

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
CENTRO DE ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA



Trabalho de Conclusão de Curso

**Análise Qualitativa de Resíduos Sólidos Presentes nas  
Redes de Micro e Macrodrenagem na Cidade de  
Pelotas-RS**

Maurício Francisco Daltoé

Pelotas, 2015

**MAURÍCIO FRANCISCO DALTOÉ**

**Análise Qualitativa de Resíduos Sólidos Presentes nas  
Redes de Micro e Macrodrenagem na Cidade de  
Pelotas-RS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Souza Castro

Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciara Bilhalva Corrêa

Pelotas, 2015

Banca Examinadora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andréa Souza Castro – Centro de Engenharias/UFPEL

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Diuliana Leandro – Centro de Engenharias/UFPEL

Prof. Dr. Amauri Antunes Barcelos – Centro de Engenharias/UFPEL

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela força, vontade e determinação.

Em especial, aos meus pais, Irene e Flavio Daltoé, por me apoiarem nas decisões da vida, pelos ensinamentos repassados, pela educação de respeitar e ser respeitado.

Agradeço especialmente a minha Orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andréa Souza Castro, pela contribuição, auxílio, dedicação e suporte durante a jornada para elaboração do trabalho.

Agradeço em especial, a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciara Bilhalva Corrêa pela co-orientação, dedicação, pelas ajudas e ideias que colaboram para o presente trabalho. Além dos conselhos e dicas.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Diuliana Leandro na participação na banca examinadora, na orientação, na dedicação, no auxílio, no conhecimento repassados ao longo do trabalho, bem como, nas dúvidas referentes ao software QGIS.

Aos funcionários do SANEP, das Casas de Bombas do Anglo e do Leste, dos departamentos de Assessoria de Planejamento e da Divisão de Estatística e Divulgação, do Departamento de Bueiros, por auxiliar, contribuir e colaborar na pesquisa.

Ao Prof. Dr. Amauri Antunes Barcelos pela participação na banca examinadora.

Aos meus colegas, amigos e professores, pelo apoio durante a vida acadêmica e ao grande amigo Gustavo Colares, pelos grandes momentos vividos.

Aos meus irmãos, Andréia e Fábio, pelo incentivo durante minha caminhada. E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

*“Faço isso também por que percebo que a vida é bela e breve como gotas de orvalho, que por instantes, aparecem e logo se dissipam aos primeiros raios solares do tempo”.*

Augusto Cury

## RESUMO

DALTOÉ, Maurício Francisco. **Análise Qualitativa de Resíduos Sólidos Presentes nas Redes de Micro e Macrodrenagem na Cidade de Pelotas – RS**. 2015. 88 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS.

O Saneamento Básico no Brasil, conforme a Lei nº 11.445/2007, engloba cerca de quatro vertentes, o Abastecimento de Água Potável, a Coleta e o Tratamento dos Esgotos Sanitários, a Limpeza Urbana e o Manejo dos Resíduos Sólidos, a Drenagem e o Manejo das Águas Pluviais. A drenagem urbana e o manejo dos resíduos sólidos são de extrema relevância aos fatores relacionados ao presente trabalho, que tem por objetivo caracterizar de forma qualitativa os resíduos sólidos encontrados nas redes de micro e macrodrenagem no Município de Pelotas – RS. A pesquisa foi realizada no período de Agosto a Novembro de 2014 e visa identificar os principais resíduos sólidos por meio de análises fotográficas verificadas em 11 pontos distintos da rede de microdrenagem e 2 locais na rede de macrodrenagem: a Casa de Bombas (CB) do Anglo e a do Leste. As análises feitas na rede de microdrenagem caracterizam uma frequência de 100% de Plásticos tipo 1, Madeira e Material Orgânico e os resíduos de menor incidência foram Borracha (27,27%) e Contaminantes Químicos (9,09%). Em relação a macrodrenagem foi verificada nas CB do Anglo e do Leste uma frequência de 100% de Plásticos tipo 1 e 2, Madeira e Material Orgânico. Entretanto, conforme observados nos dados coletados da rede de macrodrenagem, a CB do Anglo, é o local onde há um volume maior de resíduos sólidos descartados inadequadamente na rede de águas pluviais, pelo fato de estar situada em uma área densamente urbanizada e de maior impermeabilização do solo. Por exemplo, na CB do Anglo, os resíduos de incidência 100% foram plástico tipo 1 e 2, PET, Papel e Papelão, Isopor, ALA (Aço, Lata e Alumínio), Madeira e Matéria Orgânica. Já, a CB do Leste contabilizou somente 4 resíduos com incidência 100%, constatando que a influência de áreas mais densamente urbanizadas alteram em quantidade e qualidade dos canais de macrodrenagem. Desta forma, a Cidade convive com diversos problemas referentes ao descarte irregular de resíduos em redes de drenagem urbana que provocam alagamentos e, posterior, proliferação de vetores e de doenças. Constata-se, que a população necessita de educação ambiental, com o intuito de destinar corretamente os resíduos sólidos. Além disso, o município carece de um Plano Diretor de Drenagem Urbana que, possivelmente, resultaria em uma melhor qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Drenagem Urbana, Resíduos Sólidos, Casa de Bombas.

## ABSTRACT

DALTOÉ, Maurício Francisco. **Qualitative Analysis of Solid Waste Inside the Micro and Macro-drainage Networks in the City of Pelotas – RS**. 2015. 88 f. Course Conclusion Paper (TCC). Graduation in Environmental and Sanitary Engineering. Federal University of Pelotas, Pelotas/RS.

The Basic Sanitation at Brazil, according to the law nº 11.445/2007, includes about four aspects, the Supply of Potable Water, the Collection and the Treatment of Sewage, the Urban Cleaning and the Solid Waste Management, the Drainage and the Rainwater Management. The urban drainage and the solid waste management are of extreme relevance to the factors related to the present work, which aims to characterize so qualitative the solid waste found in micro and macro-drainage networks in the City of Pelotas – RS. The research was made at the period from August to November 2014 and proposed to identify the main solid waste by means of photographic analysis checked in 11 different points at the micro-drainage network, and 2 places at the macro-drainage network: the Anglo and the East Pump House (PH). The analysis made in micro-drainage network characterized a frequency of 100% of Plastic type 1, Wood and Organic Matter and the solid waste of least incidence were Rubber (27,27%) and Chemical Contaminants (9,09%). In relation to macro-drainage it was verified a frequency of 100% of Plastic type 1 and 2, Wood and Organic Matter in the Anglo and the East PH. However, as noted on the data collected from macro-drainage, the Anglo PH, is the local where there was the biggest volume of solid waste inappropriate disposed in the rainwater network, by the reason of it being located in a highly urbanized area and the largest soil sealing. For example, in the Anglo PH, the waste with 100% incidence were Plastic type 1 e 2, PET, Paper e Cardboard, Polystyrene, SCA (Steel, Can and Aluminium), Wood and Organic Matter. Yet, in the East PH were recorded 4 type of waste with the incidence of 100%, finding that the influence of the more urbanized densely areas affects the quantity and the quality of the macro-drainage channels. In this context, the City lives with several issues referent to the irregular disposal of waste in urban drainage networks that causing flooding and, subsequently, proliferation of vectors and the diseases. It was verified, that the population requires of environmental education, with the intention of properly disposing the solid waste. Furthermore, the municipality lacks of an Urban Draining Master Plan that could, possibly, result in a better quality of the population life.

Keywords: Urban Drainage, Solid Waste, Pump House.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	14
1.1.	OBJETIVOS.....	16
1.1.1.	Objetivos gerais.....	16
1.1.2.	Objetivos específicos.....	16
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1.	Urbanização e impactos no ambiente.....	17
2.2.	Sistemas de micro e macrodrenagem urbana.....	20
2.3.	Resíduos sólidos e seus impactos na drenagem urbana.....	21
2.4.	Inundações, alagamentos e enchentes.....	23
3.	METODOLOGIA.....	26
3.1.	Descrição da área de estudo.....	26
3.2.	Softer e banco de dados utilizados.....	29
3.3.	Seleção da amostra e descrição da coleta de dados.....	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1.	Caracterização dos resíduos sólidos na rede de microdrenagem.....	47
4.2.	Caracterização dos resíduos sólidos na rede de macrodrenagem.....	66
5.	CONCLUSÕES.....	78
6.	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXOS.....	88
	ANEXO I: Caracterização qualitativa dos resíduos sólidos presentes nas redes de micro e macrodrenagem da Cidade de Pelotas/RS.....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Local da área de estudo .....	26
Figura 2 – Bacias hidrográficas urbanas do Município de Pelotas .....	27
Figura 3 – Mapa dos canais de macrodrenagem urbana. Amarelo: Responsabilidade da secretaria de obras e serviços urbanos (SOSU), Verde: Limpeza realizadas pelo Departamento de Bueiros e Vermelho: Limpeza a serem realizadas pelo Departamento de Bueiros .....	28
Figura 4 – Evolução das etapas da pesquisa.....	29
Figura 5 – Exemplo de figura: quantum GIS 2.4.0 .....	30
Figura 6 – Localização do Ponto 1 .....	33
Figura 7 – Localização do Ponto 2 .....	34
Figura 8 – Localização do Ponto 3 .....	35
Figura 9 – Localização do Ponto 4 .....	36
Figura 10 – Localização do Ponto 5 .....	37
Figura 11 – Localização do Ponto 6 .....	38
Figura 12 – Localização do Ponto 7 .....	39
Figura 13 – Localização do Ponto 8 .....	40
Figura 14 – Localização do Ponto 9 .....	41
Figura 15 – Localização do Ponto 10 .....	42
Figura 16 – Localização do Ponto 11 .....	43
Figura 17 – Delimitação dos pontos de microdrenagem nas bacias hidrográficas.....	44
Figura 18 – Delimitação da bacia hidrográfica do pepino.....	45

Figura 19 – Localização das Casas de Bombas observadas .....	46
Figura 20a e 20b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 1.....	47
Figura 21a e 21b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 2.....	52
Figura 22a e 22b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 3.....	53
Figura 23a e 23b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 4.....	56
Figura 24a e 24b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 5.....	57
Figura 25a e 25b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 6.....	59
Figura 26a e 26b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 7.....	60
Figura 27a e 27b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 8.....	60
Figura 28a e 28b – Tubo de efluente doméstico (a) e resíduos sólidos no Ponto 9..	61
Figura 29a e 29b – Entulhos próximos do Ponto 10.....	62
Figura 30a e 30b – Resíduos sólidos acumulados no Ponto 11.....	63
Figura 31 – Mapa da coleta orgânica .....	65
Figura 32a e 32b – Casa de Bombas do Anglo – macrodrenagem.....	67
Figura 33a e 33b – Casa de Bombas do Leste (33a) e Canal de macrodrenagem na bacia do pepino .....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação de resíduos sólidos .....	31
Tabela 2 - Caracterização dos resíduos sólidos nos pontos de microdrenagem. ....	49
Tabela 3 - Frequência dos resíduos sólidos na microdrenagem .....	50
Tabela 4 - Caracterização dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Anglo. ....	69
Tabela 5 - Frequência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Anglo .....	70
Tabela 6 - Caracterização dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Leste .....	74
Tabela 7 - Frequência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Leste .....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Incidência dos resíduos sólidos na microdrenagem.....	50
Quadro 2 - Incidência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Anglo .....	70
Quadro 3 - Incidência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Leste .....	75

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais

ALA: Aço, Lata e Alumínio

BH: Bacias Hidrográficas

CB: Casa de Bombas

CEMPRE: Compromisso Empresarial para Reciclagem

DNOS: Departamento Nacional de Obras sobre Saneamento

EPA: Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ONU: Organização das Nações Unidas

PDDU: Plano Diretor de Drenagem Urbana

PDU: Planos Diretores Urbanos

PGIRS: Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos

PNSB: Política Nacional de Saneamento Básico

PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos

PROSAB: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico

RCC: Resíduos de Construção Civil

RS: Rio Grande do Sul

RSU: Resíduos Sólidos Urbanos

SANEP: Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas

SIG: Sistema de Informações Geográficas

SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UNFPA: United Nations Population Fund

UTM: Universal Transversa de Mercator

# 1. INTRODUÇÃO

O saneamento básico deficiente relaciona-se diretamente com a situação de saúde e com as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento, onde as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade. A prevalência destas doenças estabelece um forte indicativo de fragilidade dos sistemas públicos de saneamento (DANIEL, 2001).

Neste contexto, a drenagem das águas pluviais torna-se um importante instrumento de mudança na qualidade de vida da população. A drenagem é conhecida como uma vertente do saneamento básico conforme a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Sendo assim, o saneamento básico é definido como: “o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais” (BRASIL – PNSB, 2007).

O termo drenagem urbana, é definido como o conjunto de medidas que tem como objetivo diminuir os riscos e reduzir os prejuízos ocasionados por alagamentos, possibilitando o desenvolvimento sustentável. Assim sendo, de maneira simplificada, a drenagem urbana é o gerenciamento das águas pluviais que escoam no perímetro urbano (TUCCI e CRUZ, 2000).

A drenagem urbana durante muitos anos foi delegada a segundo plano, no cenário de construção das cidades, pois, na grande maioria dos centros urbanos, não houve planejamento e nem crescimento do sistema de acordo com a necessidade. Com o aumento das áreas urbanizadas, houve a impermeabilização do solo, a retificação e a canalização dos cursos d'água urbanos com o intuito da construção de vias marginais. Essas medidas, que provocaram o aumento do pico de vazão, aceleração do escoamento e por consequência, a inundação (CANHOLI, 2005).

Com o agravamento das inundações em áreas ribeirinhas e, devido à urbanização, houve o estudo de novas soluções estruturais com a finalidade de promover o retardamento dos escoamentos, neutralizar os picos de vazão por meio da retenção em reservatórios, e melhorar a infiltração no subsolo (CANHOLI, 2005).

Segundo Tucci (2012), a ocupação urbana ocorre no sentido de jusante para montante, cabendo ao poder público o controle da urbanização. Dentre os modelos urbanísticos, a elaboração dos Planos Diretores de Drenagem Urbana é altamente recomendável para a consequente solução do sistema de drenagem urbana.

Conforme TUCCI *et al.* (2000), a qualidade da água do escoamento superficial passa a ter, aproximadamente, 80% de carga de esgoto doméstico e, também, aumento da geração de resíduos sólidos urbanos. Estes resíduos sólidos que são descartados, indevidamente, na rede de drenagem, são um dos fatores que obstruem a passagem em bocas de lobo, bueiros e outros microdrenos. Verifica-se com isso que a qualidade da drenagem urbana se interrelaciona com o descarte inadequado de resíduos sólidos, já que este material passa a se acumular em bueiros, galerias e bocas de lobos.

No Brasil, algumas cidades desenvolveram o Plano Diretor de Drenagem Urbana como é o caso de Porto Alegre, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba, Belo Horizonte que confirmam a importância deste plano para a melhoria da infraestrutura. Contudo, o plano não envolve só a quantidade de água, mas também a qualidade, que é contaminada devido à “lavagem” das superfícies (ruas e telhados), por material sólido e sedimentos que se misturam ao escoamento. Entretanto, sabe-se que em muitas cidades do Brasil, a rede de coleta de esgoto cloacal se junta à rede pluvial. Desta forma, ocorrerão custos maiores para o controle da quantidade e qualidade da água (TUCCI *et al.*, 2000).

Mesmo conhecendo a importância da drenagem urbana para os municípios, os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que dos 5.507 municípios, apenas 841(15,3%) possuem Planos Diretores Urbanos (PDU) (BRASIL – IBGE, 2008).

O Município de Pelotas (RS), possui um plano diretor municipal e um plano ambiental os quais preconizam objetivos referentes à drenagem urbana (no controle de cheias), à erosão e ao controle do volume de escoamento; a proteção dos corpos de água; e a melhoria da qualidade ambiental (PELOTAS, 2013).

Assim sendo, o presente estudo analisa, preliminarmente, a drenagem urbana associada com os resíduos sólidos, frequentemente, encontrados na rede pluvial. Esta avaliação visa demonstrar quais são os detritos e demais compostos que podem ser encontrados na rede de micro e macrodrenagem.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivos gerais**

O objetivo geral é caracterizar, de forma preliminar, qualitativamente os resíduos sólidos presentes na rede de micro e macrodrenagem do Município de Pelotas.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Mapear pontos específicos de micro e macrodrenagem, mais precisamente em bocas de lobo, galerias, bueiros, caixas de inspeção, sarjetas e nas Casas de Bombas do Anglo e Leste;
- Identificar os principais resíduos sólidos presentes em bueiros e bocas de lobo e casas de bombas, correlacionando-os com a composição qualitativa dos materiais degradáveis e não degradáveis;
- Descrever os principais poluentes presentes nestes locais de monitoramento, ou seja, metais (latas), sedimentos (material arenoso com presença de matéria orgânica) e demais detritos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Urbanização e impactos no ambiente**

A evolução da aglomeração de seres humanos ocorreu em ambientes próximos aos cursos d'água, especialmente, pela necessidade de conviver com o ciclo das águas nas várzeas inundáveis nos períodos de estiagem. Desta forma, o homem foi aprendendo desde a antiguidade a conviver com o fenômeno das cheias. A existência dos rios permitiu o transporte de produtos e matérias-primas para diversas cidades ao longo de suas margens. Em locais onde não existe rio no perímetro urbano, geralmente estas regiões são separadas por riachos, visto que a ocupação inadequada das áreas pertencentes às cheias leva à ocorrência das inundações. Por conseguinte, é possível afirmar que houve diminuição do conhecimento e o respeito pelos processos naturais, aumentando desta forma o número de intervenções que tendem a alterar significativamente o ambiente para adaptação das necessidades humanas (SILVA, 2007).

Assim, a urbanização representa uma das maiores manifestações da atividade humana. Com a urbanização e com os problemas decorrentes em grandes conglomerados urbanos, esta é uma das temáticas mais importantes da atualidade. A universalização da urbanização é um recente fenômeno da história do planeta. Em 1800, apenas 1% da população mundial vivia em cidades. A partir, de meados do século XVIII, o efeito Revolução Industrial, elevou globalmente a taxa de urbanização (TUCCI e BERTONI, 2003).

Segundo Guglielmo (1996), durante a primeira metade do Século XX, a população mundial aumentou em 49% e a população urbana 240%. Na segunda metade do século, essa evolução avançou de uma população de 1,52 bilhões de habitantes em 1974 para 1,97 bilhões em 1982. Já os números atuais, em relação à população são, aproximadamente, 7 bilhões de habitantes, que tendem a acrescentar mais 1 bilhão nos próximos 13 anos. Além disso, em um curto espaço de tempo, o número de habitantes em cidades superou o de áreas rurais, já que, jovens se transferiram para cidades em busca de trabalho na perspectiva de um emprego e uma remuneração satisfatório (ONU – UNFPA, 2011).

O Brasil (BRASIL – IBGE, 2014) conta com uma estimativa de 202,7 milhões de habitantes para o ano de 2014, divididos nos 5.570 municípios, distribuídos de forma desproporcional. É compreendido que nestes municípios, o poder de decisão está delegado ao setor público, no sentido de promover e assegurar às mínimas condições de crescimento populacional, envolvendo os sistemas de drenagem, o tratamento e o abastecimento de água, o tratamento de esgotos, as vias públicas e o transporte eficiente, entre outros.

Análises sobre o avanço da mancha urbana nas diferentes regiões do globo terrestre demonstram que a humanidade, em geral, se conduziu de forma omissa em relação aos impactos ambientais. No caso do Brasil, cidades como São Paulo e Rio de Janeiro, se desenvolveram de forma desenfreada, desconhecendo a dinâmica dos solos em áreas de risco, concedendo de forma inadequada assentamentos nessas zonas (MEDEIROS e PETTA, 2005).

Segundo Grostein (2001), o modelo de urbanização nos principais centros urbanos brasileiros confere ao menos duas características: práticas insustentáveis, e baixa qualidade de vida. De acordo com a autora, o avanço da urbanização precisa estar concentrado nos seguintes processos: na disponibilidade de água; na coleta, no destino e no tratamento de resíduos; na forma da ocupação territorial; na qualidade do transporte público; na oferta e no atendimento à população e na qualidade dos espaços públicos. Portanto, existe a necessidade de políticas permanentes, e práticas urbanísticas que possibilitem ações concretas na intenção de um avanço sustentado.

Com relação aos recursos hídricos, a urbanização é capaz de alterar as características de vazão pela razão do aumento das áreas construídas, pela alteração de canal natural através da implantação de dutos e condutos e nas interferências da drenagem artificial no sistema de drenagem natural (NOORAZUN, 2003).

