apresentados até o momento, este item busca apontar alternativas para um adequado gerenciamento dos resíduos sólidos no bairro Porto e no Canal do Pepino.

No município de Pelotas, os serviços de coleta (domiciliar regular, seletiva e containerizada) dos resíduos sólidos são de responsabilidade do SANEP e terceirizados pela empresa Revita (PMGIRS, 2014), que foi substituída pela empresa Sersul.

A coleta domiciliar convencional abrange o bairro Porto e tem uma frequência de três vezes por semana, nas segundas, quartas e sextas-feiras no turno da noite. Estes resíduos são encaminhados à Estação de Transbordo de Pelotas e posteriormente enviados ao Aterro de Candiota. A coleta seletiva atende o bairro nas quartas e sextas-feiras, coletando quatro grupos principais de resíduos: plástico, papel, vidro e metal, os quais são encaminhados para as Cooperativas de Catadores associadas à autarquia. Contudo, para ser eficiente a coleta seletiva tem como fator principal a participação consciente da comunidade. A coleta containerizada abrange apenas uma pequena parte do bairro, conforme a delimitação em verde na Figura 49 e as vias destacadas em amarelo não recebem nenhum tipo de coleta de resíduos.

Salienta-se que estas informações referentes a periodicidade dos serviços de coleta foram extraídas do PMGIRS de Pelotas, o qual foi elaborado no ano de 2014, havendo possibilidade de terem sofrido alterações ao longo destes quatro anos e não terem sido atualizadas publicamente.



Figura 49: Mapa de abrangência das coletas de resíduos.

No percurso realizado no bairro Porto foram identificadas apenas 3 lixeiras públicas para resíduos recicláveis (verde) e não recicláveis (cinza) localizadas na rua Conde de Porto Alegre entre as ruas Dona Mariana e Dr. João Pessoa (Figura 50). Nas demais ruas não foram identificadas lixeiras públicas ou particulares, apenas contêineres exclusivos em alguns edifícios.



Figura 50: Lixeira pública na rua Conde de Porto Alegre entre as ruas Dona Mariana e Dr. João Pessoa.

Verificou-se que boa parte dos lotes do bairro não possuem lixeiras públicas ou particulares para acondicionamento dos resíduos em frente às residências, o que

indica que os resíduos são dispostos ao longo da via para serem coletados. Quando os resíduos são colocados um dia antes ou com muita antecedência ao horário da coleta os resíduos acabam sendo remexidos por cães e gatos em busca de alimento e por catadores informais em busca de materiais recicláveis, quando as sacolas são violadas tem-se o aumento da possibilidade de obstrução das sarjetas e dispositivos da microdrenagem em função de uma eventual chuva.

A varrição das vias é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos e são terceirizados pela empresa Sersul Ltda. A frequência do serviço de varrição varia entre uma e dezoito vezes por semana, em função de fatores como fluxo e tipo de pavimentação existente na via pública. A limpeza de valetas, também realizada pela empresa terceirizada Sersul Ltda, consiste na remoção de materiais que causam entupimento nas valas e bocas de lobo, os principais materiais encontrados são orgânicos (plantas, galhos e lodo) e inorgânico (areia), assim como resíduos sólidos diversos (PMGIRS, 2014).

De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, as vias pavimentadas com paralelepípedo recebem varrição e não recebem limpeza das valetas. As vias de asfalto recebem varrição e limpeza das valetas, já as vias sem pavimentação não recebem varrição, mas recebem limpeza de valetas.

Uma das grandes vantagens da pavimentação em paralelepípedos é a permeabilidade, uma vez que não são utilizadas substâncias colantes ou aderentes, apenas areia ou pó de pedras entre eles, o calçamento é drenante, capaz de absorver parte da água da chuva (BONI; UNFRIED, 2018).

