

RESÍDUOS SÓLIDOS NA REDE DE MICRODRENAGEM – UMA ANÁLISE QUALITATIVA NA CIDADE DE PELOTAS/RS

Solid Waste at Micro Drainage Network – A Qualitative Analysis in the City of Pelotas/RS.

Maurício Francisco Daltoé¹, Andréa Souza Castro², Luciara Bilhalva Corrêa², Diuliana Leandro², Amauri Antunes Barcelos²

¹Acadêmico em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

²Professor Adjunto – Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas

Resumo

O Saneamento Básico no Brasil, conforme a Lei nº 11.445/2007, engloba cerca de quatro vertentes, o Abastecimento de Água Potável, o Esgotamento Sanitário 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 na rede de microdrenagem no Município de Pelotas/RS. A pesquisa foi realizada no período de Agosto a Outubro de 2014 e visa identificar os principais resíduos sólidos por meio de análises fotográficas verificadas em 11 pontos distintos da rede de microdrenagem. 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%).

Palavras-chave: Saneamento Básico. Drenagem Urbana. Microdrenagem. Resíduos Sólidos. Alagamento.

Abstract

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-drainage network in the City of Pelotas/RS.

The research was made at the period from August to October 2014 proposed to identify the main solid waste by means of photographic analysis checked in 11 different points at the micro drainage network. 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%).

Keywords: Basic Sanitation, Urban Drainage, Micro Drainage, Solid Waste, Inundation.

1 Introdução

A situação e as condições de vida das populações dos países em desenvolvimento estão vinculadas ao saneamento básico deficiente, onde as doenças infecciosas continuam sendo uma importante causa de morbidade e mortalidade (DANIEL, 2001).

Sabendo da importância do saneamento básico, a drenagem das águas pluviais torna-se um 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 (BRASIL – PNSB, 2007).

A drenagem urbana é definida como o conjunto de medidas que tem como objetivos diminuir os riscos e reduzir os prejuízos ocasionados por alagamentos, além de, contribuir para diminuição da propagação de doenças de vinculação hídrica, 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).

Em centros urbanos, conforme 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.

No Brasil, algumas cidades desenvolveram o Plano Diretor de Drenagem Urbana, como é o caso de Porto Alegre, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Belo Horizonte, confirmam a importância deste plano para a melhoria da infraestrutura e da qualidade de vida (TUCCI *et al.*, 1995). Por exemplo, a Prefeitura Municipal de Porto Alegre em conjunto com órgãos de pesquisa elaborou o Plano de Drenagem Urbana de Porto Alegre. Este plano visa direcionar as novas condutas dos profissionais que atuam em drenagem e no planejamento de obras na cidade. Em geral os planos de drenagem buscam diminuir a falta de planejamento, controle do uso do solo, ocupação de áreas de risco e sistemas de drenagem inadequados.

O Município de Pelotas (RS), apesar de não ter o Plano Diretor de Drenagem Urbana, 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.

Os desafios do manejo e gestão 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, 2013). Através de políticas que preconizam o descarte adequado dos resíduos sólidos, espera-se que passe a haver menor descarte dos resíduos de forma inadequada e que estes se tornem mais raros na rede de drenagem urbana.

Assim, o presente estudo tem como objetivo investigar a presença de resíduos sólidos na rede microdrenagem na Cidade de Pelotas/RS. Esta avaliação visa demonstrar quais são os detritos e demais compostos que podem ser encontrados na referida rede.

2 Metodologia

2.1 Local 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 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), Pelotas tem uma população, de aproximadamente, 342.053 habitantes. Sua densidade demográfica é cerca de 203,89 hab./km², com uma área da unidade territorial brasileira de 1.610,084 km². A Figura 1, mostra a localização da Cidade de Pelotas/RS.