Além disso, o grau de urbanização aumenta seus efeitos, associado às ocupações urbanas inadequadas, que provocam a impermeabilização do solo, (asfaltamento de vias públicas) e, mais considerável, o melhoramento do espaço físico que conduz ao avanço da compressão das áreas marginais e de vales, modificando o curso natural de arroios (TUCCI, 1995; CANHOLI, 2013).

Devido ao aumento significativo no volume de água, escoado superficialmente, associado aos elevados incrementos nas velocidades, pois isso acaba acarretando na diminuição no tempo de concentração da bacia, ou seja, o tempo para a bacia contribuir no seu exutório (BOOTH e JACKSON, 1997).

Outro aspecto hidrológico transformado, neste processo, é a ausência de vegetação e a redução no potencial de evapotranspiração. Quando removida a vegetação diminui este potencial, alterando o controle da temperatura, importante principalmente nos países com alterações climáticas (CANHOLI, 2013).

Estes processos que acontecem em uma bacia urbanizada conduzem ao acréscimo do escoamento superficial, em função da impermeabilização; da redução dos tempos de concentração; por isso, em um curto espaço, o escoamento não é absorvido pela microdrenagem, além das altas velocidades nas canalizações, aumentando assim, a vazão e, conseqüentemente, ocasionando inundações mais frequentes (ROS, 2012). Além disso, há a contribuição de sedimentos e resíduos sólidos que são um dos principais motivos da deterioração da rede de macrodrenagem (PORTO, 1998).

Em uma rápida retrospectiva percebe-se que as enchentes são tão antigas quanto presença do homem na terra. O ser humano sempre buscou se assentar em locais próximos de rios para a produção e o consumo da água. Conforme relatos, as experiências de um plano de gestão de inundações datam para o ano de 1340 a.C. na Cidade de Amarna no Egito, onde dimensionou-se dois leitos secos do rio, que não poderiam construir nada no local, pela razão do medo das enchentes imprevistas (TUCCI, 2005).

Considerando as inundações como um processo natural, Tucci e Bertoni (2008) descrevem o escoamento pluvial em razão de dois processos: *inundações de áreas ribeirinhas* e as *inundações devido à urbanização*. As inundações de áreas ribeirinhas são processos naturais que acontecem no leito maior dos rios pela variabilidade temporal e espacial. Estes eventos acontecem no momento em que o fluxo alcança níveis elevados ao leito inferior, atingindo o leito superior. As parcelas do leito superior apontam a magnitude da inundação e, assim, condicionam ameaça à população. Os fatores que causam estes eventos são a ocupação irregular de áreas de risco médio,

a ocupação da população de baixa renda em áreas ribeirinhas, e a falta de intervenção do poder público quanto à posse das áreas de risco de inundação. Já as inundações, pelo motivo da urbanização ampliam sua assiduidade e amplitude por causa da impermeabilização do solo e da implantação das redes pluviais, frequentemente, ocorrem inundações em pequenas bacias, em escalas menores do que 10 km<sup>2</sup>.

## **2.2 Sistemas de micro e macrodrenagem urbana**

Com o uso e a ocupação desordenadas em áreas urbanas foram implantadas obras tradicionais de canalização que, em muitos casos, não evitam alagamentos e inundações (ROS, 2012).

A microdrenagem é um sistema de condutos pluviais em escalas repartidas, na qual estão inclusas as bocas de lobo, os bueiros, os meios-fios, as sarjetas, as galerias pluviais e os poços de visita que passam a ter a função de escoamento pluvial. Assim, a água desloca-se para a macrodrenagem, que equivale à rede de drenagem natural das bacias, ou seja, córregos, riachos e rios (PORTO, 1998).

Andoh (2002) descreveu que ao longo do Século XIX, o escoamento pluvial era um sério problema de saúde pública, sendo que as obras de engenharia na drenagem urbana seguiram a ordem da visão “higienista”, com o propósito de drenar a água o mais rápido possível, livrando-se da água parada e das inundações.

A partir deste conceito, originou-se o novo termo “drenagem sustentável”, com objetivo de preservar, naturalmente, o meio ambiente, com a doutrina do equilíbrio da sociedade com os corpos d’água (SILVA, 2006).

A drenagem urbana sustentável é conceituada como algo novo, se comparado à ótica tradicional da drenagem. Esta ideia surgiu no início dos anos 90 com um cuidado maior para a adução das águas no ambiente urbano. Com base nesse ideal, nasceu o conceito de drenagem urbana sustentável. A perspectiva deste tipo de drenagem é preservar a erosão do solo, conter as inundações e o processo de perda de eficácia dos mananciais. As três características básicas da drenagem sustentável são: reprimir o desmatamento, a erosão e o assoreamento dos rios. Sendo assim, a

drenagem sustentável é um tópico indispensável em um plano diretor visando a conservação dos recursos hídricos e a particularidade positiva da água (KOBAYASHI, 2008).

No que tange os planos diretores, o Governo Federal propõe medidas como o “Programa 1138”, de Drenagem Urbana e o Controle de Erosão Marítima e Fluvial que enfatizam propostas para elaboração do plano de manejo sustentável de águas pluviais. De acordo com os mesmos, os projetos buscam inserir soluções efetivas que beneficiam a longo prazo a população brasileira (BRASIL – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO, 2009).

Portanto, é possível solucionar, em parte, as enchentes com o acréscimo de áreas permeáveis, com o armazenamento e a utilização da água da chuva, isto é, utilizando medidas sustentáveis onde estejam incluídos conhecimentos prévios de impactos ambientais, sociais e econômicos (KOBAYASHI, 2008).

As iniciativas de implantar a drenagem urbana sustentável no Brasil ainda são vistas como princípios e ideais de uma drenagem futura. Acredita-se que com projetos sustentáveis com tempo de retorno de longo prazo, seja possível introduzir esta dinâmica de drenagem sustentável. Portanto, medidas deste cunho são perceptíveis em várias localidades, pois com a iniciativa do poder público e da sociedade é possível começar a desenvolver tais ideias sustentáveis.

### **2.3 Resíduos sólidos e drenagem urbana**

Os desafios presentes na gestão integrada dos resíduos sólidos no Brasil contemplam as esferas ambiental, social e econômica. A Lei nº 12.305 da Política Nacional de Resíduos Sólidos foi concebida com a intenção de promover diversas mudanças no cenário dos resíduos (CEMPRE, 2010) e, também, no manejo da drenagem urbana, conforme a Política Nacional do Saneamento Básico (BRASIL – PNSB, 2007).

A geração de resíduos sólidos no ano de 2013 foi da ordem de 76.387.200 toneladas, ou seja, uma proporção de 1,041 kg produzidos por habitante/dia. E,

aproximadamente, 20 mil toneladas por dia são descartadas de forma incorreta. Assim, quando o resíduo não é destinado ao aterro sanitário, o mesmo acaba sendo disposto de forma inadequada no meio ambiente, podendo causar diversos impactos negativos (ABRELPE, 2013).

Segundo o Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), apenas 14% dos municípios brasileiros oferecem serviço de coleta seletiva, 86% deste total, estão nas regiões Sul e Sudeste. A coleta seletiva, em 2002, atingia 192 municípios, ao passo que em 2012 alcançou 766 cidades brasileiras. A elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PGIRS) é de extrema urgência para promover a coleta, o transporte e o destino final adequado dos resíduos. Com programas, como o Recicla Brasil, a meta é atingir, em torno, 73% de prestação dos serviços de coleta, de transporte e de destinação dos resíduos sólidos para aterros sanitários. Além do objetivo de atender 59% dos habitantes com coleta seletiva, propondo, desta forma, uma melhora na recuperação, reutilização e reciclagem dos resíduos (CEMPRE, 2013).

No Brasil, o problema dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é preocupante, pois o descarte inadequado acarreta impactos sobre a drenagem urbana. Os sólidos quando chegam à rede drenagem urbana na sua maioria acumulam devido à falta de eficiência da cobertura da coleta de lixo; da falta de limpeza urbana; da má disposição do resíduo pela população e a das precipitações (TUCCI, 2005).

É visível que a produção dos resíduos sólidos dispostos no meio ambiente são quantidades maiores do que o ambiente pode assimilar. De acordo com Wong (2000), a poluição ambiental aumentou, nos últimos 30 anos, em virtude da fabricação de itens residenciais, comerciais ou industriais de embalagens não descartáveis. Já, Mercedes (1997) ressalta que, na maior parte dos casos, quanto maior o padrão de vida, maior será a geração de resíduos sólidos, conforme a diversificação das atividades econômicas e do índice de verticalização de um local.

Bidone e Povinelli (1999) salientam que, em relação à composição dos resíduos, nos países com maior desenvolvimento, a geração de resíduos com possível aplicação de reciclagem é superior na comparação com países mais pobres, propiciando um desperdício mais baixo.

A limpeza urbana é o fator mais preponderante na correlação dos resíduos sólidos com a rede de drenagem urbana, uma vez que a varrição trata de retirar os resíduos despejados no solo, evitando o entupimento do sistema de drenagem de águas pluviais. A varrição, por si, é o que tem mais influência no serviço de limpeza de logradouros públicos, já que quando o resíduo está disposto na sarjeta, o material acaba escoando, em boa parte, para a boca de lobo. Considera-se, dessa forma, a importância desse tipo de serviço com base no conhecimento de pesquisas que quantificam os resíduos na rede de drenagem (NEVES, 2006).

Assim sendo, os fatores que dificultam a implantação a gestão de riscos, são: os tipos de inundações, a carência de dados hidrológicos, a dificuldade de quantificação dos prejuízos, o nível de participação da comunidade, o tipo de sistema de drenagem, a poluição difusa e os resíduos sólidos. Em relação, aos resíduos sólidos, existe a sobrecarga do lixo escoado juntamente com as águas pluviais, que dificulta o gerenciamento da macrodrenagem. Além do mais, os sedimentos que são transportados com as águas pluviais acarretam em processos de colmatção, entupimento e acúmulo de lodo nos sistemas de micro e macrodrenagem (GRACIOSA e MENDIONDO, 2013).

#### **2.4 Inundações, alagamentos e enchentes**

Conforme Goerl e Kobayama (2005), o termo enchente significa o escoamento com vazão máxima, sem riscos de extravasamento do canal, ou seja, o escoamento atinge o leito normal do rio. Já, o termo inundação representa o extravasamento do canal para as áreas ribeirinhas, isto é, a inundação atinge o leito maior do canal. E, os alagamentos são o extravasamento de galerias do sistema de microdrenagem antes de atingir o curso da água.

Já de acordo com Pompêo (2000), as enchentes são fenômenos naturais que ocorrem devido às chuvas de amplitude elevada. Este efeito adverso nas áreas urbanas pode ser decorrente de longos períodos de retorno ou podem ser ocasionados devido aos transbordamentos dos cursos da água, ou ainda, devido ao uso e ocupação dos solos.

Conforme Crichton (1999), os riscos de inundação, nas bacias hidrográficas, são proporcionados devido a probabilidade de ocorrência de algum tipo de dano. Os possíveis danos dependem de três elementos: a ameaça, a vulnerabilidade e a exposição.

A *ameaça* é a probabilidade de ocorrência de um fenômeno com determinada magnitude. A diminuição da ameaça baseia-se na mitigação do acontecimento da cheia que gera a inundação, pois pode ser executada através de medidas estruturais ou não estruturais, com o intuito de diminuir a ocorrência da inundação. A *vulnerabilidade* avalia o quanto o sistema é suscetível à ocorrência do acontecimento com o dano potencial. E, a *exposição* é a distância a que o sistema se localiza do acontecimento que está prestes a acontecer. A diminuição da exposição fundamenta-se nas medidas de zoneamento, conscientização e fiscalização (GRACIOSA e MENDIONDO, 2013).

Neste contexto, a gestão de riscos de desastres naturais está sendo aprimorada à medida que as perdas a eles associados alcançam proporções insustentáveis, na perspectiva socioeconômica. O gerenciamento de riscos é um método que visa diminuir as perdas e os danos em decorrência de inundações por meio da atenuação da exposição, da vulnerabilidade e da ameaça. Além disso, o gerenciamento da drenagem urbana, considerado parte da gestão de riscos, é o elemento que tem como principal abrangência na fase de mitigação nas ações antes do evento e nas ações para a redução da ameaça e vulnerabilidade (GRACIOSA e MENDIONDO, 2013).

Conforme salienta Mendiondo (2006), as cidades do Brasil carecem de políticas públicas de gerenciamento e planejamento adequadas à atenuação de danos ambientais. A falha das políticas de gerenciamento de inundações acarreta em perdas de vidas humanas, bens materiais e nos ciclos viciosos de pobreza relacionada à falta de gerenciamento.

No caso do Município de Pelotas, conforme Hansmann (2013), estando em um local sujeito à possíveis inundações, em função da urbanização ter crescido ao longo da margem esquerda do Canal São Gonçalo, a cidade carece de políticas de gerenciamento. A ocupação antiga destas regiões que, atualmente são conceituadas

como Áreas de Preservação Permanente (APP) decorrentes da invasão urbana irregular, acarretou em constantes inundações, alagamentos e enchentes. A partir de 1950, a Prefeitura de Pelotas, através do extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) iniciou um projeto de 5 importantes obras. Estas medidas não sanaram os problemas de alagamentos, pois na década de 1970, persistiram os alagamentos e as enchentes nas zonas próximas do Canal São Gonçalo. Na década de 1980, foram implantados mais projetos, no bairro Fragata e nas proximidades do Canal Santa Bárbara. Além disso, em 1989, foram elaborados 33 projetos com o intuito de amenizar os prejuízos referentes a drenagem urbana. Entretanto, o Município não recebeu recursos e boa parte destas obras não foram executadas. Desta forma, a Prefeitura de Pelotas necessita de um novo plano de drenagem urbana.

Portanto, compreende-se que através de um crescimento desordenado da população em áreas de cotas altimétricas baixas, a sociedade e o poder público estão gerando gastos com medidas paliativas. São necessárias políticas públicas de gerenciamento e planejamento adequadas, conforme a necessidade de cada localidade. Apesar da Cidade de Pelotas, contar com um sistema de *polders*, o mesmo necessita de manutenção constante, pela razão de ocorrer os descartes de resíduos sólidos na rede de microdrenagem, onde posteriormente, através de escoamento pluvial, os resíduos são conduzidos para a rede de macrodrenagem. A incorporação de um sistema que solucione o problema dos resíduos sólidos na rede drenagem seria um dos principais fatores para amenizar os efeitos da má drenagem urbana, tais como, os alagamentos, as enchentes e as inundações.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Descrição da área de estudo

O Município de Pelotas localiza-se na região Sul do Brasil, ao sul do Estado do Rio Grande do Sul, latitude 31°46'19" S e longitude 52°20'3" N. Segundo estimativas do IBGE (2014), Pelotas tem uma população, de aproximadamente, 342.053 habitantes. Sua densidade demográfica é cerca de 203,89 hab/km<sup>2</sup>, com uma área da unidade territorial brasileira de 1.610,084 km<sup>2</sup>. A Figura 1, mostra a localização da Cidade de Pelotas-RS.

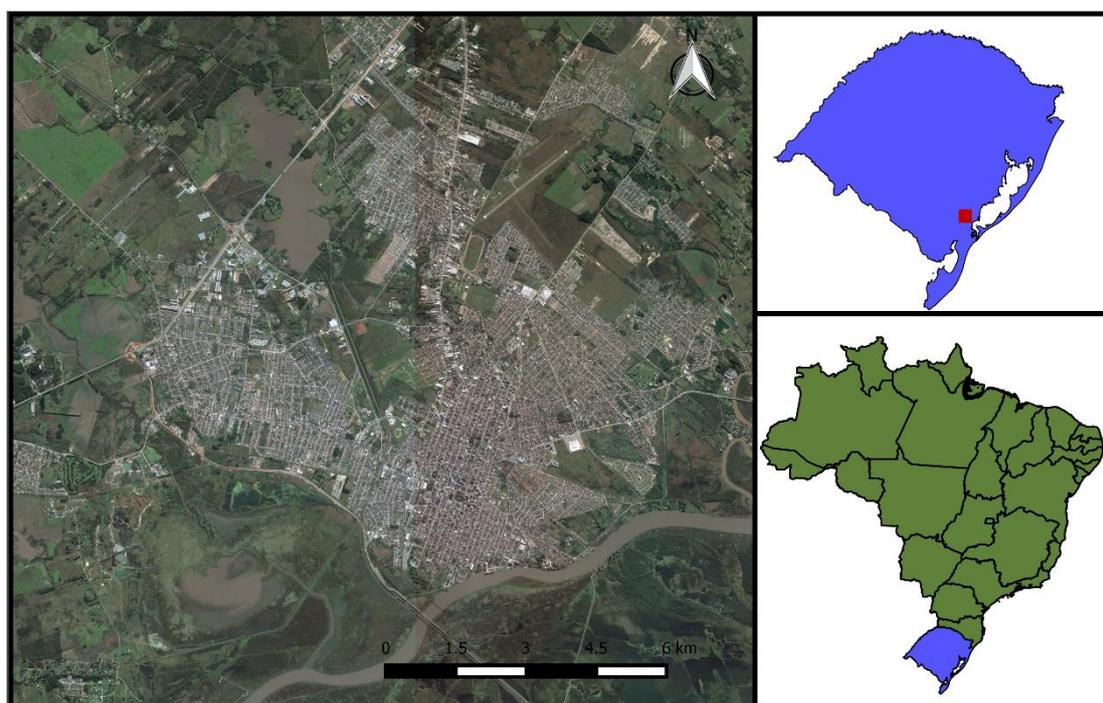


Figura 1: Área de Estudo – Pelotas – Rio Grande do Sul.

Fonte: DALTOE, M.F. (2015). Imagem Google Satellite via QGIS.

A Cidade de Pelotas encontra-se a 7 metros acima do nível médio do mar, situada às margens do Canal São Gonçalo e na área urbana existem as bacias hidrográficas do Pepino, do Pelotas, da Santa Bárbara, do Moreira/Fragata e da Costeira/Laranjal que apresentam uma topografia, predominantemente, plana, com poucos declives (SILVA, 2007). A seguir, a Figura 2, ilustra as bacias urbanas do município.

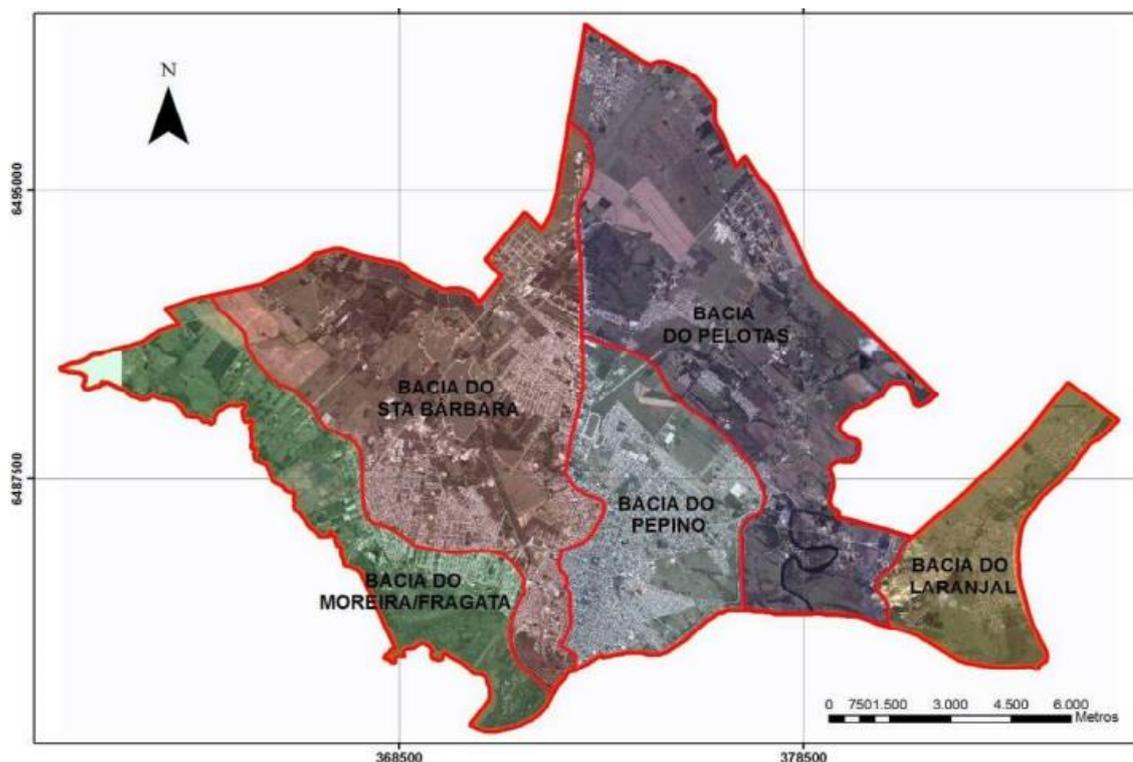


Figura 2: Bacias hidrográficas urbanas do Município de Pelotas.