Verificou-se que no bairro Porto a pavimentação das vias consiste principalmente em paralelepípedos e asfalto, sendo apenas uma via sem pavimentação. Verificou-se no PMGIRS a frequência com que as vias percorridas recebem o serviço de varrição, nas ruas Dom Pedro II e Tiradentes, ambas asfaltadas, a frequência é de duas vezes por semana. No entanto, a rua Conde de Porto Alegre, também com pavimentação em asfalto, não recebe varrição (PMGIRS, 2014), conforme observa-se na Figura 51 há grande quantidade de resíduos sólidos, principalmente sacolas e copos plásticos, na sarjeta ao longo do trajeto desta via. Na via em questão existem bares e casas noturnas que contribuem para a disposição de resíduos nas calçadas e nas sarjetas que em períodos de chuva se dirigem para as bocas de lobo impedindo que o escoamento ocorra de forma eficiente.



Figura 51: Resíduos sólidos na sarjeta.

As ruas Benjamin Constant, Uruguai, Três de Maio e General Téles, pavimentadas com paralelepípedo, recebem varrição semanal. Na Figura 52 verifica-se a sarjeta das ruas em bom estado de conservação e limpeza. A rua Almirante Tamandaré, também pavimentada com paralelepípedo, não recebe varrição. Por fim, a rua João Manoel, sem pavimentação (chão batido) não consta no PMGIRS.



Figura 52: Sarjeta da rua Benjamin Constant.

Os Ecopontos têm como proposta possibilitar a destinação correta dos materiais que o caminhão da coleta domiciliar não recolhe. O município de Pelotas conta com Ecopontos desde março de 2016, quando foi inaugurado o primeiro da cidade, localizado na avenida Juscelino Kubitschek. O segundo Ecoponto, no Fragata, foi inaugurado em dezembro do mesmo ano e o terceiro ponto de coleta, localizado no Laranjal, foi inaugurado em março deste ano.

Estes Ecopontos estão aptos para receber restos de podas e jardinagem, dejetos de obras, vidros, papelão, metais, plásticos de origem domiciliar e móveis desmontados. Um dos problemas do Ecoponto é o horário de funcionamento, que impossibilita as pessoas que trabalham em horário comercial a realizar o descarte dos resíduos nestes pontos, além disso há também o custo para o deslocamento até o Ecoponto mais próximo, que acaba sendo um empecilho para algumas pessoas.

Uma forma de estimular a população a se tornar adepta aos Ecopontos e realizar o descarte correto dos seus resíduos seria oferecer incentivos financeiros, como por exemplo desconto na conta do SANEP. Considerando que quanto mais as pessoas realizam seus descartes em locais inadequados, seja nas ruas, em terrenos baldios ou às margens de canais, mais aumentam os custos com a limpeza da cidade e manutenção de sistemas de drenagem, com o cidadão realizando o descarte correto nos Ecopontos haveria uma economia dos recursos financeiros destinados a limpeza destes locais. No caso do bairro Porto, a alocação de um Ecoponto na região, especialmente naquela onde há mais pontos de descarte irregular permanente de resíduos, seria uma alternativa interessante também. Outra proposta seria ampliar a coleta conteneirizada para estas regiões críticas de descarte irregular de resíduos no bairro Porto, já que nos pontos permanentes de descarte irregular também foram evidenciados resíduos domiciliares.

Em Fortaleza – CE através do programa Recicla Fortaleza os materiais recicláveis geram desconto na conta de energia e crédito no Bilhete Único (Transporte público). Para isso, o cidadão separa os resíduos recicláveis e leva-os ao Ecoponto para pesagem, assim o crédito será calculado de acordo com o peso e os tipos de materiais entregues (FORTALEZA, 2016).

No município de Pelotas a Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA) promove ações de troca de lixo eletrônico por mudas de flores visando conscientizar a população sobre a importância do descarte correto de eletrônicos. Na ação do dia 06/05/2018 que ocorreu na Praia do Laranjal os resultados foram surpreendentes,

cerca de 5 toneladas de resíduos eletrônicos, principalmente televisores antigos, celulares e teclados de computador, foram arrecadados. Esses resíduos são encaminhados para a ACS Resíduos Tecnológicos responsável pela destinação correta (PELOTAS, 2018a).

Resíduos como pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, óleo saturado (de cozinha), resíduo eletrônico, embalagens de cosméticos, medicamentos vencidos e pneus devem ser descartados em outros locais como alguns supermercados, farmácias e lojas, conforme indicado no folheto do Eco ponto Municipal de Pelotas (Figura 53). Além disso, o folheto traz também o endereço das cooperativas que recebem resíduos recicláveis.