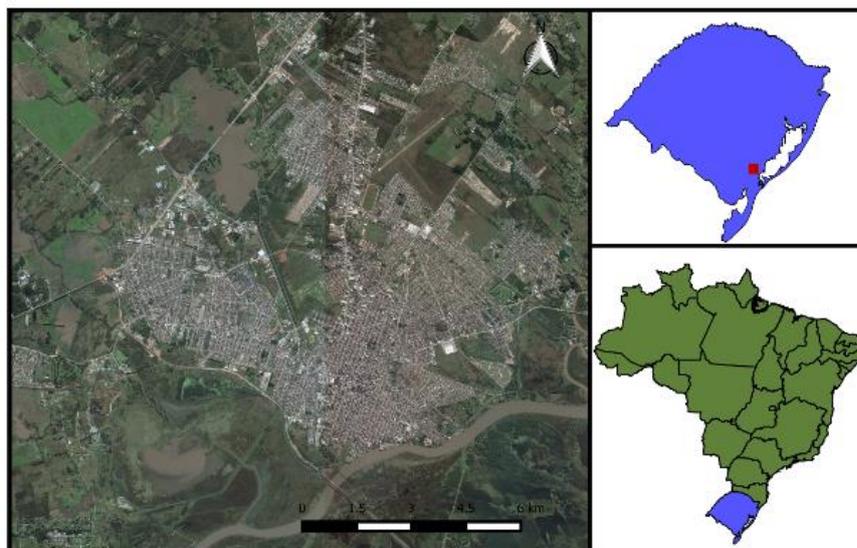


Figura 1: Área de Estudo – Pelotas – Rio Grande do Sul.
Fonte: o autor (2015). Imagem Google Satellite via QGIS.

O ponto de partida do trabalho foi identificar os pontos de microdrenagem com descarte significativo de resíduos. Os pontos foram definidos utilizando a demanda de serviços da população ao Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) para áreas de alagamentos. Dessa forma, passou-se a acompanhar a prestação de serviço do Departamento de Bueiros do SANEP na execução da desobstrução.

Foram posteriormente, caracterizados os resíduos sólidos presentes na drenagem urbana. E, por fim, a sistematização dos dados. A Figura 2 ilustra a ordem de pesquisa.



Figura 2: Evolução das etapas de pesquisa.

2.2 Software de georreferenciamento

Para a visualização dos pontos de microdrenagem foi utilizado o software livre Quantum GIS 2.4 – QGIS (Figura 3), 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 complemento *Openlayers plug-ins* do software QGIS utilizou-se uma imagem multiespectral diretamente do banco de imagens e de mapas da 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.

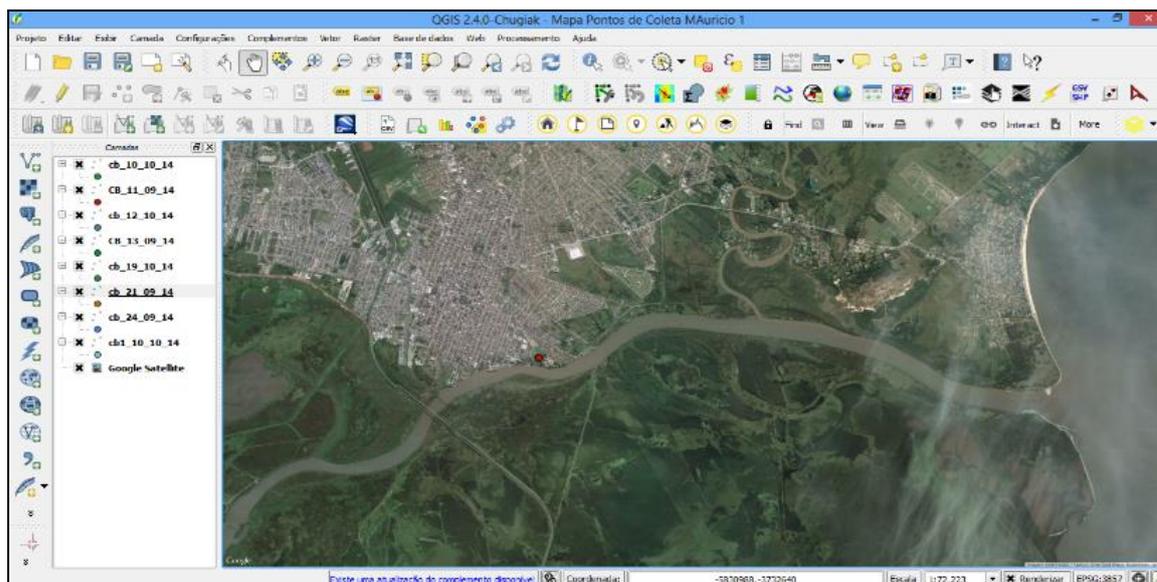


Figura 3 – Exemplo de Figura: QGIS 2.4.0.

2.3 Seleção da amostra e modelo de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada por meio de análises preliminares dos resíduos sólidos encontrados na rede de microdrenagem. 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.