Fonte: XAVIER, 2010.

Os sistemas de micro e macrodrenagem urbana e de proteção contra enchentes estão inteiramente ligados ao perfil e a altitude do relevo urbano, com poucas declividades que por sua vez, dificultam o escoamento pluvial. Isso se tornou mais grave devido a ocupação das áreas de cotas baixas, com solos de baixa capacidade de infiltração natural e diminuição das áreas de banhado. Com isso, ocorrem repetidos casos de alagamentos por causa das chuvas intensas (XAVIER, 2010).

O relevo da área urbana mostra que as baixas cotas altimétricas estão próximas do nível do São Gonçalo, tornando necessário a execução parcial, no período de 1940 a 1990, do Sistema de Drenagem e Proteção contra Enchentes de Pelotas, que visa proteger a cidade das enchentes do Canal São Gonçalo. Este sistema de macrodrenagem baseia-se em um conjunto de *polders*, protegidos por diques, localizados às margens do curso d'água. Assim, a drenagem pluvial é feita por meio de estações de recalque nas baixadas e por gravidade nas zonas altas, através de canais de refluxo, para os canais de macrodrenagem. O acionamento do sistema de bombeamento é realizado sempre quando o nível da água externo às áreas

protegidas se apresenta mais elevado, impedindo o escoamento por gravidade (ROTARY, 2001). A Figura 3, ilustra os canais de macrodrenagem.

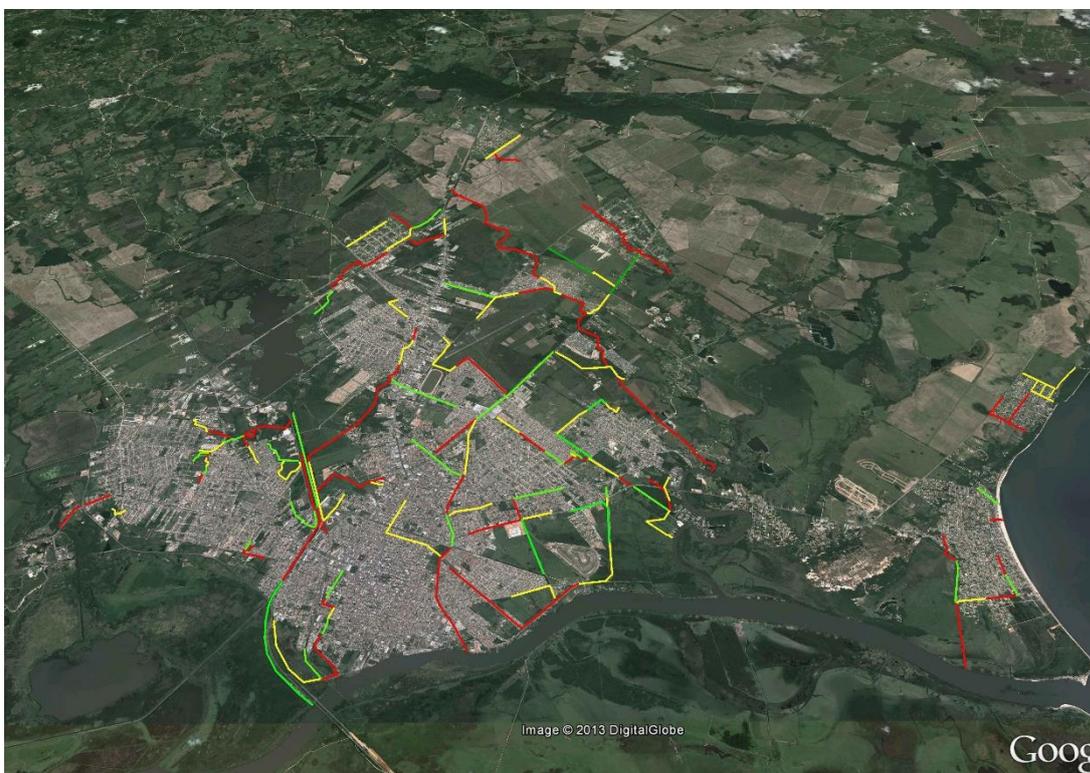


Figura 3: Mapa dos Canais de Macrodrenagem Urbana. Amarelo: Responsabilidade da secretaria de obras e serviços urbanos (SOSU), Verde: Limpeza realizadas pelo Departamento de Bueiros e Vermelho: Limpezas a serem realizadas pelo Departamento de Bueiros.

Fonte: SANEP – Imagem base: Google Earth – Arte: Divisão de Estatísticas e Divulgação – MAR/2014.

O sistema de macrodrenagem de Pelotas é composto por oito casas de bombas: a casa de bombas do Anglo, a casa de bombas do Castilho, a casa de bombas do Doquinhas, a casa de bombas do Farroupilha, a casa de bombas do Simões Lopes, a casa de bombas do Pontal da Barra, a casa de bombas da Zona Leste e a casa de bombas da Zona Sul.

Apesar de Pelotas contar com essas medidas, os alagamentos e enchentes são recorrentes, pois o sistema apresenta fragilidades e falhas, além da inadequada ocupação das áreas baixas, sujeitas às inundações (XAVIER, 2010). Como pode-se observar no evento ocorrido, no ano 2004, reforça a existência dos alagamentos, das perdas materiais e os problemas de saúde pública que são causados pela presença de entulhos, de resíduos orgânicos, de roedores e vetores que transmitem doenças.

Neste contexto, a presente pesquisa busca a caracterização de dados qualitativos dos resíduos sólidos presentes na rede de microdrenagem e macrodrenagem do Município de Pelotas, no período do agosto a novembro de 2014.

O ponto de partida do trabalho foi identificar os pontos de micro e macrodrenagem. Na rede de microdrenagem foram verificados 11 pontos distintos, conforme a demanda da população, ou seja, quando existem pontos de alagamentos em microdrenos. O contato é feito via ligações para o Departamento de Bueiros que, posteriormente, executará a desobstrução. Na macrodrenagem, foi realizada a caracterização de dois pontos: Casas de Bombas do Anglo e da Casa de Bombas do Leste, observados em 8 análises simultâneas ao longo da pesquisa. Foram posteriormente, caracterizados os resíduos sólidos presentes na drenagem urbana. E, por fim, a sistematização dos dados. A Figura 4 ilustra a ordem de pesquisa.



Figura 4: Evolução das etapas da pesquisa.

### **3.2 Softer e banco de dados**

Para a visualização dos pontos de macro e microdrenagem foi utilizado o software livre Quantum GIS 2.4 – QGIS (Figura 5), um Sistema de Informação Geográfica (SIG), licenciado sob a “GNU General Public License”. O SIG de acordo com Cowen (1988) é um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas à problemas.

Através do Quantum GIS foi possível utilizar dados matriciais (imagens de satélite) atrelados a um sistema de referência geodésico. Dessa forma, definiu-se a localização do ponto observado sobre a superfície terrestre. Isso possibilitou obter maior conhecimento acerca do ambiente e do relacionamento com o fenômeno pesquisado, assim como posterior representação do conhecimento através de mapas.

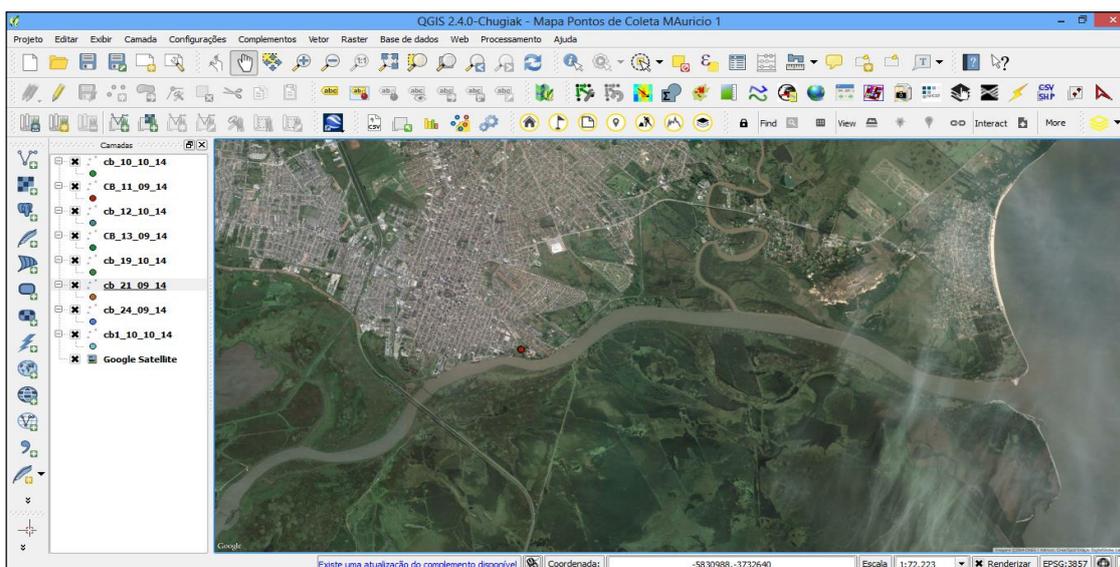


Figura 5 – Exemplo de Figura: Quantum GIS 2.4.0.

Através do complemento *Openlayers plug-ins* do software QGIS utilizou-se uma imagem multiespectral diretamente do banco de imagens Google que atende uma escala 1:2500, da região de Pelotas, georreferenciada ao Datum WGS-84 no sistema de projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator) fuso 22S.

A utilização das representações cartográficas através das imagens de satélite e do software QGIS permitiu uma visualização mais rápida da disposição dos pontos de coleta. Essa é uma ferramenta muito útil para a apresentação de problemas, pois apresenta uma visão mais realística e, permite gerar subsídios para a busca de soluções pelos órgãos gestores.

### 3.3 Seleção da amostra e descrição da coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio das análises preliminares dos resíduos sólidos encontrados na rede de microdrenagem e na macrodrenagem. O método utilizado, para caracterizar os resíduos sólidos, foi através de um formulário que foi gerado com objetivo de identificar os diferentes tipos de resíduos, os quais são classificados conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004) e Neves (2006), de acordo com a Tabela 1.

Resíduo	Classe do Resíduo (NBR 10.004)	Descrição
Plástico 1	II-B	Sacolas de supermercados, embalagens de salgadinhos, embalagens diversas, material de campanha política, entre outros.
Plástico 2	II-B	Garrafas de aguardente, embalagens rígidas, potes de margarina, potes diversos, copos de refrigerante, capacete, entre outros.
PET	II-B	Garrafas de refrigerante, de água mineral.
Vidro	II-B	Garrafas de cerveja, garrafa de azeite, garrafa long neck.
Papel e Papelão	II-A	Restos de jornais, caixa de leite, caixa de ovos, panfletos.
Isopor	II-B	Oriundos da proteção de diversos produtos frágeis (remédios, aparelhos e máquinas).
Trapos	II-B	Restos de roupas, tênis, sapatos.
ALA	II-B	Aço, latas, alumínio, ferro.
Madeira	II-B	Movéis (mesa, cadeira, sofá, armário), galhos de árvore, folhas.
Matéria Orgânica	II-B	Vegetação, areia, sedimento, restos de comida.
Borracha	II-B	Pneus e similares.
Contaminantes Químicos	I	Pilhas Alcalinas e comuns, lâmpadas fluorescentes, incandescentes.
Outros	II-B	Pedaços de cerâmica, espuma, terra, pedra.

Tabela 1: Classificação dos resíduos sólidos.

Fonte: Neves (2006), NBR 10004 (2004).

Na rede de microdrenagem, foi realizada a limpeza dos microdrenos junto ao Departamento de Bueiros – SANEP. A manutenção dos pontos, onde há interrupção da rede, é realizada conforme a demanda da população. Assim, os pontos de microdrenagem que fazem parte do estudo não contêm informações registradas no Departamento de Bueiros, a respeito da periodicidade da limpeza, bem como, dos

possíveis poluentes difusos, dos resíduos sólidos e dos sedimentos que provocam a obstrução da rede de drenagem urbana.

A desobstrução destes microdrenos é feita por meio do hidrojateamento, que faz o desbloqueio dos bueiros entupidos, e do caminhão desentupidor que faz a sucção do sedimento na caixa de inspeção.

O estudo é composto por 11 Pontos de microdrenagem, localizados em diferentes locais. Na maioria dos casos, os principais lugares identificados, são vias públicas asfaltadas ou pavimentadas por pedras irregulares. Estes pontos foram georreferenciados, conforme demonstrado nas Figuras 6 a 16.

O Primeiro Ponto analisado, está localizado no Centro da Cidade, mais precisamente na Rua Marechal Deodoro esquina com a Rua Três de Maio. Neste local, foi realizada a limpeza do microdreno e a caracterização dos resíduos sólidos, no dia 25 de agosto de 2014. Conforme mostra a Figura 6.



Figura 6: Localização do Ponto 1.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Segundo Ponto está localizado na Praça 20 de Setembro, área central, foi realizada a limpeza do bueiro de travessia e, também, de duas caixas de inspeção, no dia 26 de agosto de 2014. Conforme ilustrado na Figura 7.

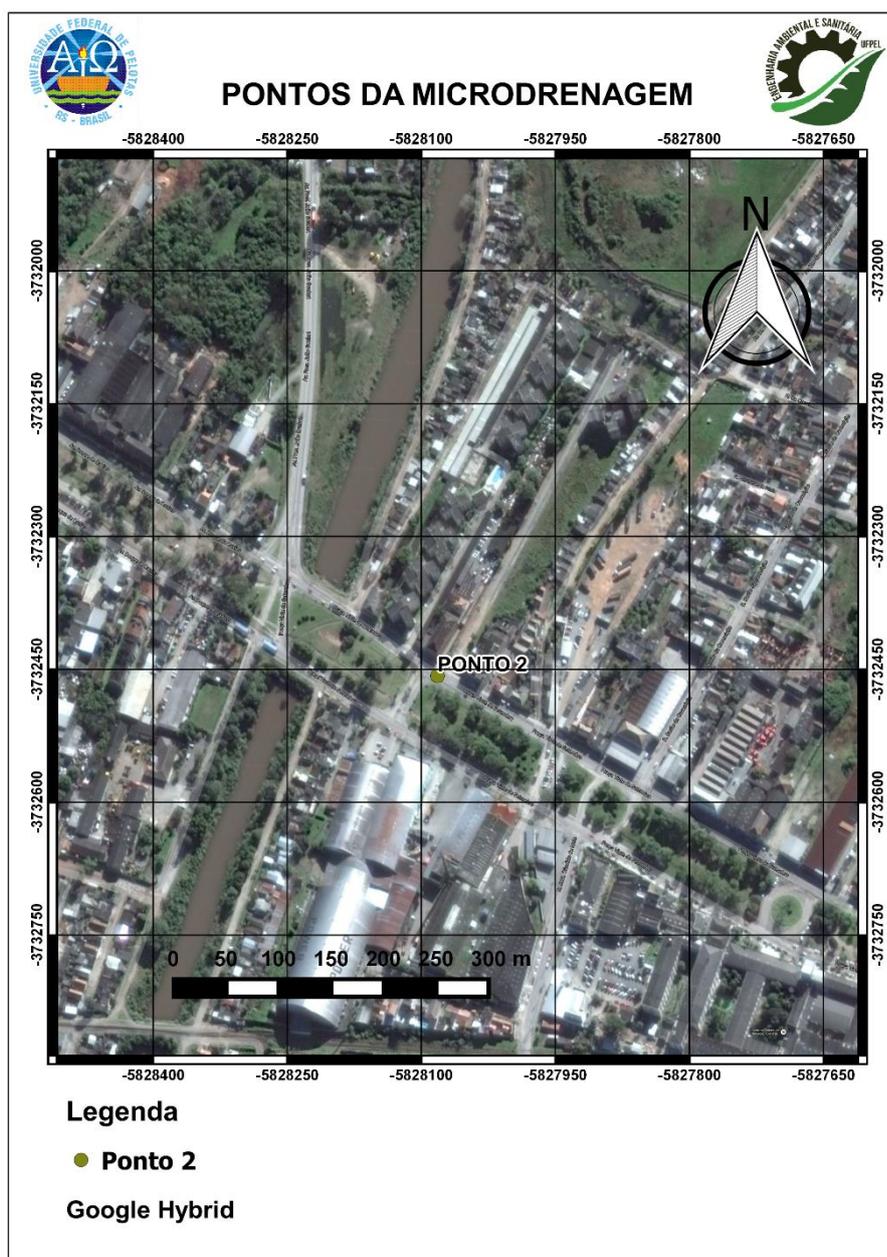


Figura 7: Localização do Ponto 2.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Terceiro Ponto analisado, está localizado no bairro Três Vendas, sub-bairro Santa Terezinha, onde se realizou a manutenção do microdreno, no dia 27 de agosto de 2014, conforme mostra a Figura 8.



Figura 8: Localização do Ponto 3.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Quarto Ponto está localizado no Bairro Areal, local onde foi realizada a manutenção das caixas de inspeção e dos bueiros de travessia, no dia 01 de setembro de 2014, conforme mostra a Figura 9.



Figura 9: Localização do Ponto 4.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Quinto Ponto, analisado em 03 de setembro de 2014, no Bairro Três Vendas, neste local foi realizada a manutenção do dreno, conforme ilustrado na Figura 10.

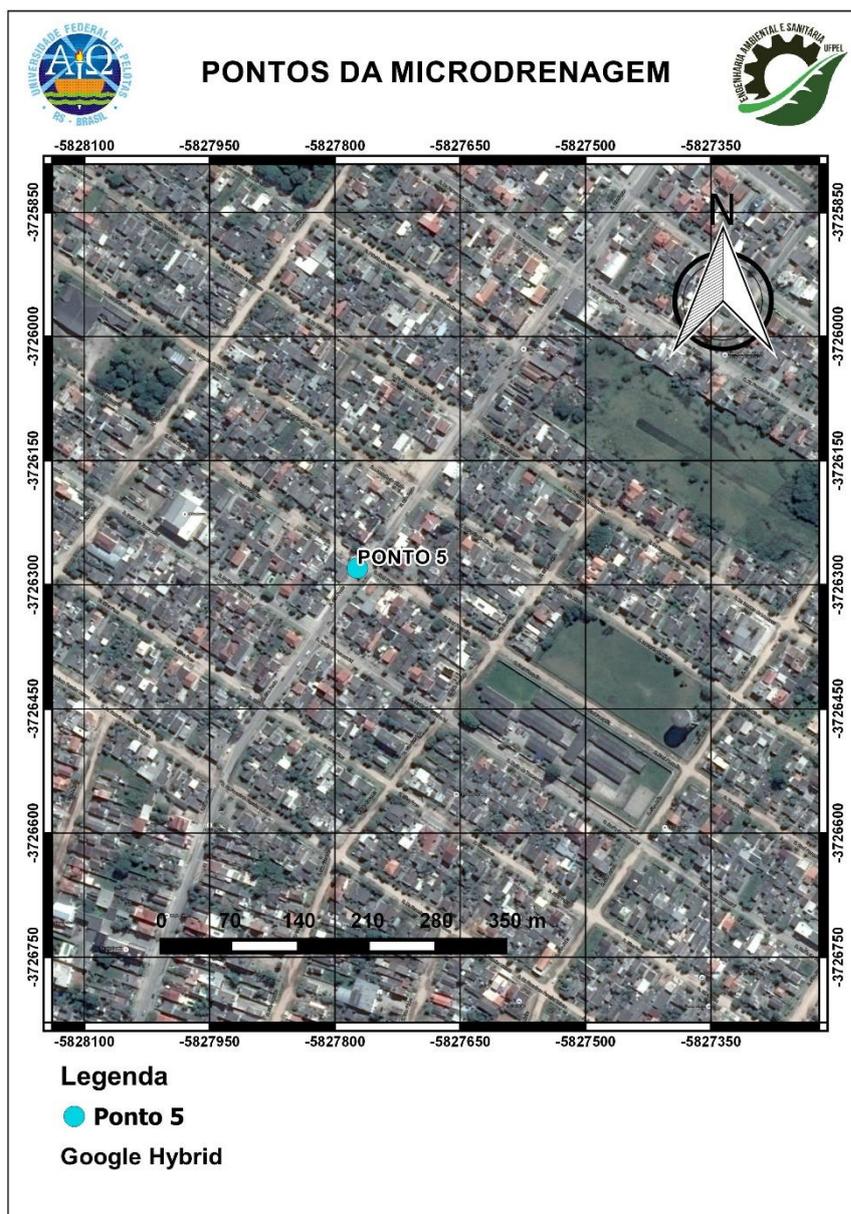


Figura 10: Localização do Ponto 5.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Sexto Ponto está localizado na área central da cidade, na Rua General Osório esquina com Rua Benjamin Constant, foi inspecionado na data 05 de setembro de 2014, conforme mostra a Figura 11.