Figura 53: Folheto Eco ponto Municipal.
Fonte: <http://server.pelotas.com.br/arquivos/Ecopontofolheto.pdf>.

Além disso, outra alternativa para o descarte correto dos resíduos recicláveis é através do agendamento com o SANEP que faz o recolhimento de forma gratuita. O departamento de Resíduos Sólidos (DRS) do Sanep faz o serviço duas vezes por semana, nas terças e quintas, na parte da manhã (PELOTAS, 2018b). Contudo, na página do Facebook o Sanep relata que por vezes as coletas são agendadas e quando chegam até o local não são recebidos, em apenas uma semana isso ocorreu sete vezes (Figura 54).



Figura 54: Informações sobre a coleta agendada na página do Facebook do Sanep.

Soma-se a estas questões, a necessidade de conscientizar as pessoas, tanto na comunidade do bairro Porto quanto aquelas próximas ao Canal do Pepino, especialmente no trecho compreendido entre a avenida Domingos de Almeida e a casa de bombas do Anglo, sobre a necessidade do descarte correto dos resíduos. Especialmente para a região do Canal do Pepino, com sua revitalização e requalificação da via, mais ainda as pessoas deveriam mantê-lo limpo e cuidado, pois atualmente esta região tem sido utilizada para lazer.

Uma ação conjunta do SANEP, Núcleo de Educação Ambiental em Saneamento (NEAS), Secretaria de Qualidade Ambiental (SQA), escolas, universidades e outras instituições e empresas (públicas e/ou privadas) poderiam chamar a comunidade das regiões identificadas como críticas para auxiliar no processo de conscientização sobre o impactos negativos do descarte irregular de resíduos para evitar estes problemas, bem como trazer a comunidade para auxiliar em um projeto de revitalização destas áreas para seu lazer, e especialmente para a região do Canal do Pepino, a escolha de espécies arbóreas adequadas para o plantio de modo a obter sombra para as pessoas mas também com critérios para reduzir o aporte de resíduos orgânicos da vegetação no canal.

É importante que as pessoas destas regiões críticas em termos de descarte irregular de resíduos sintam-se parte deste processo de conscientização e revitalização, é necessário que elas percebam e façam parte das mudanças.

A questão visual dos resíduos sólidos, bem como o odor e a questão de saúde pública talvez sejam os fatores que mais atrairiam a comunidade para auxiliar nas mudanças.

As empresas poderiam auxiliar neste processo de revitalização e conscientização através de aporte financeiro ou outras formas de auxílio, tendo como retorno a elas o marketing e a associação das empresas nas melhorias destas regiões.

7. Considerações Finais

A partir da análise de toda a extensão do canal do Pepino, observa-se que a situação se agrava de montante para jusante, quando adquire proporções alarmantes. Os três últimos trechos, V (Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira - Entre a Avenida Ferreira Viana e a rua Dr. Cassiano), VI (Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira - Entre as ruas Dr. Cassiano e Tiradentes) e VII (Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira - Entre as ruas Tiradentes e Gomes Carneiro), são os mais críticos, tanto nas margens quanto no interior do canal a quantidade e diversidade de resíduos é muito grande. Percebe-se que a classe social das pessoas que residem na área é um fator a ser considerado, principalmente no trecho VII, onde há ocupações irregulares às margens do canal e os resíduos são descartados diretamente neste.

A quantificação dos resíduos retidos nas grades da Casa de Bombas do Anglo indica que 54% do total dos resíduos são inorgânicos e destes, 41% são materiais passíveis de recolhimento através da coleta seletiva, os plásticos, vidros e metais, que poderiam ser reciclados ou reutilizados se descartados corretamente. Com isso, evidencia-se que há dificuldade na participação da comunidade que não faz a segregação dos resíduos que produz e descarta nas ruas e margens do canal.

A análise qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos possibilita inferir que a população não realiza a segregação, o acondicionamento e o descarte correto dos resíduos, causando impactos negativos a rede de drenagem.