Tabela 1: Classificação dos resíduos sólidos

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

Madeira	II-B	Móveis (mesa, cadeira, sofá, armário), galhos de árvore, folhas.
Matéria Orgânica	II-B	Vegetação, areia, sedimento, restos de comida.
Borracha	II-B	Pneus e similares.
Contaminantes Químicos	I ⁴	Pilhas Alcalinas e comuns, lâmpadas fluorescentes, incandescentes.
Outros	II-B	Pedaços de cerâmica, espuma, terra, pedra.

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

2: II-B – Resíduos inertes

3: II-A – Resíduos não inertes

4: I – Resíduos Perigosos

Acompanhou-se o Departamento de Bueiros – SANEP (Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas) no atendimento de limpeza dos microdrenos no período de 25/08/2014 à 19/10/14, onde esses foram os pontos investigados. 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 na Figura 4.

A descrição e a manutenção dos 11 pontos de microdrenagem estão citados, conforme podemos observar na tabela 2.

Tabela 2: Localização dos 11 pontos de microdrenagem

Ponto	Data	Localização	Inspeção
1	25/08/14	Rua Marechal Deodoro esquina com a Rua Três de Maio	Limpeza do microdreno.
2	26/08/14	Praça 20 de Setembro, área central	Bueiro de travessia e 2 caixas de inspeção.
3	27/08/14	Bairro Três Vendas	Manutenção do microdreno.
4	01/09/14	Bairro Areal	Manutenção das caixas de inspeção e dos bueiros de travessia.
5	03/09/14	Bairro Três Vendas	Manutenção do dreno.
6	05/09/14	Rua General Osório esquina com Rua Benjamin Constant	Limpeza do dreno.
7	11/09/14	Rua Dr. Álvaro Barcelos esquina Av. Domingos de Almeida	Limpeza em 2 caixas de inspeção.
8	16/09/14	Rua Coronel Afonso Emilio Massot esquina com a Rua Silva Jardim	Manutenção de uma caixa de inspeção.
9	02/10/14	Rua Cipriano Mascarenhas esquina com a Rua Manuel Lucas de Oliveira	Limpeza de 2 caixa de inspeção e sarjeta.
10	03/10/14	Rua Olavo Afonso Alves esquina com Rua	Manutenção do

		Frederico Trebi	microdreno.
11	19/10/14	Rua Gonçalves Chaves esquina com a Rua Três de Maio	Limpeza de 2 caixas de inspeção e bueiros.

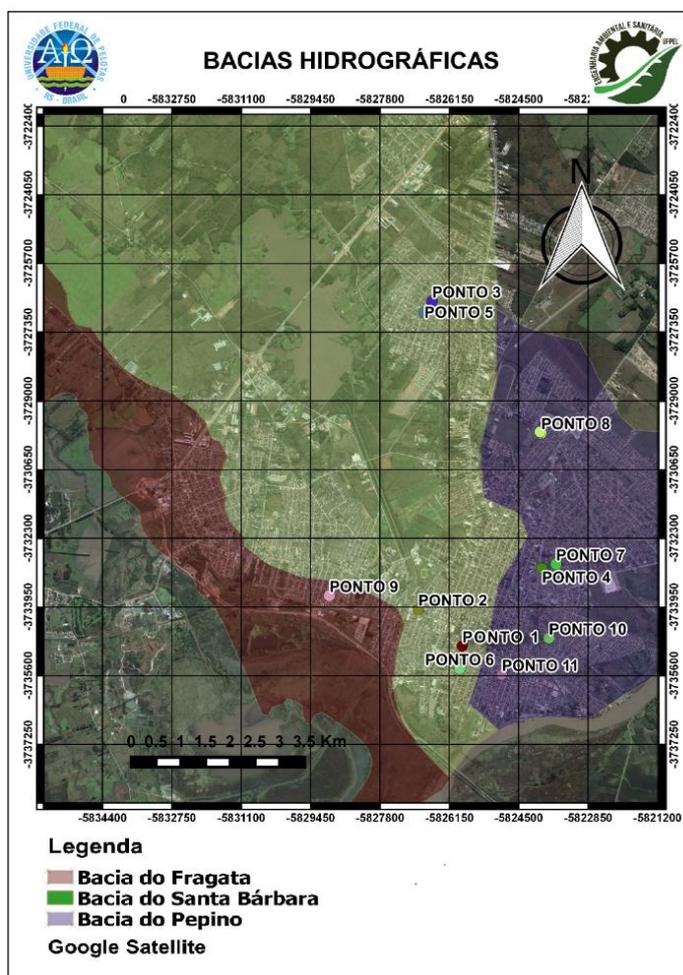


Figura 4: Delimitação dos pontos de microdrenagem investigados nas bacias hidrográficas de Pelotas.
Fonte: Autor. Imagem Google Satellite.