Figura 11: Localização do Ponto 6.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Sétimo Ponto está localizado no Bairro Areal, na Rua Dr. Álvaro Barcelos esquina Av. Domingos de Almeida foi analisado em 11 de setembro de 2014, conforme mostra a Figura 12.

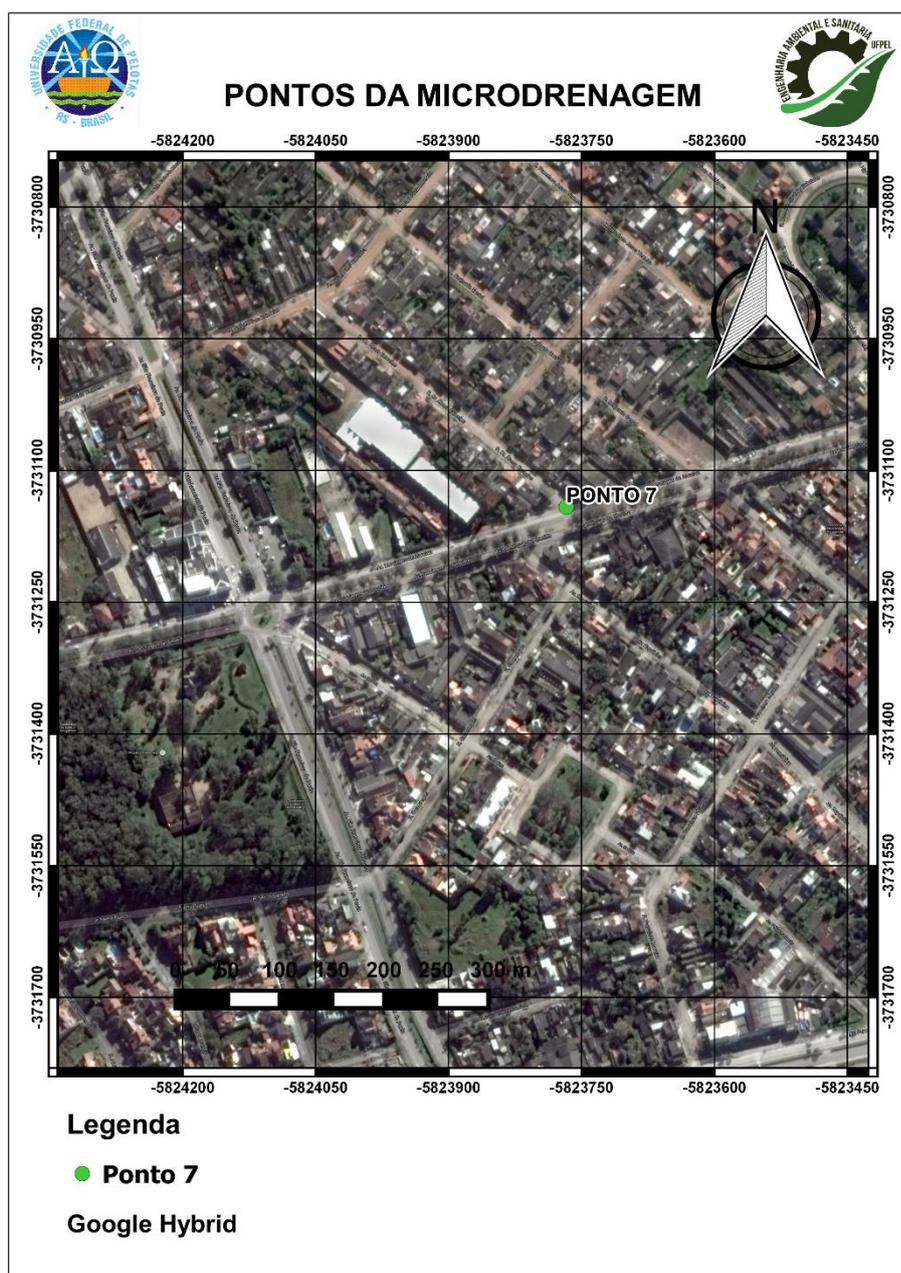


Figura 12: Localização do Ponto 7.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Oitavo Ponto, localizado na Rua Coronel Afonso Emilio Massot esquina com a Rua Silva Jardim, avaliado em 16 de setembro de 2014, conforme mostra a Figura 13.

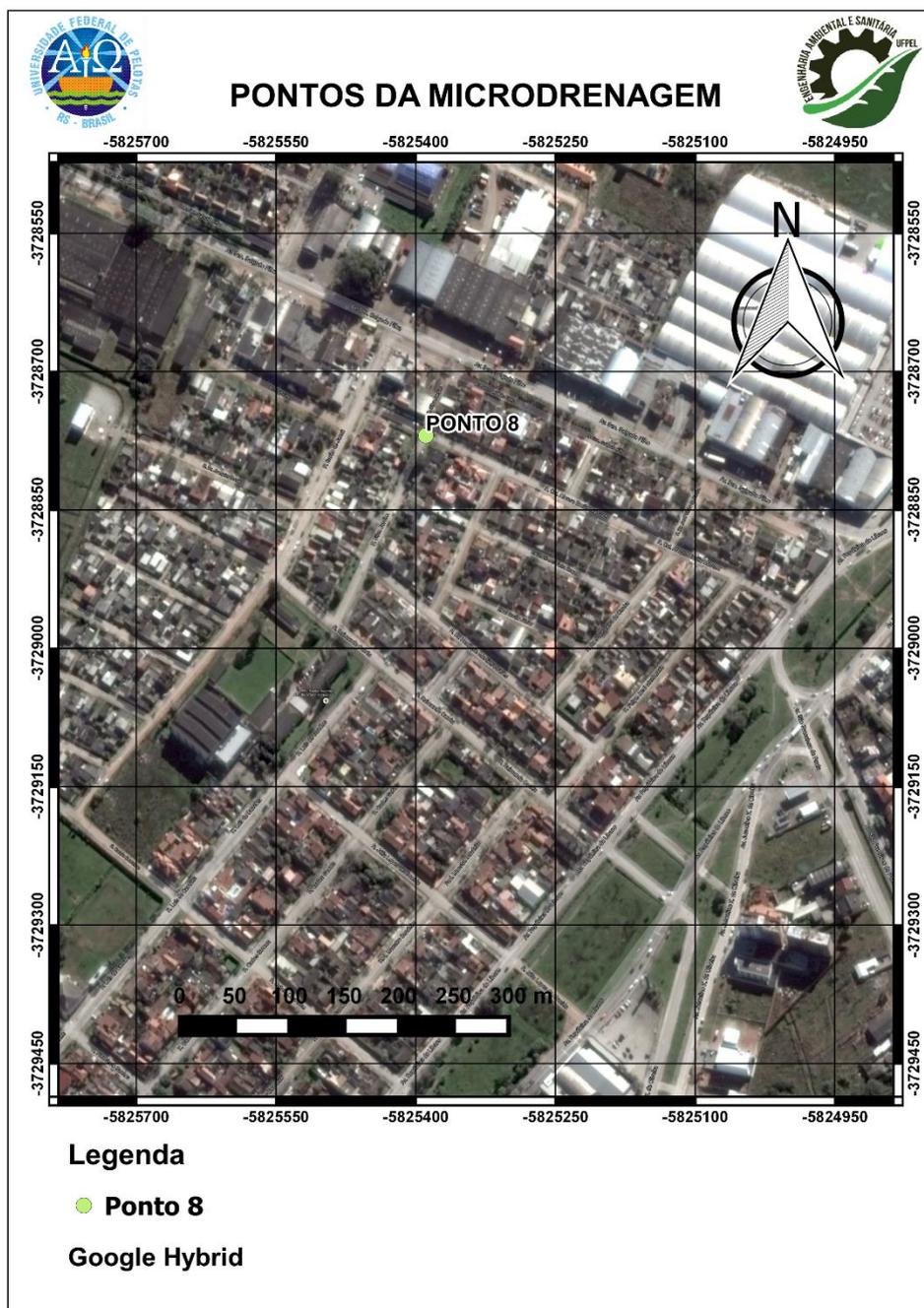


Figura 13: Localização do Ponto 8.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Nono Ponto, localizado no Bairro Fragata, na Rua Cipriano Mascarenhas esquina com a Rua Manuel Lucas de Oliveira, foi inspecionado na data de 02 de outubro de 2014. Conforme mostra a Figura 14.



Figura 14: Localização do Ponto 9.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Décimo Ponto, localizado no bairro Areal, sub-bairro Fátima, na Rua Olavo Afonso Alves esquina com Rua Frederico Trebi, foi analisado em 03 de outubro de 2014. Conforme é possível visualizar na Figura 15.

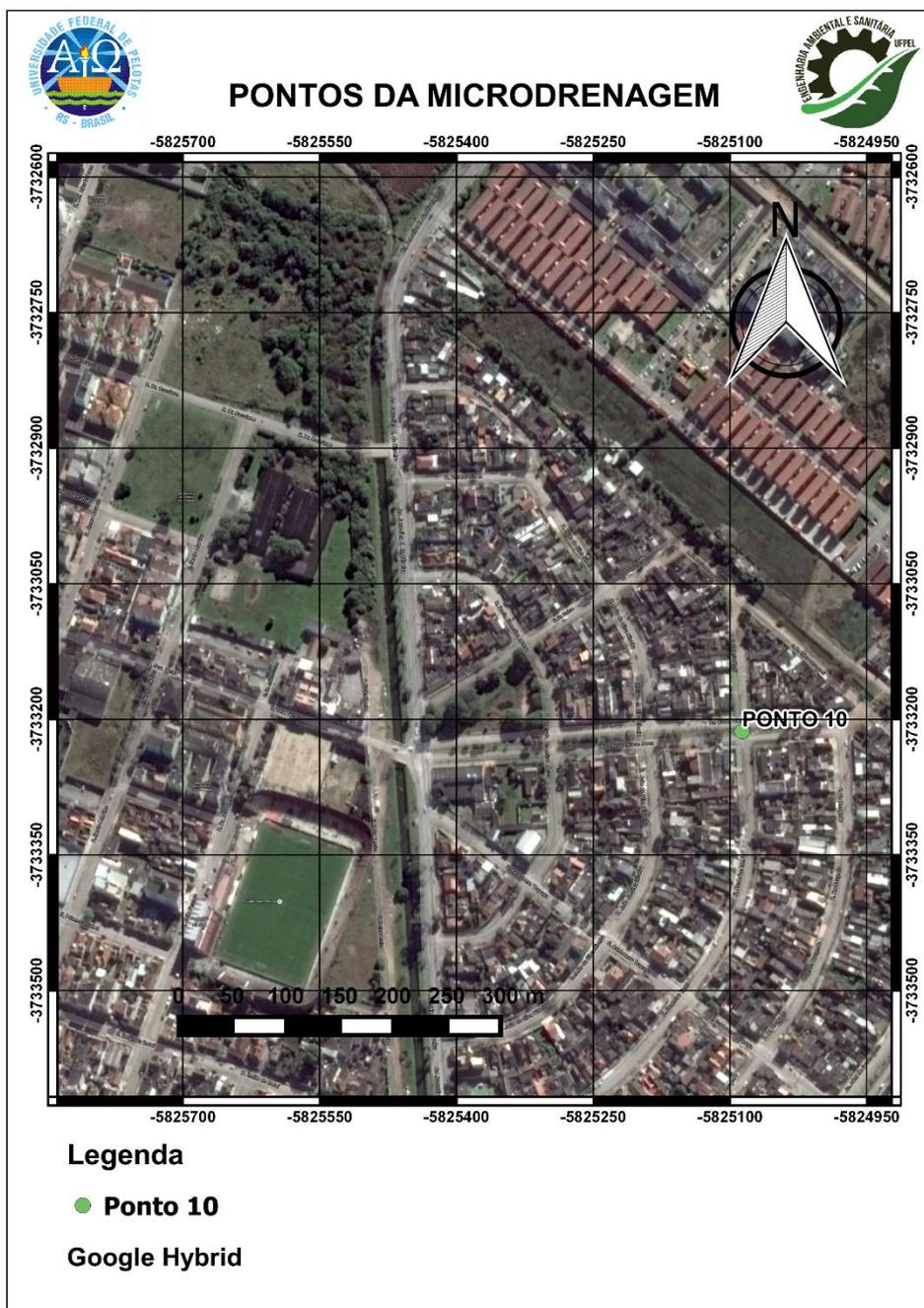


Figura 15: Localização do Ponto 10.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

O Décimo Primeiro Ponto localizado no Centro da Cidade, na Rua Gonçalves Chaves esquina com a Rua Três de Maio, foi realizado a inspeção em 19 de outubro de 2014. Conforme mostra a Figura 16.

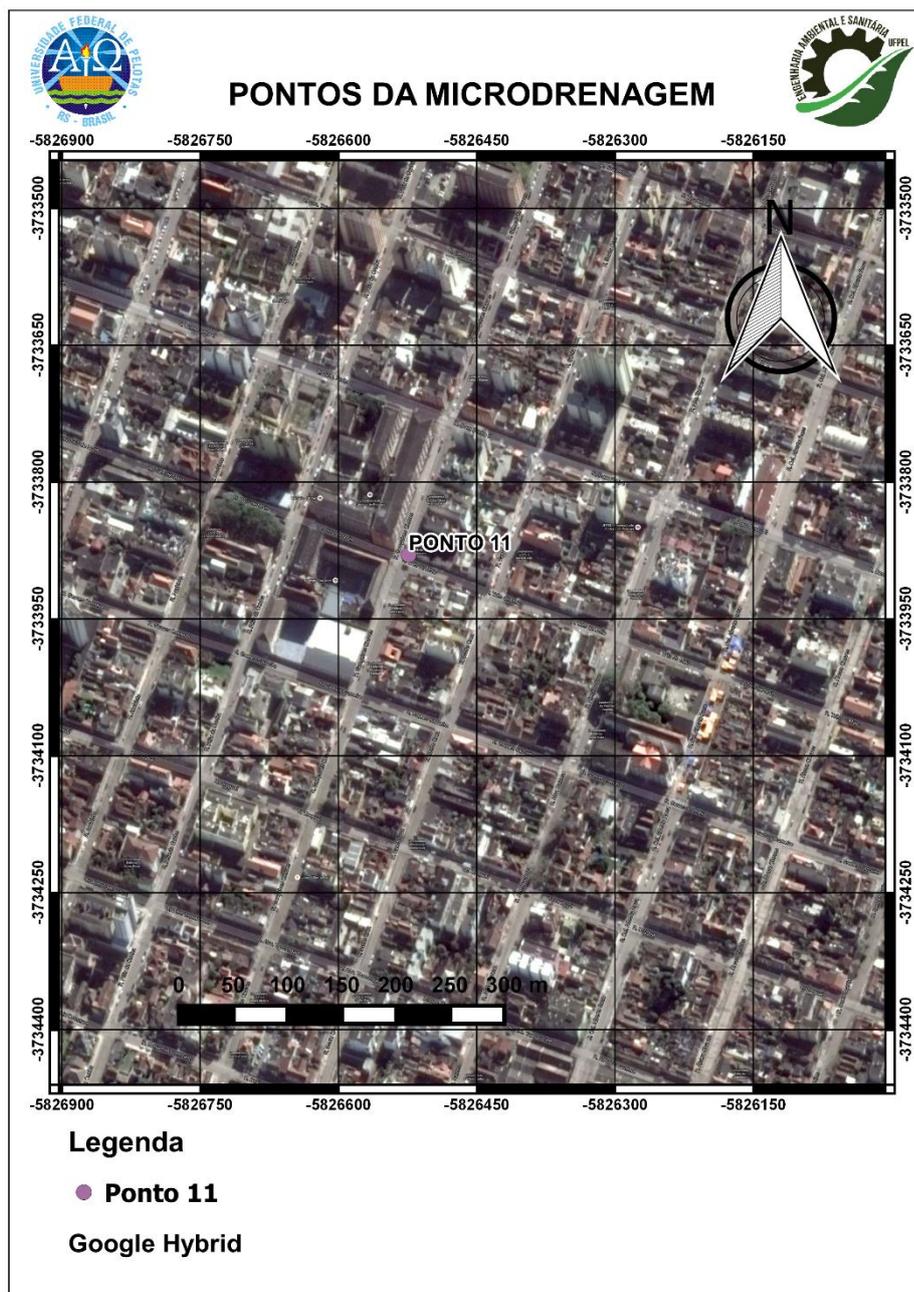


Figura 16: Localização do Ponto 11.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

De acordo com a Figura 17, é possível perceber que foram levantados 05 pontos na Bacia do Arroio Santa Bárbara, 05 pontos na Bacia do Pepino e 01 ponto na Bacia do Fragata.

Os pontos de macrodrenagem do Município de Pelotas selecionados para este estudo foi uma indicação do Setor de Assessoria de Planejamento do SANEP, no qual, o principal motivo para isso ter acontecido foi o maior descarte de resíduos sólidos

nos canais de macrodrenagem. A coleta de dados qualitativos realizou-se em dois pontos: na Casa de Bombas do Anglo e na Casa de Bombas do Leste, contabilizando 8 vistorias “in situ”.

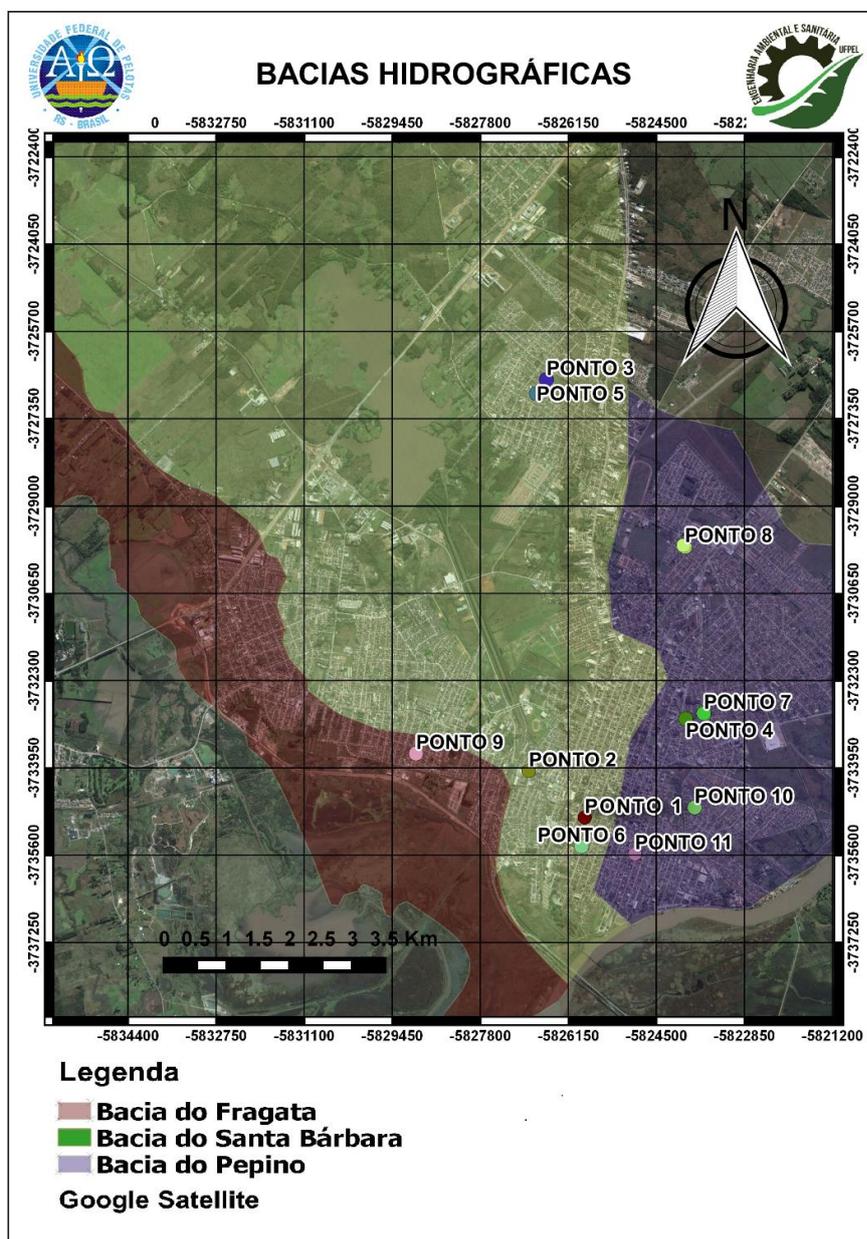


Figura 17: Delimitação dos pontos de microdrenagem nas bacias hidrográficas de Pelotas.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Satellite.