Desta forma a primeira hipótese deste trabalho é aceita, pois foi verificado que o descarte irregular de resíduos ao longo do canal do Pepino interfere na operação da Casa de Bombas do Anglo

A conscientização dos moradores desta região próxima ao Canal do Pepino sobre o descarte correto dos resíduos se faz necessária, bem como uma limpeza do canal nos trechos críticos, tornando-o visualmente e em termos de saúde, mais adequado e agradável para os moradores, estimulando-os assim a mantê-lo limpo, especialmente para a região onde houve uma requalificação das vias, tornando um local de lazer.

O trecho III do Canal do Pepino (Av. Presidente Juscelino Kubitscheck de Oliveira – Entre as ruas José Pinto Martins e Antônio dos Anjos) necessita de manutenção da vegetação nas margens que adentra o canal e intervenção no solo das margens que está cedendo.

As coletas domiciliar e seletiva abrangem o bairro Porto, mas ainda assim este apresenta 6 pontos permanentes de descarte irregular de resíduos, ou seja, mesmo após a remoção e limpeza destes locais são depositados resíduos novamente. Sugere-se ao poder público a priorização e ampliação da coleta seletiva no bairro, bem como maior abrangência da coleta containerizada, que atinge apenas uma pequena porção do bairro. A possibilidade de instalação de um Ecoponto no bairro Porto também seria uma proposta interessante considerando o número de pontos de descarte irregular no bairro, bem como o descarte de resíduos no Canal do Pepino próximo à casa de bombas do Anglo.

Além dos pontos permanentes de descarte irregular, outros pontos não permanentes são observados no bairro Porto, e estes influenciam no acúmulo de resíduos na microdrenagem, comprometendo sua eficiência, o que comprova a segunda hipótese do trabalho, de que os resíduos sólidos dispostos de forma irregular influenciam a microdrenagem do bairro Porto.

Sugere-se que o poder público desenvolva projetos aplicados as escolas e principalmente as comunidades nas regiões identificadas como críticas em termos de descarte irregular de resíduos, que tenham como objetivo introduzir hábitos relacionados ao cuidado ambiental, à saúde e ao bem-estar das pessoas, como por exemplo buscando a não geração de resíduos – a redução da geração – reutilização – reciclagem – tratamento e disposição de forma adequada.

Nesse sentido, organizar a comunidade em grupos para que sejam realizadas reuniões, palestras e oficinas que abordem a questão da responsabilidade socioambiental de cada um com os resíduos gerados em suas residências e a importância da destinação correta de cada tipo de resíduo.

A conscientização e educação ambiental deverão acontecer particularmente, pois se trata de hábitos e costumes de cada um, contudo, para o sucesso e efetividade da gestão de resíduos no município é necessário um esforço coletivo e contínuo, pois a mudança de comportamento é algo que ocorre lenta e gradualmente.

Aliado a isto, a revitalização destas áreas de descarte irregular de resíduos incluindo a comunidade local, e fazendo com que eles se sintam parte desta mudança, são ações que podem evitar o descarte irregular.

Referências

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

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2016. 51p.

ALMEIDA, M. L.; BRANDAO, J. A. S.; COSTA, C. E. S. **Implantação de Políticas de Resíduos Sólidos em Pernambuco: Um estudo a partir da teoria institucional e das redes interorganizacionais**. In: Encontro Internacional sobre gestão empresarial e meio ambiente, 16., 2014, São Paulo.

BITTENCOURT, S.; AISSE, M. M.; SERRAT, B. M. Gestão do uso agrícola do lodo de esgoto: estudo de caso do estado do Paraná, Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1129-1139, 2017.

BONI, P. C.; UNFRIED, R. R. **Transformações urbanas: a londrina da década de 1950**. Editora SciELO - EDUEL, 2018.

BRASIL, IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População estimada 2017. **Site do IBGE**. Brasília, 2017.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. **Diário Oficial da União**, 05 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 02 ago. 2010.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 02 set. 1981.

BRASIL. 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 27 abril. 1999.

CANHOLI, A. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. Oficina de textos, 2015.

CARDOSO, E. C. A. **Mapeamento das transformações socioambientais da Bacia Hidrográfica do Arroio Pepino, 1916 – 2011/ Pelotas (RS)**. 2012. 86 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

CASARIN, D. S. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos no município de Morro Redondo/RS**. 2013. 50 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

COELHO, M. M. L. P.; LIMA, J. G. A. **Eficiência Hidráulica de Bocas de Lobo Situadas em Sarjetas de Greide Contínuo**. RBRH Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 16, n. 2, 2011.

Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

CRUZ, M. A. S. et al. Valorização da água no meio urbano: um desafio possível. Simpósio brasileiro de recursos hídricos, v. 14, 2001. Aracaju, SE. **Anais**. Aracaju, 2001.

DALTOÉ, Maurício Francisco. **Análise qualitativa de resíduos sólidos presentes nas redes de micro e macrodrenagem na cidade de Pelotas-RS**. 2015. 88f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER – RS. **Portaria FEPAM Nº 67/2017: Dispõe sobre a coleta, o transporte e a destinação de resíduos oriundos do esgotamento sanitário**. Porto Alegre, 2017.

FORTALEZA, Prefeitura de. **Urbanismo e Meio Ambiente**. Recicla Fortaleza. 2016. Disponível em: <<https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/urbanismo-meio-ambiente/servico/122>> Acesso em: 03/11/2018.

GAVA, T.; FINOTTI, A. R. Resíduos sólidos urbanos na rede de drenagem da bacia hidrográfica do rio do meio, Florianópolis/SC. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 1, n. 2, p. 79-101, 2012.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F.; TEODÓSIO, A. S.S. **Reciclagem do PET: desafios e possibilidades**. XXVI ENEGEP. Fortaleza, 2006.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, p. 1503-1510, 2012.

Grimberg, E. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos: a responsabilidade das empresas e a inclusão social**. In: Gestão de resíduos, valorização e participação. São Paulo, Instituto Pólis, 2004.

KOBAYASHI, F. Y.; FAGGIO, F. H. M.; BOSCO, L. M. del.; CHIRINEA, M. L. B. **Drenagem Urbana Sustentável**. In: PHD 2537 – Água em Ambientes Urbanos. Escola Politécnica de São Paulo, 2008.

MAIA, H. J. L.; FREITAS, J. P.; ALENCAR, L.; CAVALCANTE, L. P.S; BARBOSA, E. Legislação ambiental da Paraíba: contribuições à gestão integrada de resíduos sólidos. **Revista Monografias Ambientais** , v. 14, p. 14-19, 2015.

MEDEIROS, A. N. ANDRADE SOBRINHO, L. G. CAVALCANTI, I. L. R.; SILVA, M. P. A.; PESSOA, G. C. M. Educação ambiental como ferramenta para gestão de resíduos sólidos em instituição de ensino superior. **Anais...** Bauru-SP: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS), 2016. v. 7. p. 1-7.

MELLO, C. R.; SILVA, C. R. M. **Hidrologia: Princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: Ed. UFLA, 2013.

MIGUEZ, M.G.; VEROL, A.P.; REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2015. v. 1. 384p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política de Resíduos Sólidos apresenta resultados em quatro anos**. 2014 Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/10272-pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos-apresenta-resultados-em-4-anos>> Acesso em: 31/07/2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE.. **Resolução Nº 307, de 05 de jul. de 2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 431, de 25 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução no 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso**.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Nº 375, de 29 de agosto de 2006: Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**.

MONTEIRO, J. H. P. FIGUEIREDO, C., MAGALHÃES, A., MELO, M., BRITO, J., ALMEIDA, T., & MANSUR, G. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MOTA, J. C.; ALMEIDA, M. M.; ALENCAR, V. C.; CURI, W. F. Características e impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos: uma visão conceitual. **Águas Subterrâneas**, v. 1, 2009.

NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos sólidos na drenagem urbana: Estudo de Caso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 43-54, 2009a.

NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos sólidos na drenagem urbana: Aspectos Conceituais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, p. 125-136, 2009b.

NEVES, M.G.F.P; TUCCI.C.E.M. G. **Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos**. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos / ABRH, Curitiba, 2003.

NEVES, M. G. F. P. **Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Rio Grande, Rio Grande, 2012.

PARAGUASSÚ, K. F.; AQUINO, D. S. Classificação e quantificação dos resíduos sólidos de um empreendimento alimentício de pequeno porte localizado em Rio Verde, Goiás. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 97-110, 2017.