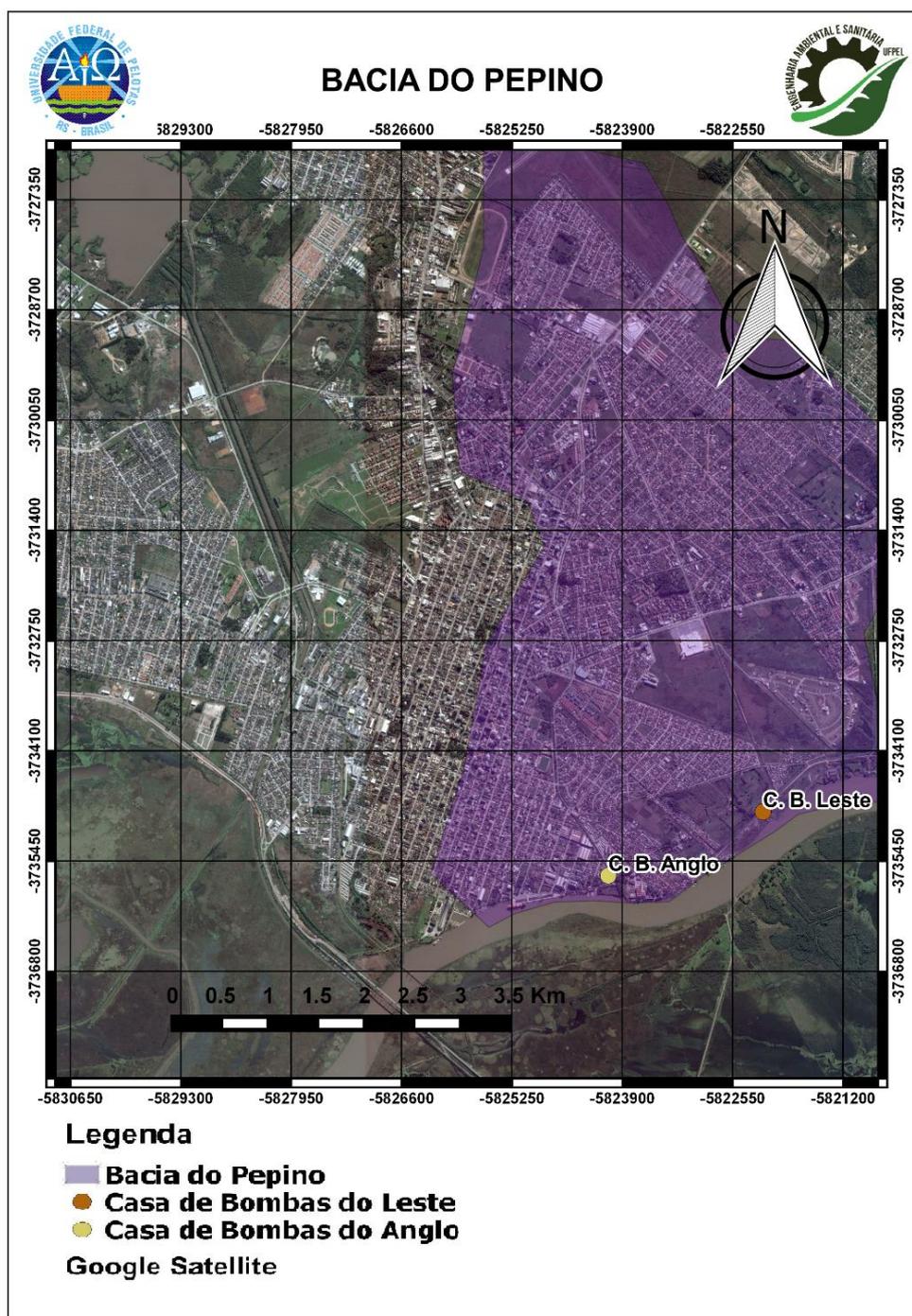


Figura 18: Delimitação da Bacia Hidrográfica do Pepino.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Satellite.

As Casas de Bombas do Anglo e do Leste estão situadas na Bacia do Pepino. Nesta Bacia, foi projetado e executado o Sistema de Drenagem e Proteção contra enchentes, neste local de várzea ocorriam inundações naturais causadas pelas cheias do São Gonçalo, as quais ainda podem ocorrer se o sistema de drenagem apresentar falhas.

A manutenção, das Casas de Bombas na Bacia do Pepino e nos canais de macrodrenagem, é necessária, especialmente, quando ocorrem chuvas intensas e, portanto, existe o transporte de resíduos sólidos, de sedimentos e de poluentes difusos que são transferidos para os canais e, conseqüentemente, para as casas de bombas.

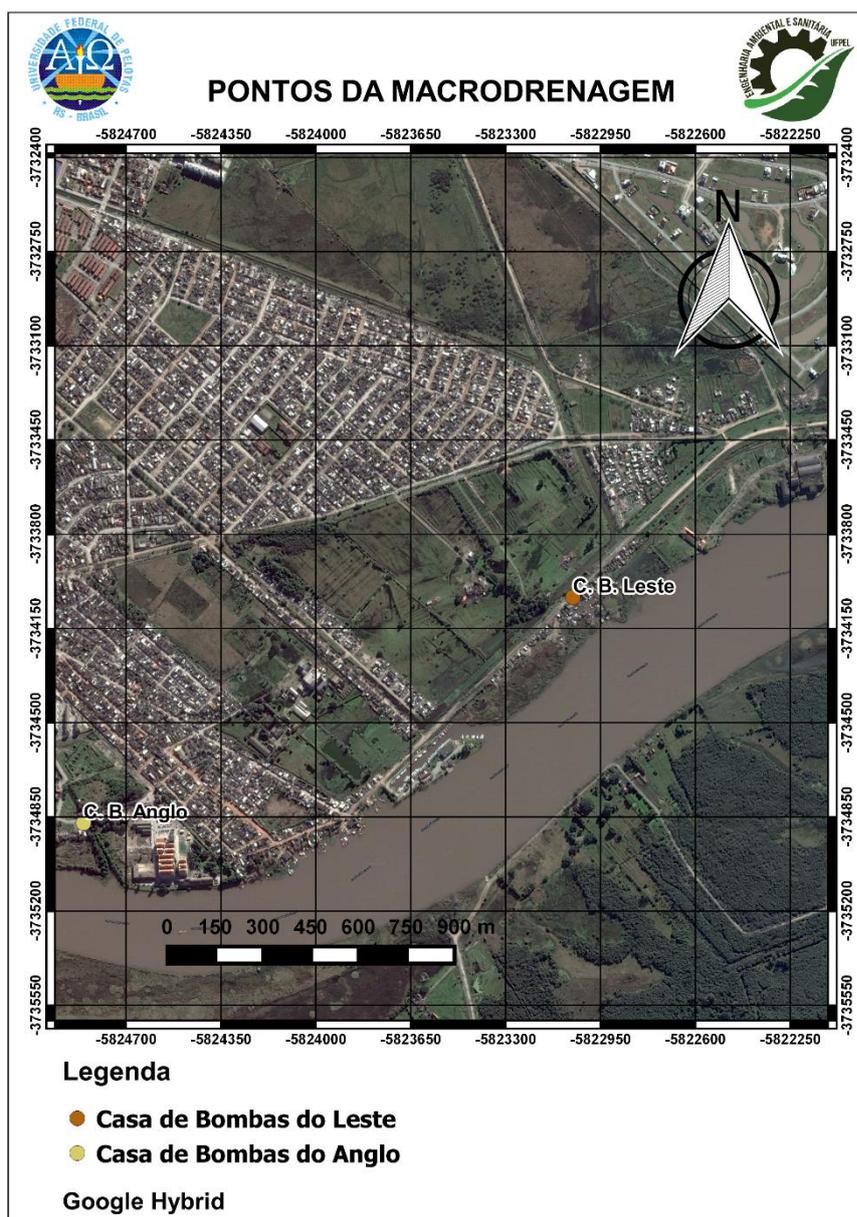


Figura 19: Localização das Casas de Bombas observadas.

Fonte: DALTOÉ, M.F. (2015). QGIS, Google Hybrid.

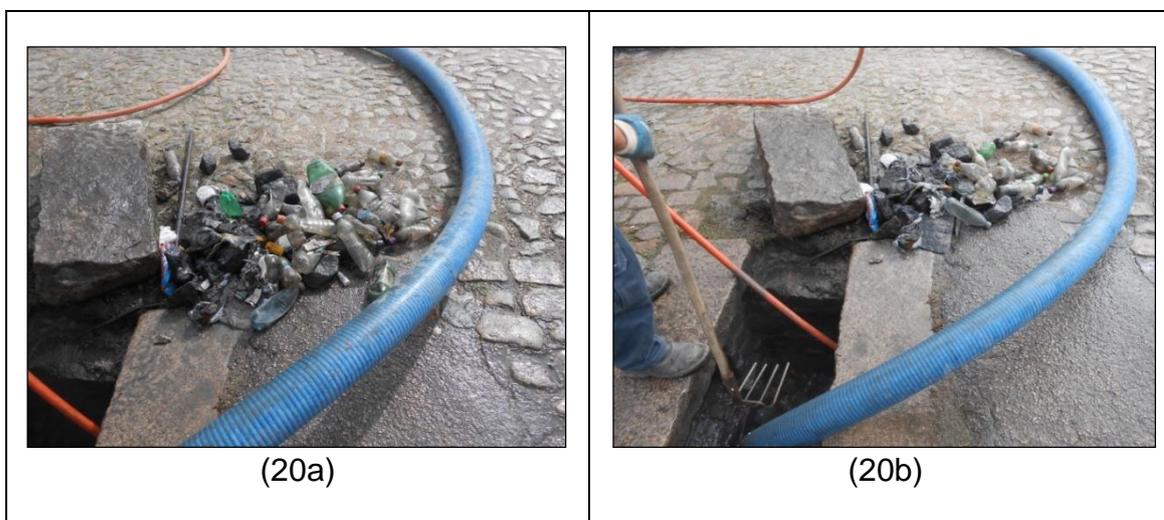
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia, por meio da caracterização dos resíduos sólidos na rede de micro e macrodrenagem foi realizada de acordo com os parâmetros já descritos na Tabela 1.

### 4.1 Resíduos sólidos na rede de microdrenagem

A Tabela 2, apresenta os diferentes pontos no total de 11 onde ocorreram a caracterizações dos resíduos sólidos na rede de microdrenagem. Os pontos observados, evidenciam a presença de diferentes classes de resíduos sólidos que prejudicam a capacidade de transporte do fluido e poluem os recursos hídricos.

No Ponto 1, foi observado uma pequena quantidade de resíduos plásticos do tipo 1 e 2, com a presença de sacolas, de embalagens de salgadinhos e doces, de tubos, de potes e de copos. A presença de garrafas PET (refrigerantes e água) foi o resíduo de maior proporção verificado. Os resíduos de isopor foram um copo de isopor e outros pedaços menores. Em relação à madeira, foi encontrado no local somente um cabo de vassoura. Encontraram-se poucos resíduos de alumínio, ou seja, apenas aço, lata e alumínio (ALA) uma embalagem de marmita. Um carpete de carro foi o único resíduo de borracha, descartado no dreno. E, por fim, sedimentos e pedras retirados da caixa de inspeção.



Figuras 20a e 20b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 1.

A presença de resíduos sólidos, neste microdreno, foi causada pelo descarte inadequado realizado pela população. Na região administrativa Centro Sul, localizada em uma área residencial/comercial, as pessoas adquirem mercadorias e, uma parte delas, descartam as embalagens nas calçadas ou nas ruas. Se, a varrição diária não ocorre, ou então se não são recolhidas estas embalagens, posteriormente, deslocam-se pela ação da chuva ou do vento, ocasionando a obstrução ou entupimento da boca de lobo.

De acordo com a Figura 17, nos Pontos 1 e 6, situados na Bacia do Arroio Santa Bárbara, a coleta seletiva se faz presente, por meio de containers. Conforme o SANEP, a Coleta Seletiva não containerizada abrange os Pontos 4, 7, 8, 10 e 11.

Tabela 2: Caracterização dos resíduos sólidos nos pontos de microdrenagem.

Resíduo	Classe	Ponto 1 25/08/14	Ponto 2 26/08/14	Ponto 3 27/08/14	Ponto 4 01/09/14	Ponto 5 03/09/14	Ponto 6 05/09/14	Ponto 7 11/09/14	Ponto 8 16/09/14	Ponto 9 02/10/14	Ponto 10 03/10/14	Ponto 11 19/10/14
Plástico 1	II-B	Sacolas, embalagens (salgados, balas).	Sacolas, lona, embalagens (salgados).	Sacolas, embalagens (salgadinho, biscoito), lona.	Sacolas, embalagens (salgadinhos, biscoitos).	Sacolas, lona, embalagens (salgados, biscoitos).	Sacolas, embalagens (salgados, salgadinhos, biscoitos, chocolates), material de propaganda política, plástico bolha.	Sacolas, embalagens (chocolates, chiclete).	Sacolas, lona, embalagem (salgado).	Sacolas, lona, embalagens (salgadinhos, biscoitos).	Sacolas, embalagens diversas.	Sacolas.
Plástico 2	II-B	Tubo flexível, copo, pote.	Copo.	Potes de iogurte, tubo PVC, copo.	Copos, prato descartável, potes, embalagens rígidas, esponja.	CD (música), potes, corda de poliéster.	Tubo de PVC, embalagens (café, bolo), copos, litros de água sanitária, forro PVC.	Embalagem rígida, copo.	Copos, potes, tubo de PVC, tampa rígida.	Forro de PVC, copos, potes, embalagem de engraxate.		Copos, Tubos de PVC, potes, peça de som automotivo.
PET	II-B	Garrafas 600 mL, 2L, água.	Garrafas 600 mL, 2L.	Garrafas 600 mL.	Garrafas água, 600 mL, 2L.	Garrafas 2L, 600 mL.	Garrafas 2L, 600 mL.	Garrafa 600 mL.		Garrafas 2L.	Garrafas 2L, 600 mL.	Garrafas 600 mL.
Vidro	II-B				Garrafas long neck, vinho.					Copos, prato.	Garrafa de espumante.	Garrafas long neck.
Papel e Papelão	II-A					Papel.	Papéis, papelão, jornais, carteira de cigarros (papel-alumínio).	Embalagem de chocolate, bituca de cigarro.			Papelão	
Isopor	II-B	Copo, pedaços diversos.	Copo, pedaços diversos.			Copo, pedaços diversos.	Grande quantidade de pedaços diversos, copos.	Pedaços diversos.	Copo, pedaços diversos.	Pote.		
Trapos	II-B					Restos de roupas.	Bola de couro.		Restos de roupas.	Bola de couro.	Restos de roupas, calçados.	Persiana de tecido.
ALA – Aço, Lata, Alumínio	II-B	Folha de alumínio.		Vergalhão de ferro, lata de alumínio (bebida).	Latas de conserva, latas de alumínio (bebidas), papel alumínio, alicate.		Cabo de vassoura, pedaços de guarda-chuva, cabo de ferro, latão de tinta, latas de alumínio.			Vergalhão de ferro.	Latas, de alumínio.	Cabo de vassoura, lata de tinta, lata de conserva, latas de alumínio.
Madeira	II-B	Cabo de vassoura	Galhos, folhas.	Madeira processada, cabo de vassoura, galhos.	Galhos, folhas.	Galhos.	Madeira processada, galhos, folhas.	Madeira processada, galhos, folhas.	Madeira processada.	Madeiras compensadas.	Madeira processada, galhos, folhas.	Galhos, folhas.
Matéria Orgânica	II-B	Sedimento.	Lodo, gramíneas.	Lodo.	Lodo, gramíneas, raízes da árvore.	Lodo, sedimento.	Restos de frutas.	Lodo, sedimento.	Lodo, Gramíneas, sedimento.	Lodo, sedimentos, gramíneas.	Lodo, pedras, sedimento.	Lodo, sedimento, osso.
Borracha	II-B	Carpete.				Sola de calçado.					Carpete.	
Contaminantes Químicos	I				Pilha alcalina.							
Outros	II-B	Pedras.		Pedras, tijolos.	Pedras.	Brita, tijolo.	Cerâmica, pedra.		Pedras, tijolos, cerâmicas.	Tijolo, pedras, xícara de porcelana.		Cerâmica, pedras, tijolo, pedaço de telha.

Quadro 1: Incidência dos resíduos sólidos na microdrenagem.

Resíduo	Classe	Ponto 1 25/08/14	Ponto 2 26/08/14	Ponto 3 27/08/14	Ponto 4 01/09/14	Ponto 5 03/09/14	Ponto 6 05/09/14	Ponto 7 11/09/14	Ponto 8 16/09/14	Ponto 9 02/10/14	Ponto 10 03/10/14	Ponto 11 19/10/14
Plástico 1	II-B											
Plástico 2	II-B											
PET	II-B											
Vidro	II-B											
Papel e Papelão	II-A											
Isopor	II-B											
Trapos	II-B											
ALA - Aço, Lata, Alumínio	II-B											
Madeira	II-B											
Matéria Orgânica	II-B											
Borracha	II-B											
Contami- nante Químico	I											
Outros	II-B											

Tabela 3: Frequência dos resíduos sólidos na microdrenagem.

Resíduo	Plástico 1	Madeira	Matéria Orgânica	Plástico 2	PET	Outros	Isopor	ALA - Aço, Lata, Alumínio	Trapos	Vidro	Papel e Papelão	Borracha	Contaminante Químico
Frequência (%)	100	100	100	90,91	90,91	72,72	63,63	63,63	54,54	36,36	36,36	27,27	9,09

A prestação do serviço de coleta seletiva pelo órgão público atinge 63,63%, nos pontos de microdrenagem avaliados, nesta análise preliminar.

Nos Pontos 2, 3, 5 e 9, a coleta é convencional, ou seja, os resíduos sólidos são coletados porta-a-porta, posteriormente, o resíduo é compactado no próprio veículo de transporte e, desta forma, todo resíduo é encaminhado ao aterro sanitário. Conforme a PNRS, as empresas, a população e o poder público devem compartilhar as responsabilidades do resíduo gerado (BRASIL – PNRS, 2010). Assim, o Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Pelotas aparenta estar sendo ineficiente nos aspectos estruturais e educacionais.

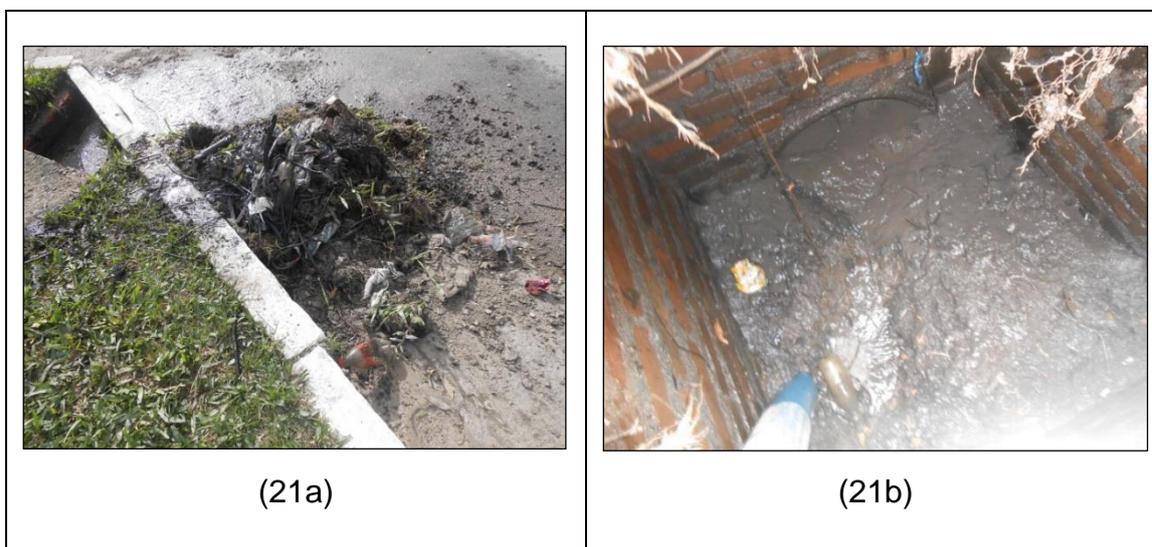
A ineficiência do gerenciamento dos resíduos sólidos é observada no descarte inadequado de resíduos nas redes de micro e macrodrenagem. Os fatores educacionais, tais como, o descarte irregular realizado pela população e que gera ambientes sujos, nos quais proliferam doenças refletindo na saúde da comunidade. Assim sendo, a Educação Ambiental é um dos componentes fundamentais, devendo estar presente, em todos os graus e modalidades da formação educacional da população (BRASIL – PNEA, 1999).

Além disso, existem os aspectos estruturais, como a falta de lixeiras e containers para acondicionar seus respectivos resíduos. Conforme a PNRS, o acondicionamento dos resíduos domiciliares deve ser fracionado em reciclável e orgânico (BRASIL – PNRS, 2010). Na Cidade de Pelotas, é sabido que o poder público enfrenta desafios na qualidade da prestação de serviço, visto que, na maioria dos casos, só contém um container para o acondicionamento do resíduo, e por esta razão, a população descarta inadequadamente o resíduo, pelo pretexto de haver somente um container.

Por meio da Lei Federal de Saneamento Básico (2007), o PGIRS de Pelotas estabelece que as responsabilidades sejam compartilhadas, entre a sociedade, o poder público e a iniciativa privada com o objetivo de manejo e controle dos resíduos sólidos. Estas medidas, a longo prazo, necessitam de um maior investimento do poder público, pois é visto que a população não participa. Apesar disso, as políticas públicas de educação ambiental estão aos poucos introduzindo o hábito da segregação dos resíduos sólidos.

Os resíduos caracterizados no Ponto 2 foram Plásticos do tipo 1 em maior proporção do que o tipo 2. Os resíduos tipo 1 observados foram sacolas, lonas e embalagens de alimentos, e os do tipo 2 somente um copo. Além disso, encontrou-se poucas garrafas PET, mais precisamente 2 garrafas de 600 mL e uma de 2 litros, e pequena quantidade de Isopor, uma bandeja e um copo. O resíduo mais presente, neste ponto, foi o lodo, junto com galhos e as gramíneas que interrompem a boca de lobo. Conforme as Figuras 21a e 21b, o lodo depositado estava na caixa de inspeção, já que, não havia outro bueiro para carrear o lodo para uma cota mais baixa.

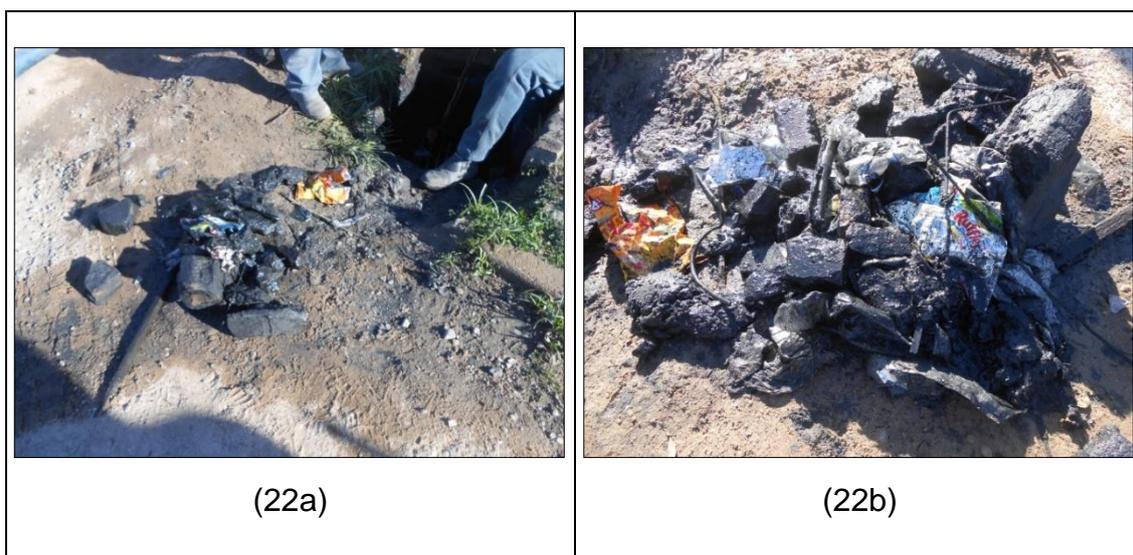
De acordo com o PDDUA de Porto Alegre, a instalação de um sistema de drenagem urbana, deve contemplar o escoamento de um ponto a montante para um a jusante, pois no Ponto 2, a capacidade local do escoamento é interrompida em uma caixa de inspeção, ocasionando desta forma o acúmulo de sedimentos, resíduos sólidos e demais detritos (PORTO ALEGRE, 2005). Para evitar a sedimentação e o entupimento do bueiro, uma maior declividade deverá ser utilizada no projeto, e no caso dessa declividade não ser atendida, deverá ser adotado um aumento no diâmetro do tubo, um aumento na declividade da tubulação e a utilização de um tubo com menor rugosidade (SÃO PAULO, 2012).



Figuras 21a e 21b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 2.

Os resíduos sólidos encontrados no Ponto 3 foram sacolas, embalagens de biscoitos e lona, referentes aos Plásticos do tipo 1. Os Plásticos do tipo 2, foram potes de iogurte, um tubo de PVC e um copo. Em termos de resíduo PET, haviam poucas

garrafas de 600 mL. Os resíduos de isopor, um copo e alguns pedaços fragmentados. Os restos de madeiras processadas, cabo de vassoura e galhos foram os resíduos referentes a classe Madeira. Os resíduos da Construção Civil (RCC) foram observados tijolos e um vergalhão de ferro, conforme mostra as Figuras 22a e 22b. As latas de alumínio e as latas de conserva estavam presentes em uma porção menor. Outro fator que interrompia o escoamento das águas pluviais era a tampa de concreto que estava dentro da caixa de inspeção.



Figuras 22a e 22b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 3.

De acordo com o Decreto nº 5.544 da PGIRS de Pelotas, a gestão dos RCC não é de responsabilidade da prefeitura, mas compete ao gerador, segregar, coletar, transportar e destinar o resíduo de forma ambientalmente adequada. Desta forma, quando o resíduo de construção é descartado nas redes de drenagem urbana, o responsável pela limpeza do dreno, ou seja, o gerador deste resíduo seria responsabilizado de coletar, transportar e destinar o resíduo (PELOTAS, 2012).

Conforme Neves (2006), nas redes de microdrenagem é observado que o sedimento fica acumulado em bocas de lobo. Na análise preliminar dos microdrenos foi observado muito sedimento, pois em 90,9% dos microdrenos observados havia sedimento e lodo, conforme mostra o Quadro 1. As bacias hidrográficas urbanas, por serem planas e de pouca declividade possibilitam a obstrução e o entupimento dos microdrenos. Além disso, muitos microdrenos não são projetados adequadamente,

para um escoamento de água pluvial contínua, acarretando prejuízos de saúde pública e socioeconômicos na sociedade, causados pela falta de saneamento básico.

Os resíduos mais observados no Ponto 3 são o lodo e a areia sedimentada no fundo da caixa de inspeção. O lodo que estava na caixa de inspeção é oriundo do despejo clandestino do esgoto cloacal. Por ser uma área residencial, com muitos domicílios próximos deste dreno não foi feita a ligação das casas na rede de esgoto. Desta forma, o esgoto cloacal que acumula na rede de drenagem entupida, ocasiona sérios problemas de saúde pública na população. De acordo com o Ranking de Saneamento (SNIS, 2012), Pelotas – RS tem um atendimento total de esgoto de 59,76%. Além disso, somente 18,56 % do esgoto é tratado por água consumida, ou seja, para cada 10 L de água consumida, apenas 1,8 L de esgoto é tratado pelo órgão prestador do serviço.

Conforme o Decreto nº 7.217 que estabelece as diretrizes da PNSB, o serviço público é responsável pela coleta (inclusive ligação predial), transporte, tratamento e disposição final dos esgotos sanitários e lodos originados na operação. Desta forma, o poder público deve fornecer para a população a rede coletora e cada residência deve fazer sua ligação na rede. Assim, quando parte das residências não faz a ligação na rede coletora, o órgão público poderá em conformidade com a legislação e as normas de regulação prever penalidades ao morador que lançar o resíduo em redes não compatíveis com a rede de esgotamento sanitário (BRASIL, 2010).

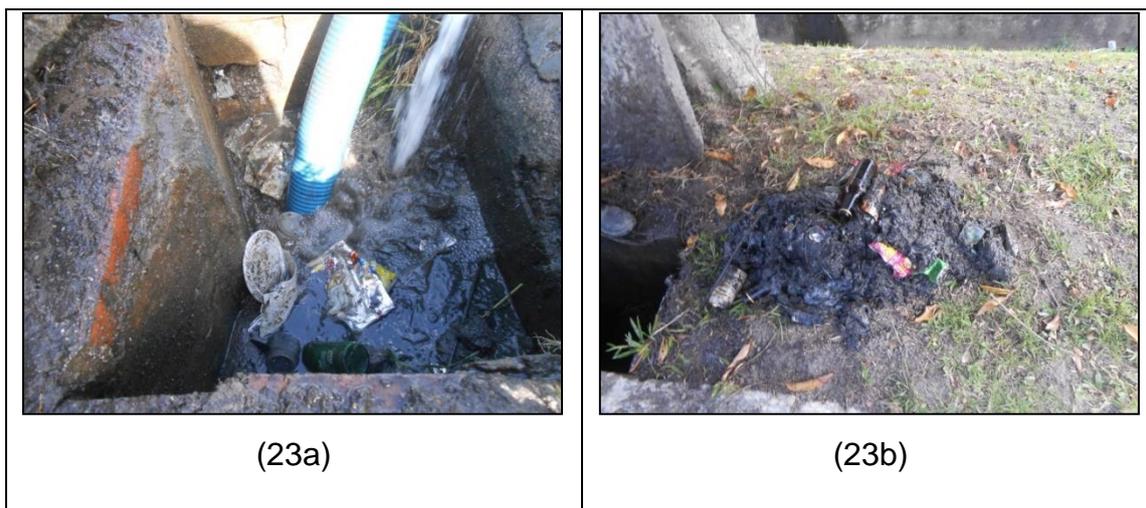
De acordo com o Programa de Pesquisa em Saneamento (PROSAB), a ocupação das áreas urbanas causa o aumento significativo de deflúvios superficiais na bacia, ou seja, o escoamento de águas superficiais entra em contato com diversos poluentes que comprometem a qualidade do recurso hídrico. Quando lançado o efluente doméstico na rede de drenagem pluvial e no corpo da água receptor, o resíduo pode contaminar rios, lagos ou aquíferos subterrâneos. Conseqüentemente, os riscos de ocorrência de endemias e doenças por veiculação hídrica são os maiores problemas sanitários nestes locais. Os principais poluentes urbanos, causados pelos problemas sanitários são originados pelos lançamentos de efluentes domésticos e de sistemas sépticos inadequados. Com o crescimento de organismos patogênicos e o excesso de nitrogênio e fósforo nos recursos hídricos, a população sofrerá com os riscos de degradação da qualidade de água, com problemas relacionados com a

proliferação de doenças, degradação do ecossistema e do habitat, custos financeiros relacionados com ações de limpeza e remoção de poluentes, e prejuízos sociais relacionados com áreas de lazer inadequadas (PROSAB, 2009).

Os Resíduos observados no Ponto 4 (Figuras 23a e 23b) foi o lodo, o sedimento e os resíduos sólidos que estavam interrompendo completamente os bueiros e as duas caixas de inspeção, fato esse que obstruía a passagem da água. A falta de manutenção pelo órgão público acarretou o entupimento do microdreno. Além disso, haviam raízes de uma árvore que bloqueavam a passagem da água pelo bueiro. O gerenciamento das águas urbanas, conforme Tucci (2003), tem sido realizado de forma desintegrada, operando sempre em problemas pontuais e nunca na forma de um planejamento. A perspectiva recente abrange o Planejamento Integrado que associe alguns componentes, tais como: o manancial, o esgotamento sanitário, o resíduo sólido, a drenagem urbana, a inundação ribeirinha e a ocupação do solo urbano.

O Lodo e sedimento somente não foi observado no Ponto 6 na rede do microdreno, mas nas demais observações eles estavam presentes. Deste modo, a população prejudicada pelos alagamentos deve solicitar incessantemente e continuamente, o pedido de prestação de serviços, assim como o órgão público deve melhorar o seu atendimento, ou seja, quanto maior a frequência de limpezas dos microdrenos, menor será a ocorrência de alagamentos e enchentes no local.

De acordo com o PROSAB (2009), as medidas não estruturais, de limpeza e manutenção da rede de drenagem, são importantes ferramentas de redução da carga de resíduos sólidos, sedimentos e de matéria orgânica nos deflúvios. No entanto, essas medidas, que englobam a varrição de ruas, não são suficientes, uma vez que o descarte de resíduos pela população é demasiado.



Figuras 23a e 23b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 4.

Na classe dos Plásticos tipo 1, foram observadas sacolas, embalagens de salgados e biscoitos. Os Plásticos tipos 2, foram diversos copos, prato descartável, potes de iogurte, diversas embalagens rígidas e uma esponja. No que se refere ao PET verificou-se garrafas de água mineral e de refrigerante em boa quantidade. O Vidro estava em maior quantidade, por exemplo, de garrafas long neck e uma garrafa de vinho. Os recipientes de aço, lata e alumínio foi encontrado lata de conserva, lata de alumínio (bebida), papel alumínio e um alicate de aço. Em relação ao resíduo de madeira, haviam galhos e folhas. O lodo, as gramíneas e raízes foram encontrados em grande quantidade. Havia uma pilha alcalina, ou seja, um contaminante químico que deveria ter um destino mais adequado. Em conformidade com a NBR 10.004, o contaminante químico é um resíduo Classe I – Perigoso. Este resíduo é considerado tóxico, quando por meio de análises, o constituinte apresentar concentrações superiores aos valores preestabelecidos.

Neste ponto 4, constata-se a presença de produtos manufaturados descartados de forma inadequada, pela população. Em função das condicionantes socioeconômicas da região administrativa do Jardim Europa, foi observado que a geração de resíduo sólido é ocasionada pelo alto poder aquisitivo dos moradores, proporcionando um maior descarte de resíduos. Entretanto, de acordo com Neves e Crocomo (2005), quando famílias de baixa renda aumentam seu poder aquisitivo, tendem a elevar o seu consumo para conseguir o mínimo da alimentação diária necessária para um adulto. Este aumento de consumo da faixa de menor renda é, proporcionalmente, maior que as classes de renda superior.

O ponto 5, observou-se resíduos de Plástico tipo 1, tais como sacolas, lona, embalagens de salgadinhos e biscoitos. Nos resíduos do tipo 2, haviam CD, potes diversos e corda de poliéster. Nos resíduos de Garrafa PET, foi encontrado garrafas de refrigerantes de 2L e 600 mL. Além disso, foi encontrada uma pequena quantidade de papel neste ponto, havia resíduos de Isopor, entre eles, diversos pedaços e um copo, restos de roupas e sola de calçado (borracha), haviam na caixa de inspeção. O resíduo de Madeira foi encontrado somente galhos. Além disso, brita e tijolos, carregados para o dreno, lodo, areia e sedimento, em grande quantidade, misturados com os resíduos sólidos (Tabela 1).

Já que, o Ponto 5, esta situado próximo no Ponto 3 observado, conforme mostra a Figura 18, os problemas de saúde pública são, provavelmente, causados pela descarga de esgoto cloacal na rede de microdrenagem, comprometendo a qualidade de vida da população.

Os riscos associados à presença de matéria orgânica e lodo nestes microdrenos, comprometem a qualidade das águas de escoamento e deixam vulnerável o corpo receptor. A qualidade de água e a contaminação podem ser avaliadas em função das superfícies drenadas e do modo de ocupação dos solos (PROSAB, 2009). Com isso, é possível prever os impactos e critérios utilizados no monitoramento de recursos hídricos. Os problemas associados ao transporte de resíduos sólidos pelo escoamento são fonte de alterações importantes no funcionamento do microdreno (Figuras 24a e 24b), pois geram problemas significativos de razões estéticas e mau odor.



Figuras 24a e 24b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 5.

As características dos resíduos sólidos encontrados no Ponto 6, foram sacolas, plástico bolha, embalagens de salgados, salgadinhos, biscoitos, chocolates e material de propaganda política, referentes aos Plásticos do tipo 1. Com relação, ao Plástico tipo 2, havia tubo de PVC, copos, embalagens de café, bolo e litros de água sanitária. Foi verificado garrafas PET de refrigerantes, havia uma boa quantidade de papéis, papelão, jornais e panfletos.

É possível observar nas Figuras 25a e 25b, a presença de resíduos de isopor, como por exemplo, copos e diversos pedaços (grandes e fragmentados). Em se tratando de resíduos de aço, lata e alumínio foram encontrados cabo de vassoura, pedaços de guarda-chuva, cabo de ferro, latão de tinta e latas de alumínio. Em termos de resíduo de Madeira, haviam galhos, folhas e madeira processada, além disso, foi encontrado resíduo orgânico, tal como restos de frutas, e uma pequena quantidade de cerâmica (material de construção civil), além de pedras soltas.

Na bacia hidrográfica do Pepino (Figura 18), a presença de entulhos é semelhante nos pontos 8 e 10, conforme foi apresentado na Tabela 1. O descarte inadequado, muitas vezes, é causado pela falta de informação da população e pela carência de políticas socioambientais, implementadas pelo órgão público responsável pelo assunto. Nesses dois pontos, percebe-se o desconhecimento da comunidade, em relação aos possíveis problemas ambientais, sociais e de saúde pública. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o resíduo sólido urbano acondicionado em forma de entulhos, propicia o abrigo para ratos, baratas e moscas, pois apresenta risco biológico ao ser humano, como por exemplo, as bactérias *Escherichia coli*, *Klepsiella sp.*, *Enterococcus*, *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.* e *Cândida sp.*

O Ponto 6, localizado em área central (Figura 12), é considerado um ambiente residencial/comercial, portanto, não apresentou nem lodo e nem sedimento, pois as ruas são calçadas com pedras irregulares. Mas, em contrapartida, é uma localidade onde o descarte de resíduos em vias públicas é grande em termos de volume. Apesar de haver “containers” próximos ao local de estudo, o resíduo sólido ainda assim é disposto nos logradouros públicos. Deste modo, percebe-se que os moradores desta região da Cidade não destinam adequadamente os seus resíduos.

A Educação Ambiental é uma ferramenta importante para que o cidadão possa construir valores e competências voltadas para um meio ecologicamente equilibrado, essencial à sadia qualidade de vida. Assim sendo, através de programas socioeducacionais e ambientais específicos, com o intuito de estimular e fortalecer o entendimento dos moradores de locais, tais como, aqueles do Ponto 6, em termos de uma consciência crítica sobre a problemática dos resíduos sólidos (BRASIL – PNEA,1999).



Figuras 25a e 25b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 6.

Na observação no Ponto 7, foram verificados resíduos de plástico tipo 1, tais como sacolas e embalagens de chocolates e chicletes. Já, plástico tipo 2, havia um copo e uma embalagem rígida, foi verificada, também, uma garrafa PET de 600 mL, uma embalagem de achocolatado, diversas bituca de cigarros, pedaços de isopor, galhos, folhas e uma maior porção de madeira (Figuras 26a e 26b).

O ponto 7, é um dos locais onde menos se encontrou resíduos sólidos em razão de haver um arame como contenção na boca de lobo. Apesar de o arame ajudar como grade, a presença de resíduos é verificada em menor escala, pela ação da estrutura contribuir de forma eficiente para reter os resíduos antes deles alcançarem o microdreno (Figuras 26a e 26b).



Figuras 26a e 26b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 7.

No ponto 8, foi observado sacolas, lona e uma embalagem de salgadinho, referente aos resíduos de Plástico tipo 1. No que se refere aos resíduos do tipo 2, foram verificados copos, embalagens de potes, tubo de PVC e uma tampa rígida. Além disso, havia um copo e alguns pedaços fragmentados de Isopor e restos de roupas. Em relação a madeira, foi encontrada madeira processada e grandes quantidades de gramíneas, lodo e sedimento e muitas pedras e tijolos (Tabela 2).