PELOTAS, Prefeitura Municipal de. Qualidade Ambiental. **População troca 5 toneladas de lixo eletrônico por plantas**. 2018a. Disponível em: <www.pelotas.rs.gov.br/noticia/populacao-troca-5-toneladas-de-lixo-eletronico-por-plantas> Acesso em: 03/11/2018.

PELOTAS, Prefeitura Municipal de. SANEP. **Recolhimento de lixo reciclável pode ser agendado com o Sanep**. 2018b. Disponível em: <www.pelotas.com.br/noticia/recolhimento-de-lixo-reciclavel-pode-ser-agendado-com-o-sanep> Acesso em: 03/11/2018.

PELOTAS, Prefeitura Municipal. **Lei nº 5.502 de 2008**. Institui o III Plano Diretor Municipal e estabelece as diretrizes e proposições de ordenamento e desenvolvimento territorial no Município de Pelotas, e dá outras providências.

PELOTAS, Prefeitura Municipal. **Lei nº 5.528, de 30 de dezembro de 2008**. Institui o código de obras para edificações do Município de Pelotas, e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Pelotas, 2008.

PELOTAS, Prefeitura Municipal. Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) – Município de Pelotas/RS**. 2014. 194p.

PEREIRA, L. F. R.; BARONY, F. J. A. **Avaliação da drenagem urbana através do método de indicadores de sustentabilidade no bairro Cidade Nova em Governador Valadares-MG**. In: VIII Congresso brasileiro de Gestão ambiental. Campo Grande/MS, 2017.

PIROLI, V. H. B.; PIROLI, E. L. Deposição irregular de resíduos no leito das ruas de ourinhos e aumento das enxurradas e inundações. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 6, 2015.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000.

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL INTEGRADO. **Dados gerais da cidade de Pelotas.** Disponível em: <http://www.pdmi.com.br/cidade_pelotas/cidade/dados_gerais.php>. Acesso em: 08 jul. 2018.

RAUBER, M. E. Apontamentos sobre a política nacional de resíduos sólidos, instituída pela Lei Federal n 12.305, de 02.08. 2010. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 4, n. 4, p. 01-24, 2011.

RIBEIRO, J. W.; ROOKE, J. M. S. **Saneamento básico e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública.** Monografia de Especialização em Análise Ambiental, Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil. 36p, 2010.

ROOS, A.; BECKER, E. L. S. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v. 5, n. 5, p. 857-866, 2012.

SANTOS, D. C. L. **Aproveitamento de aguapé (Eichornia crassipes) e bio sólido como composto agrícola.** Tese de Doutorado. Universidade Católica de Brasília, 2007.

SANCHES FILHO, P. J.; PEIL, A. P. Q. Determinação de metais pesados em amostras de sedimento do Canal do Pepino - Pelotas (RS). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.6, n.1, p.262-268, 2015.

SCHALCH, V.; LEITE, W. C. de A.; JUNIOR, J. L. F.; DE CASTRO, M. C. A. A. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos–Universidade de São Paulo, 2002.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ – SEMA. **Desperdício zero:** Programa da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Curitiba, 2005. 19p.

SELL, B. M. et al. **Uso de Geotecnologias para avaliação qualitativa dos fatores de influência nas regiões críticas de alagamentos na cidade de Pelotas-RS.** In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Brasília - DF, 2015.

SILVA, R. O. **Memórias da mineralogia: Bacia de Pelotas.** In: Seminário Internacional de Estudos Urbanos e Regionais, 6., 2016, Pelotas.

SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. de. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, p. 2115-2122, 2009.

SOUZA, V. C. B. Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 58-72, 2013a.

SOUZA, M. F. et al. **Monitoramento da qualidade da água de um manancial hídrico sob influência de atividades antrópicas, no município de Pelotas, RS – Brasil.** In: 20º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Bento Gonçalves, 2013b.

TOMACHESKI, D. **Estudo de técnicas sustentáveis para a gestão dos resíduos sólidos no município de Imbé, Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Porto Alegre, 2014.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n.1, p. 5-27, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco. 2005.

TUCCI, C. E.; BERTONI, J. C. **Inundações urbanas na América do Sul**. Ed. dos Autores, 2003.

ZULAUF, W. E. **O meio ambiente e o futuro**. **Estudos avançados**, v. 14, n. 39, p. 85-100, 2000.