Na observação do ponto 8, conforme mostra as Figuras 27a e 27b, havia a presença de entulhos despejados pela população, que podem proliferar doenças transmitidas por vetores. A obstrução e o entupimento do microdreno, cria pontos de alagamentos que propiciam condições ideais para a proliferação de vetores.



Figuras 27a e 27b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 8.

No Ponto 9, observado na Figura 28a e 28b, foram observados resíduos do plástico tipo 1, tais como, sacolas, embalagens de salgadinhos e biscoitos, e os resíduos do tipo 2 são forro de PVC, copos, potes e uma embalagem de engraxate, além de resíduos de garrafas PET de 2 L, e resíduo de Vidro (copos e pratos fragmentados). Em relação ao Isopor, havia somente um pote, no que se refere aos resíduos de aço, lata e alumínio foi verificado um vergalhão de ferro (material de construção civil). Em termos de madeira havia somente uma madeira processada e uma vasta quantidade de gramíneas, sedimento e lodo, além de tijolos, pedras e uma xícara de porcelana.

Neste local, o excesso de lodo é originado pelo lançamento do efluente doméstico, conforme mostra as Figuras 28a e 28b. Observa-se que quando ocorre chuvas mais intensas forma-se pontos de alagamento nessa microrregião, pois não ocorre escoamento pluvial pela razão do dreno ser transferido para uma sarjeta com muitas algas e lodo, uma vez que, o desnível é pequeno e pela obstrução da sarjeta, a população convive e padece com os alagamentos e com a contaminação da água pluvial. Conforme Xavier (2010), a topografia plana da Cidade de Pelotas, com baixa declividade, prejudica, consideravelmente, o escoamento pluvial. Além disso, a ocupação urbana irregular em locais de cotas altimétricas baixas acomete em diminui a infiltração natural do solo e, também, diminui a áreas de banhado.



Figuras 28a e 28b: Tubo de efluente doméstico (a) e resíduos sólidos no Ponto 9.

No Ponto 10, de acordo com as Figuras 29a e 29b, foi observado a presença de sacolas e diversas embalagens de Plástico do tipo 1, foi verificada a presença de garrafas PET de 2 L e 600 mL e uma garrafa de vidro de espumante, além disso,

havia resíduos de lata de alumínio. No que se refere à madeira, foram encontrados galhos, folhas e madeira processada e, por fim, foi encontrado um tapete de borracha e uma boa quantidade de lodo, pedras e sedimento.

Foi constatado, nesta localidade residencial próximo do ponto 10, a presença de restos de poda, resíduos de construção civil, móveis e demais resíduos (Figuras 29a e 29b). Assim, a população descarta inapropriadamente grande parte do resíduo gerado, causando sérios problemas de saúde pública. Conforme a Política Ambiental de Pelotas (PAP), os resíduos de podas de árvores e jardinagem devem ser encaminhados para o Horto Florestal do Município, onde são processados para serem transformados em composto orgânico. Assim sendo, a Prefeitura Municipal presta o serviço, mas os moradores não estão participando proativamente das ações feitas pelo órgão público. Portanto, além deste serviço, deve haver a participação ativa e frequente da sociedade. Assim, a educação ambiental torna-se um dos principais instrumentos para o fomento do saneamento básico.



Figuras 29a e 29b: Entulhos próximos do Ponto 10.

No ponto 11, foram observadas muitas sacolas de plástico (resíduo do tipo 1), e resíduo do tipo 2, copos, tubos de PVC, potes e uma peça de som automotivo, além disso, havia garrafas PET (algumas de 600 mL) e diversas garrafas do tipo long neck. Conforme mostra as Figuras 30a e 30b, foi encontrada uma persiana de tecido na caixa de inspeção. Em relação, aos resíduos de aço, lata e alumínio havia um cabo de vassoura, latas de conserva e latas de alumínio, com relação ao material

orgânico havia galhos, folhas, lodo, sedimento e um osso, além de resíduos de cerâmica, tijolos, pedaços de telha e pedras.

Este ponto da microdrenagem, está localizado próximo a uma área pública de lazer onde circulam diariamente muitas pessoas, por isso, constata-se que parte da população descarta os resíduos nestes logradouros. Desta forma, a educação ambiental é necessária para a inclusão social da sociedade, com o intuito de formar cidadãos conscientes e preocupados com o meio ambiente. Conforme salienta Penteadó (2007), a Educação Ambiental nas escolas é considerada uma boa prática de formação e conscientização ambiental. Através de um ensino ativo e participativo, o cidadão desenvolve uma formação crítica e reflexiva com a capacidade de atuar de forma complexa, aos aspectos socioambientais.



Figuras 30a e 30b: Resíduos sólidos acumulados no Ponto 11.

A prestação de serviço do órgão público, conforme demandado pela população constatou que dos 11 pontos verificados (Figura 18), 5 pontos estão situados na Bacia Hidrográfica Santa Bárbara, outros 5 pontos estão na Bacia do Pepino, e um único ponto na Bacia do Fragata.

O ponto da Bacia do Fragata (Figura 18) é um local de baixa urbanização, pois possui extensas áreas de banhados e solo favorável para atividade de extração de areia. A baixa demanda da população pelos serviços de limpeza ocorre em função de que a comunidade não é afetada por inundações, já que, ocorrem somente pontos de alagamento nesta região, normalmente, onde não são solicitados serviços de limpeza do microdreno. No Bairro Padre Réus, não ocorre a coleta seletiva, pois predomina a

coleta convencional (terças, quintas e sábados à noite), conforme dados do SANEP. Apesar de não haver coleta seletiva nesta localidade, a iniciativa de segregar o resíduo através de projetos escolares, fomenta boas práticas socioambientais, tais como, o hábito de separar o resíduo orgânico e o reciclável.

De acordo com o PGIRS de Pelotas, a população deve estar adaptada e comprometida com as práticas de educação ambiental, para que, posteriormente seja implantada a coleta seletiva em todo o município. A coleta seletiva, de acordo com a PNRS, é a segregação dos resíduos sólidos, conforme sua constituição ou composição. Assim, o PGIRS induz a sociedade aos programas e ações socioambientais que desenvolvam a não geração, redução e a reciclagem dos resíduos, ou seja, quanto mais bem feita a etapa de segregação, mais resíduos são reciclados, menor será a geração e conseqüentemente haverá uma redução na extração de recursos naturais, demonstrando, desta forma, a importância da coleta seletiva.

Na Bacia Hidrográfica do Pepino (Figura 18), foram observados 5 pontos com adversidades. Esta bacia possui áreas planas com baixa declividade na direção ao Canal São Gonçalo. O curso d'água é, em parte, canalizado, sendo que este é o canal que transporta água, sedimento e os resíduos sólidos até a CB Anglo. Além dos canais naturais que transportam algas, água e resíduos sólidos para a CB Leste.

As adversidades verificadas nos 5 pontos (Figura 18), de acordo com as demandas da população, evidenciam a presença de resíduos, tais como plásticos do tipo 1, madeira e matéria orgânica, observados em todos os 5 pontos. Nos pontos 4 e 7, localizados na região administrativa do Areal e Areal Norte, a coleta seletiva porta a porta é feita nas segundas e quintas-feiras. Desta forma, os resíduos descartados inadequadamente são dispostos pela população que irregularmente coloca o resíduo em local inapropriado.

O ponto 8 localizado na região administrativa Treptow (Figura 14), apesar de haver coleta seletiva nas terças e sextas-feiras, é possível constatar que por razões socioeconômicas da população, o descarte de resíduos de entulhos a céu aberto faz parte do cotidiano das pessoas, fato esse que acarreta efeitos negativos para os demais habitantes da localidade. No ponto 10, também foi observado, que por fatores

socioeconômicos; a população, em sua maior parte, descarta resíduos sólidos a céu aberto, criando condições para que os entulhos estejam próximos das bocas de lobo, que por sua vez, irão obstruir os microdrenos, gerando os alagamentos e a proliferação de vetores.



Figura 32: Mapa da coleta orgânica.

Fonte: Site do SANEP.

O ponto 11, localizado na região administrativa Centro Sul, tem coleta seletiva containerizada (segunda a sexta-feira). Mas por razões educativas e socioculturais, foi presenciado o descarte irregular de resíduos sólidos. Desta forma, fica demonstrado que a população é onipresente em relação a segregação do resíduo produzido, consumido e descartado de forma inapropriada.

As Bacias Hidrográficas do Arroio Santa Bárbara e do Pepino (Figura 18), apresentam a mesma quantidade de pontos observados, conforme a demanda da população pelos serviços de reparos da microdrenagem. Apesar da coincidência de pontos analisados, a Bacia do Arroio Santa Bárbara tem uma área superficial maior que a Bacia Pepino. Entretanto, a Bacia do Pepino prepondera em termos de serviços de reparos, uma vez que, em sua maior parte, é constituída por uma área de banhado, favorecendo aos eventos de alagamentos, de enchentes e de inundações.

A Bacia do Pepino, por estar inserida na planície costeira, com solos do tipo planossolo e gleissolo, mal drenados ou muito mal drenados favorecem a ocorrência de alagamentos que, por conseguinte, requerem o atendimento do órgão público responsável pela manutenção dos microdrenos (CARDOSO, 2012). Por esta bacia ser considerada uma das mais densamente urbanizadas, é necessária maior demanda da população pela prestação dos serviços públicos.

Na Bacia do Arroio Santa Bárbara, como mostra a Figura 18, os cinco pontos observados e caracterizados foram em regiões distintas. Primeiramente, os dois pontos similares da região administrativa do Py Crespo, foram encontrados sedimento e lodo, em função de que parte das ruas da região serem pavimentadas com saibro. Assim, o sedimento interrompe e obstrui a rede de microdrenagem, provocando alagamentos e inundações.

Posteriormente, os pontos 1, 2 e 6, localizados no perímetro central, uma área densamente urbanizada e impermeabilizada, onde o descarte irregular de resíduos sólidos é uma das principais razões que prejudicam os microdrenos. Apesar da coleta seletiva containerizada, ocorrer de segunda a sexta-feira, parte da população mantém o hábito de descartar o resíduo em locais inapropriados.

Após as análises das Figuras 20a a 30b é verificada que em 90,9% dos casos, ou seja, em 10 pontos da microdrenagem não havia estrutura de contenção. De acordo o PDDU, o sistema coletor de águas pluviais é dimensionado para o escoamento com um período de retorno de até 10 anos. Em Pelotas, o sistema de drenagem urbana não conta com um plano diretor específico. Assim, através de um plano apropriado, seriam eliminados, praticamente os alagamentos, evitando danos às residências e ao tráfego de pedestres e de veículos.

Desta maneira, conforme observado nos pontos da microdrenagem, as entradas de bocas de lobo deveriam conter estruturas autolimpantes, onde o resíduo é deslocado para um local de armazenamento. Assim, a frequência de limpeza destes microdrenos seria menor.

#### **4.2 Resíduos sólidos na rede de macrodrenagem**

Os resíduos sólidos encontrados na macrodrenagem, da Casa de Bombas do Anglo e do Leste (Figura 19), apresentaram similaridade com os resíduos sólidos presentes nas 8 análises feitas ao longo dos meses de setembro a novembro de 2014.

Na Casa de Bombas do Anglo (Figura 19), o canal artificial drena uma bacia densamente urbanizada e impermeabilizada, fato esse que facilita o transporte dos resíduos sólidos pelo escoamento, que carrega uma quantidade preocupante de materiais indesejáveis que deteriora a qualidade da água. Já na Casa de Bombas do Leste, o canal natural tem um escoamento maior, em relação a Casa de Bombas do Anglo, por ser uma confluência de diversos canais naturais. Portanto, para evitar danos os resíduos devem ser removidos pela operação de dragagem ou pelo uso de uma retroescavadeira.

Em termos visuais, os sólidos carregados na microdrenagem e o descarte inadequado dos resíduos no Canal Anglo e Leste são preocupantes (Figuras 32a e 32b). Grande volume de sólidos reduz a capacidade de escoamento do corpo receptor da macrodrenagem, pois ocorre depósito do sedimento, junto com os resíduos, além das algas e dos aguapés que se desenvolvem e que, posteriormente, irão se depositar no fundo do canal. Outra parte, destes resíduos fica retida no mangote de borracha ou nas grades de proteção das casas de bombas, as quais são retirados para não danificar as bombas.



Figura 32a e 32b: Casa de Bombas do Anglo – macrodrenagem.

Os resíduos sólidos retidos no mangote de borracha e nas grades de proteção estão gerando dois tipos de impacto. O impacto físico entupimento, obstrução ou diminuição da capacidade de escoamento, e o impacto de qualidade relativo a água, na qual estão presentes microrganismos (patogênicos, por exemplo) e matéria orgânica, elementos esses, que alteram a qualidade da água. De acordo com Tucci e Collischonn (2000), os materiais sólidos que se depositam na macrodrenagem são devido à redução de declividade e da capacidade de transporte. Além disso, os impactos bioquímicos, tais como, os poluentes tóxicos acarretam uma redução na qualidade da água, além da interligação clandestina de esgoto sanitário, favorecendo a um aumento na demanda de oxigênio bentônica e, conseqüentemente, colaborando para a eutrofização do efluente.

A Tabela 4 são apresentados alguns resultados que evidenciam uma alta incidência de resíduos sólidos, conforme pode ser verificado no Quadro 2. A presença dos resíduos plásticos do tipo 1 (Tabela 2), demonstram que o descarte inadequado é contínuo, ou seja, são despejados plásticos em diversos locais inapropriados, por exemplo, sacolas e embalagens dos mais diversos tipos de alimentos foram os resíduos mais observados. Em algumas das amostragens, foi possível constar a presença de material de campanha política.



Quadro 2: Incidência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Anglo.

Resíduo	Classe	Caracterização 1 13/09/14	Caracterização 2 03/11/2014	Caracterização 3 04/11/2014	Caracterização 4 07/11/2014	Caracterização 5 09/11/2014	Caracterização 6 12/11/2014	Caracterização 7 14/11/14	Caracterização 8 18/11/2014
Plástico 1	II-B								
Plástico 2	II-B								
PET	II-B								
Vidro	II-B								
Papel e Papelão	II-A								
Isopor	II-B								
Trapos	II-B								
ALA - Aço, Lata,	II-B								
Madeira	II-B								
Matéria Orgânica	II-B								
Borracha	II-B								
Contami- nante Químico	I								
Outros	II-B								

Tabela 5: Frequência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Anglo.

Resíduo	Plástico 1	Plástico 2	PET	Papel e Papelão	Isopor	ALA - Aço, Lata, Alumínio	Madeira	Matéria Orgânica	Trapos	Vidro	Borracha	Contaminante Químico	Outros
Frequência (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	87,5	62,5	37,5	12,5	0

Os plásticos do tipo 2 (embalagens rígidas) foram encontrados em 100% das observações (Quadro 2), constata-se que potes de alimentos e copos tem um descarte mais frequente e as outras embalagens variam conforme os dias da coleta de dados. Os resíduos do plástico tipo 2, tem um impacto menor nas redes de macrodrenagem, em relação ao plástico do tipo 1, uma vez que, as sacolas de supermercado contribuem na obstrução das grades de contenção. A embalagem rígida causa um maior impacto no momento em que o recipiente entra em contato direto com a água, havendo uma mistura homogênea ou heterogênea, que prejudica a qualidade da água.

Em termos de resíduos de PET, foi possível verificar que em todas as observações as garrafas PET (Quadro 2), na sua maioria são litros de refrigerantes e que em todas as análises haviam garrafas de 2 litros, e em menor proporção as demais garrafas. As garrafas PET por terem um bom valor comercial na reciclagem, poderiam ser recicladas por uma cooperativa de catadores incrementando o processo de inclusão social, através da coleta seletiva. A coleta seletiva em Pelotas ainda está longe dos parâmetros desejados, pois a população parece não estar consciente com relação ao descarte dos resíduos. Além disso, o órgão público responsável por tratar desse tema não fornece as condições necessárias para a realização do descarte dos resíduos domiciliares, ou seja, os containers para receber os resíduos de coleta seletiva e outro container para os resíduos orgânicos.

Os resíduos, como o vidro apresentaram uma frequência de 62,5% (Tabela 5) nas observações realizadas entre o material encontrado foi possível observar garrafas long neck em maior quantidade. Portanto, em termos de vidro, a maior parte de resíduos encontrados foram garrafas de bebidas.

Os resíduos de papel e papelão tem um valor de descarte alto, principalmente, o papelão e as caixas de leite e de suco “tetra pak”. A frequência observada foi da ordem de 100% dos resíduos desta classe (Quadro 2).

O Isopor, por ser utilizado como isolante e protetor de bens manufaturados, tem valores em termos de descarte, por isso, uma grande quantidade de pedaços de isopor estavam presentes nos dados levantados, ou seja, uma frequência de 100% (Tabela 5). Além disso, haviam copos e marmitas de isopor, em menor proporção.

Em relação aos trapos, observaram-se restos de roupas em, praticamente, todas as análises. Em alguns eventos foram encontrados colchões e travesseiros, que foram despejados no canal e transportados até a grade de contenção, mochilas, calçados, bolsas, bolas de couro, foram observados em boa quantidade.

Os resíduos de aço, latas e alumínio tiveram uma frequência de 100% (Tabela 5). A presença de latas de alumínio de bebidas no canal foi observada em 87,5% das caracterizações realizadas, demonstrando um alto volume deste tipo de rejeito. É importante destacar que grande parte das latas de alumínio pode ser reciclada pelas cooperativas ou recolhida pelos catadores, já que, possuem um alto valor comercial no processo de reciclagem, mas ainda é presenciado o descarte do mesmo. As latas de conserva e de tintas foram observadas, mas em menor parcela.

Com relação aos resíduos de Madeira, constatou-se uma frequência de 100% (Quadro 2). Além disso, foi possível perceber uma grande quantidade de madeiras processadas, ou seja, armários, mesas, sofás, cadeiras e madeira compensada. Além de galhos, folhas e tronco de árvore despejados no canal. Nos parece evidente que a população não está consciente com relação ao descarte de madeiras compensadas ou móveis. Este resíduo quando não utilizado, é considerado um entulho e não tem um destino final apropriado. O reuso deste tipo de móvel é através do concerto, do uso em outras finalidades ou ser descartado de forma correta.

Os resíduos orgânicos estavam presentes em 100 % das observações (Quadro 2). O resíduo na sua maioria é constituído por aguapés, algas, cascas de frutas e material granular que permanecem sobrenadante na superfície da água. Os aguapés e as algas avançam pelo canal quando ocorrem chuvas mais intensas. O excessivo crescimento das macrófitas no ambiente aquático é causado pelas ligações clandestinas de esgoto sanitário, isto é, pela adição de nutrientes (nitrogênio e fósforo, em especial) que acarretam em sérios problemas ambientais, tais como a eutrofização nos canais, podendo ocasionar a mortandade de peixes e de outros organismos.

O resíduo de borracha, chinelo emborrachado, pneus de carro, de caminhão, de moto e de bicicletas foram observados em uma frequência de 37,5 % nas observações realizadas (Quadro 2). Constata-se que, provavelmente, os pneus foram despejados no canal e transportados pela ação da água até a casa de bombas. O

gerenciamento deste tipo de resíduo é crítico, pela alegação de não haver um reuso, reciclo ou sua reutilização, já que, o retorno do produto para a iniciativa privada não é economicamente viável. Entretanto, a partir de 1999, com a Resolução nº 258/99 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), a logística reversa de pneus tornou-se obrigatória tanto para o produto como para o importador, ou seja, a resolução definiu a necessidade de coletar, transportar e destinar corretamente esses produtos no território brasileiro (BRASIL, 1999).

Os contaminantes químicos observados na caracterização foram duas lâmpadas fluorescentes, com incidência de 12,5 % (Quadro 2). Conforme a NBR 10004, os resíduos perigosos são classificados de acordo com a sua característica, tais como: corrosividade, inflamabilidade, toxicidade, reatividade ou patogenicidade. Neste caso, a toxicidade do resíduo descartado inapropriadamente pode gerar riscos à saúde pública, um possível aumento de mortalidade dos seres presentes na biota aquática, incidência de doenças, ou seja, um risco ao meio ambiente (ABNT, 2004).

Por fim, a classe outros resíduos não foram observados visualmente na análise, mas pode-se admitir como hipótese a presença de lodo, material de construção civil e de demolição, areia e demais detritos, que estão acumulados ao fundo do canal de concreto.



Quadro 3: Incidência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Leste.

Resíduo	Classe	Caracterização 1 13/09/14	Caracterização 2 03/11/2014	Caracterização 3 04/11/2014	Caracterização 4 07/11/2014	Caracterização 5 09/11/2014	Caracterização 6 12/11/2014	Caracterização 7 14/11/14	Caracterização 8 18/11/2014
Plástico 1	II-B								
Plástico 2	II-B								
PET	II-B								
Vidro	II-B								
Papel e Papelo	II-A								
Isopor	II-B								
Trapos	II-B								
ALA - Aço, Lata,	II-B								
Madeira	II-B								
Matéria Orgânica	II-B								
Borracha	II-B								
Contami- nante Químico	I								
Outros	II-B								

Tabela 7: Frequência dos resíduos sólidos encontrados na Casa de Bombas do Leste.

Resíduo	Plástico 1	Plástico 2	Matéria Orgânica	Madeira	PET	ALA - Aço, Lata, Alumínio	Trapos	Borracha	Vidro	Isopor	Papel e Papelo	Outros	Contaminante Químico
Frequência (%)	100	100	100	100	75	75	50	37,5	37,5	25	25	0	0

Após a análise do Quadro 3, dados levantados no período de setembro a novembro de 2014, constatou a presença de diversos rejeitos. Os resíduos sólidos observados na Tabela 4, evidenciam que o descarte neste local diverge em relação às características e ao local, seja ele, na Casa de Bombas do Anglo ou do Leste.

Os plásticos do tipo 1, foram observados em todas as análises (Quadro 3). Os principais resíduos são as sacolas, as lonas e as embalagens de salgadinhos e biscoitos. É necessário referir que, em uma das observações foi possível perceber material de campanha política. Em relação, ao resíduo plástico do tipo 2, foi verificado, em maior quantidade, embalagens rígidas, potes e copos.

Os resíduos PET, em geral, foram garrafas de 2 L verificados em maior proporção na CB Anglo do que em relação à CB Leste (Figuras 33a e 33b). Muitas das pessoas que residem próximas da CB Leste são catadores e, desta forma, os pets são coletados para a reciclagem. O trabalho informal dos catadores é necessário esclarecer que é considerado um meio de sobrevivência. Entretanto, é caracterizado por longas jornadas de trabalho e por apresentar riscos de periculosidade, especialmente, ao manipular os resíduos revelando, desta forma, as precárias condições de trabalho dessas pessoas. Muitos destes catadores desconhecem o processo da reciclagem, pois a existência dos atravessadores impede que os catadores melhorem os seus ganhos com essa atividade. A partir de 2003, houve a criação do comitê de inclusão social dos catadores de materiais recicláveis com o intuito de garantir condições dignas aos catadores nos municípios brasileiros. Porém, constata-se ainda que o catador ainda exerce a profissão de forma precária, além de terem baixo reconhecimento pela sociedade (MEDEIROS e MACÊDO, 2007).

O resíduo de vidro foi verificado em menor escala, ou seja, em poucas observações haviam garrafas de bebidas e demais líquidos (Tabela 7). Em relação ao rejeito de papel e papelão, o que foi mais visualizado foram as caixas de leite e de sucos “tetra pak”. O resíduo de isopor estava presente em poucas análises, sendo identificados apenas alguns copos. Além disso, restos de roupas, de calçados e de mochilas em menor escala, na CB Leste (Figuras 33a e 33b).

Em relação aos resíduos ALA, foram observados somente latas de alumínio (bebidas). Em termos de resíduos de madeira e teores de matéria orgânica haviam

em todas as análises, motivo pelo qual foram observados grandes volumes de algas, de aguapés e de gramíneas, além de madeiras compensadas, processadas, galhos e folhas (Figuras 33a e 33b).

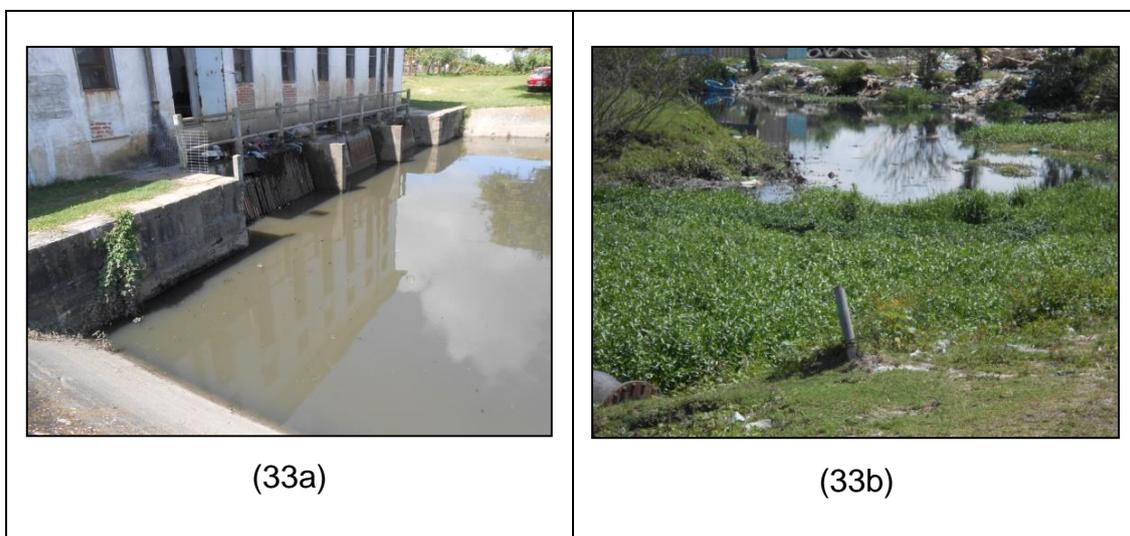


Figura 33a e 33b: Casa de Bombas do Leste (33a) e Canal de macrodrenagem na bacia do pepino (33b).

Os resíduos de borracha, principalmente, pneus de veículos são encontrados nas margens dos canais. O pneu somente é retirado do canal quando o mesmo obstruir o fluxo de água nas grades de contenção (Figura 33a e 33b).

Desta forma, os fatores climáticos, tais como, a precipitação favorece a transmissão de doenças de veiculação hídrica e o transporte de resíduo. Além disso, nos momentos em que as bombas são acionadas, o resíduo chega até as grades de contenção e até o mangote de borracha. A chuva em si, não é um fator preponderante para que o resíduo seja transportado, mas em contrapartida ela transporta o resíduo mais rapidamente. Porém, as doenças relacionadas com os alagamentos, tais como, a leptospirose e a cólera são causadas pela falta de saneamento básico e, em certos casos, pela ocupação irregular de áreas passíveis de inundações estão vinculadas as alterações climáticas (MAGALHÃES *et. al.*, 2010).

Portanto, as duas Casas de Bombas por estarem na bacia do pepino, uma região de banhados, com lençol freático elevado, requerem especial atenção em termos de manutenção e de limpeza visando a prevenção de enchentes e de alagamentos.

## 5. CONCLUSÕES

Nos 11 pontos observados na microdrenagem, constatou-se que os resíduos plásticos tipo 1, madeira e matéria orgânica estiveram presentes em todos os pontos amostrados. Por exemplo, sacola plástica de supermercado (resíduo plástico tipo 1) é um dos resíduos com 100% de incidência. Na macrodrenagem, os resíduos presentes em todas as análises nas Casa de Bombas do Anglo e do Leste foram os resíduos de plásticos tipo 1 e tipo 2, madeira e matéria orgânica. Entretanto, na CB do Anglo foi encontrado mais resíduos sólidos do que na CB do Leste.

Os resíduos do plástico do tipo 1, da madeira e da matéria orgânica estão presentes em todas as coletas realizadas nos pontos da micro e macrodrenagem. Acredita-se que a presença de resíduos de plástico tipo 1, principalmente, as sacolas plásticas são fruto do descaso da população (descarte inadequado). O resíduo madeira está presente através de folhas e de galhos de árvores, especialmente, na área urbana. Este resultado poderia ser esperado, já que, nessa região da cidade existe arborização. A matéria orgânica, os sedimentos e alguns detritos se acumulam em locais com baixa declividade, tais como, os microdrenos e os canais de macrodrenagem.

O estudo da caracterização dos resíduos sólidos na rede de micro e macrodrenagem do Município de Pelotas deixa aparente a ineficiência do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos, por parte do poder público municipal, sendo necessário empenhar esforços para a realização de iniciativas colaborativas entre a população com o órgão público. A observação dos resíduos sólidos, em mais de uma análise, são indicativos de que ao longo de um determinado período, o descarte incorreto dos resíduos sólidos é produto, principalmente, da negligência da população e, de certa forma, da ineficiência de oferta do serviço.

Em localidades periféricas e com moradias ilegais foi constatado um maior número de descarte irregular de resíduos sólidos, os quais geram impactos sociais e visuais, que favorecem a proliferação de vetores, pois a prestação do serviço de coleta é considerada ineficiente e/ou a população não está participando de forma efetiva.

A elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) em Pelotas ajudará no gerenciamento e no manejo do sistema de águas pluviais. Na Cidade de Pelotas, o PDDU tem como um dos seus instrumentos o fornecimento de informações que auxiliarão no planejamento e no controle do uso e da ocupação do solo. O programa de drenagem das bacias é importante no auxílio a implantação de um sistema de gestão sustentável das águas pluviais.

Evidencia-se, portanto, a necessidade de implantação de um sistema de controle dos pontos de alagamentos como forma de minimizar os impactos causados pela falta de drenagem e manejo de águas pluviais. Por exemplo, a limpeza dos microdrenos, observados em 11 pontos na Cidade de Pelotas, são uma forma de minimizar os alagamentos causados pelo entupimento dos canais e microdrenos por resíduos sólidos, por sedimentos e pelos detritos. Em especial, os resíduos sólidos que são oriundos do descarte inadequado do resíduo pela da população.

## 6. 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, 2013. 114p.

ANDOH, R. Y. G. **Urban drainage and wastewater treatment for 21st century**. In: PROCEEDINGS OF THE NINTH INTERNACIONAL CONFERENCE ON URBAN DRAINAGE, 9., 2002, Portland: ASCE, 2002.

ANGEL, Shlomo. SHEPPARD, Stephen C. CIVICO, Daniel L. **The Dynamics of Global Urban Expansion**. Department of Transport and Urban Development, The World Bank. 2005.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção em Serviços de Saúde** - 1 ed. Edição Comemorativa para o IX Congresso Brasileiros de Controle de Infecção e Epidemiologia Hospitalar, Salvador, Ago-Set. 2004. Disponível em: <[http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_microbiologia\\_completo.pdf](http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_microbiologia_completo.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2015.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC/USP, 1999. 120p.

BOOTH, D.B.; JACKSON, C. R. Urbanization of Aquatic Systems: Degradation Thresholds, Stormwater Detection and the Limits of Mitigation. **Journal of the American Water Resources Association**, 33, nº 5. 1997.

BRASIL, ABRH. Associação Brasileira de Recursos Humanos. **Site da ABRH**. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/abb19115d83c96bf49afa9c199f7fb64\\_2cad2d5586e60e56777ae031f7dababe.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/abb19115d83c96bf49afa9c199f7fb64_2cad2d5586e60e56777ae031f7dababe.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2014.

BRASIL, CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente – **Resolução Conama nº 258**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

BRASIL, Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. **Site do Palácio do Planalto**. Brasília, 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm)>. Acesso em: 27 nov. 2014.

BRASIL, IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB\\_2008.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf) >. Acesso em: 05 mar. 2015.

BRASIL, IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Site do IBGE**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise\\_estimativas\\_2014.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf)>. Acesso em: 07 out. 2014.

BRASIL, PNRs. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Site do Palácio do Planalto**. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 27 nov. 2014.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5\\_tema%204.pdf](http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%204.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2014.

BRASIL, Ministério da Integração. Secretaria de Infraestrutura Hídrica. **Manual para apresentação de propostas: Programa 1138 Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial**. Brasília, 2009. Disponível em: <[http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=6432435d-234b-4241-8147-70bc39954400&groupId=10157](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=6432435d-234b-4241-8147-70bc39954400&groupId=10157)>. Acesso em: 17 out. 2014.

BRASIL, PNEA. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Site do Palácio do Planalto**. Disponível em: <<http://portal.mec>.

gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2014.

BRASIL, PNSB. Política Nacional do Saneamento Básico. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. **Site do Palácio do Planalto**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445 .htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 05 set. 2014.

BUTLER, D.; DAVIES, J. **Urban Drainage**. 3º. Ed. Londres: Spon Press, 2011.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 1ª Edição. ed. São Paulo : Oficina de Textos, v. I, 2005.

CANHOLI, J. L. **Medidas de Controle *in situ* do escoamento superficial em áreas urbanas: análise de aspectos técnicos e legais / J.F. Canholi**. – São Paulo, 2013. 167p.

CARDOSO, E.C.A. **Mapeamento das transformações socioambientais da Bacia Hidrográfica do Arroio Pepino, 1916 – 2011 / Pelotas (RS)**. 2012. 86p. Tese (Mestrado programa de pós-graduação em geografia) - Instituto de ciências humanas e da informação, Geografia da Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Cempre Review 2013**. São Paulo, 2013. 43p.

COWEN, D.J. (1988). **SIG versus CAD versus DBMS: what are the differences?**. em "Introductory readings in Geographic Information Systems". Londres: Taylor and Francis.

CRICHTON, D. **The risk triangle**. In: Ingleton, J. (ed.) Natural Disaster Management. Tudor Rose Holdings Limited, Leicester, Inglaterra, 1999. 102-103p.

DANIEL, L.A.; BRANDÃO, C.S.S.; GUIMARÃES, J.R.; LIBNIO, M.; DE LUCA, S. (2001) **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável**. Rio de Janeiro: RiMa, ABES.

GOERL, R.F.; KOBAYASHI, M. **Considerações sobre as inundações no Brasil**. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. João Pessoa-PB. 2005.

GRACIOSA, M.C.P.; MENDIONDO, E.M. – **Gestão do Risco de Inundações no Contexto de Bacias Urbanas Brasileiras**. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves-RS. 2013.

GROSTEIN, D. N.; **Metrópole e expansão urbana a persistência de processos “insustentáveis”**. São Paulo Perspec., vol.15, no.1, 2001.

GUGLIELMO, R. **Les grande métropoles du monde et leur crise**. Paris: A Colin, 1996, 268p.

HANSMANN, H. Z.; **Descrição e Caracterização das Principais Enchentes e Alagamentos de Pelotas – RS**. 2013. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas-RS.

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.

MAGALHÃES, G.; ZANELLA, M.; SALES, M. **A ocorrência de chuvas e a incidência de leptospirose em Fortaleza-CE** / The rainfall and incidence of leptospirosis in Fortaleza-CE. Hygeia, Vol. 5, nº 9, 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/16936/9339>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

MARTINS, L. G. B. **Determinação de parâmetros hidrológicos por técnicas de sensoriamento remoto em macrodrenagem urbana**. 2012. 113f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

MEDEIROS, C. N.; PETTA, Reinaldo Antônio. **Uso do sensoriamento remoto e processamento digital de imagens utilizadas para mapear a mancha urbana do**

**município de Parnamirim (RN).** Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE.

MEDEIROS, L.; MACÊDO, K. **Profissão: catador de material reciclável, entre o viver e o sobreviver.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Vol. 3, nº 2, 2007. Disponível em: <<http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/8/4>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

MENDIONDO, E.M. **An overview on flood risk management.** Revista Minerva Ciência e Tecnologia, V.2, N.2, 131-143, São Carlos – SP, ISSN 1808-6292. 2006.

MERCEDES, S. S. P. **Perfil da geração de resíduos sólidos domiciliares no município de Belo Horizonte no ano de 1995.** 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu: ABES. 1997.

NEVES, M.G.F.P. **Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana.** Tese (doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006. 249p.

NEVES, E.F; CROCOMO, F.C. (2005). **A relação entre a pobreza e o crescimento econômico do Brasil: uma análise via a propensão marginal a consumir.** Disponível em: <http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/546.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2015.

NOORAZUAN, M. H. **GIS Application in Evaluating Land Use Change and it's impact on hydrological regime langat River Basin.** Water Resources, 2003.

ONU – UNFPA, 2011. **Relatório Sobre a Situação da População Mundial.** Fundo de População das Nações Unidas.

PELOTAS, Prefeitura Municipal. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Site da PMP.** Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/qualidade-ambiental/plano-municipal/>>. Acesso em: 05 set. 2014.

PELOTAS, Prefeitura Municipal. Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS.** 2012. Disponível

em: <<http://www.pelotas.com.br/sanep/plano-de-residuos/arquivos/PMGIRS-Pelotas-08-2014.pdf>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

PENTEADO, H.D. **Meio Ambiente e Formação de Professores**. 6 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

POMPÊO, A.C. Drenagem Urbana Sustentável. In: **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)** – Vol. 5. nº1. Jan/Mar 2000, 15-23p. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC.

PORTO, M. F. A. **Water quality of overland flow in urban areas**. In: TUCCI, C.E. M. Urban drainage specific climates: urban drainage in humid tropics. Paris: UNESCO. IHP-V. Technical Documents in Hydrology. No 40. v.I. cap.4, p103-124.

PORTO, R. L. L. **Escoamento Superficial Direto**. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R. L.L.; BARROS, M. T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998.

PORTO ALEGRE, Prefeitura Municipal. Departamento de Esgotos Pluviais. Plano Diretor de Drenagem Urbana – **Manual de Drenagem Urbana** – IPH – DEP. Vol. VI. 2005. Disponível em: <[http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu\\_doc/manual\\_de\\_drenagem\\_ultima\\_versao.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima_versao.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

PROSAB, Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas** / Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

SÃO PAULO, Prefeitura Municipal. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Plano Diretor de Drenagem Municipal de São Paulo. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos**. Vol. III. São Paulo. SMDU, 2012. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento\\_urbano/arquivos/manual-drenagem\\_v3.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v3.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2015.

SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Ranking do Saneamento – As 100 maiores cidades do Brasil**. SNIS, 2012. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/estudos/ranking/tabela-100-cidades2014.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2015.

SILVA, C. S. **Inundações em Pelotas/RS: O uso de geoprocessamento no planejamento paisagístico e ambiental.** Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Florianópolis, 2007. Dissertação de Mestrado.

SILVA, G. L. B. **Avaliação experimental sobre a eficiência de superfícies permeáveis com vistas ao controle do escoamento superficial em áreas urbanas.** 2006, 180f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

ROS, D. A. **Análise de Sistemas Complexos de Drenagem Urbana.** Tese de Doutorado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2012.

ROTARY CLUB PELOTAS NORTE. **Saneamento básico na cidade de Pelotas: situação atual e prioridades.** Relatório de consultoria Rotary Club Pelotas Norte, 2001.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 4ª edição. ed. Porto Alegre : Editora da UFRGS, v. IV, 2012.

TUCCI, C. E.M *et al.* **Drenagem Urbana.** Caxias do Sul: ABRH/Editora da Universidade UFRGS, 1995.

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

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas.** *Estud. av.* [online]. 2008, vol.22, n.63, ISSN 0103-4014.

TUCCI, C.E.M; BERTONI, J.C. (Org) (2003). **Inundações Urbanas na América do Sul.** 1ª Ed.; Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre- RS.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. (2000). **Drenagem Urbana e Controle de Erosão.** In: TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. da Mota (org). Avaliação e Controle de Drenagem Urbana. Vol. 1. 1 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, FINEP.

TUCCI, C. E. M.; CRUZ, M. A. S. **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana.** 1 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2000. 558 p.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. D. M. **Avaliação e controle de drenagem urbana**. 1ª edição. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, v. I, 2000.

XAVIER, S. C. **O mapeamento geotécnico por meio de geoprocessamento como instrumento de auxílio ao planejamento do uso e ocupação do solo em cidades costeiras: Estudo de caso para Pelotas (RS)**. 2010. 261f. Dissertação (Mestrado de Engenharia Oceânica) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

WONG, T; BREEN, P.; LLOYD, S. 2000. **Water sensitive road design options for improving Stormwater quality of road runoff**. Technical Report for Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology 00/1.

## ANEXOS

ANEXO I: Caracterização qualitativa dos resíduos sólidos presentes nas redes de micro e macrodrenagem da Cidade de Pelotas/RS.

<b>Resíduo</b>	<b>Descrição</b>
Plástico tipo 1	
Plástico tipo 2	
PET	
Vidro	
Papel e Papelão	
Isopor	
Tapos	
ALA	
Madeira	
Matéria Orgânica	
Borracha	
Contaminantes Químicos	
Outros	