3 Resultados e Discussões

Conforme a metodologia utilizada, por meio da caracterização dos resíduos sólidos na rede de microdrenagem, a pesquisa foi realizada de acordo com os parâmetros já descritos na tabela 1.

3.1 Resíduos sólidos na rede de microdrenagem

A tabela 3, apresenta os 11 diferentes pontos onde ocorreram a caracterizações dos resíduos sólidos na rede de microdrenagem.

No ponto 1, de acordo com a tabela 3, foi observada 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 (Polietileno) (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, após isso, sedimentos e pedras retirados da caixa de inspeção.

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 as embalagens, posteriormente, estas deslocam-se pela ação da chuva ou do vento, ocasionando a obstrução ou entupimento da boca de lobo.

De acordo com a Figura 4, 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 3: 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
Plástico 1	II-B	Sacolas, embalagens de alimento.	Sacolas, lona, embalagens de alimentos.	Sacolas, embalagens de alimentos.	Sacolas, embalagens de alimentos.	Sacolas, lona, embalagens de alimentos.
Plástico 2	II-B	Tubo flexível, copo, pote.	Copo.	Potes de iogurte, tubo PVC, copo.	Copos, prato descartável, embalagens rígidas.	CD (música), potes, corda de poliéster.
PET	II-B	Garrafas 600mL, 2L, água.	Garrafas 600mL, 2L.	Garrafas 600mL.	Garrafas água, 600, 2L.	Garrafas 2L, 600mL.
Vidro	II-B				Garrafas long neck.	
Papel e Papelão	II-A					Papel.
Isopor	II-B	Copo, pedaços diversos.	Copo, pedaços diversos.			Copo, pedaços diversos.
Trapos	II-B					Restos de roupas.
ALA – Aço, Lata, Alumínio	II-B	Folha de alumínio.		Vergalhão de ferro, lata de alumínio.	Latas de conserva, papel alumínio, alicate.	
Madeira	II-B	Cabo de vassoura.	Galhos, folhas.	Madeira processada, galhos.	Galhos, folhas.	Galhos.
Matéria Orgânica	II-B	Sedimento.	Lodo, gramínea.	Lodo.	Lodo, gramínea, raízes da árvore.	Lodo, sedimento.
Borracha	II-B	Carpete.				Sola de calçado.

Contaminantes Químicos		I				Pilha alcalina.	
Outros		II-B	Pedras.		Pedras, tijolos.	Pedras.	Brita, tijolo.
Resíduo	Classe	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 de alimentos.	Sacolas, embalagens de alimentos.	Sacolas, lona, embalagens de alimentos.	Sacolas, lona, embalagens de alimentos.	Sacolas, embalagens diversas.	Sacolas.
Plástico 2	II-B	Tubo de PVC, embalagens (café, bolo), copos.	Embalagem rígida, copo.	Copos, potes, tubo de PVC, tampa rígida.	Forro de PVC, potes, embalagem de engraxate.		Copos, Tubos de PVC, potes.
PET	II-B	Garrafas 2L.	Garrafa 600 mL.		Garrafas 2L.	Garrafas 2L, 600 mL.	Garrafas 600mL.
Vidro	II-B				Copos, prato.	Garrafa de espumante.	Garrafas long neck.
Papel e Papelão	II-A	Papéis, papelão, jornais, cigarro.	Embalagem de chocolate, cigarro.			Papelão.	
Isopor	II-B	Pedaços diversos, copos.	Pedaços diversos.	Copo, pedaços diversos.	Pote.		
Trapos	II-B	Bola de couro.		Restos de roupas.	Bola de couro.	Restos de roupas.	Persiana de tecido.
ALA – Aço, Lata, Alumínio	II-B	Cabo de vassoura, cabo de ferro.			Vergalhão de ferro.	Latas de alumínio.	Cabo de vassoura, lata de tinta.
Madeira	II-B	Madeira processada, galhos, folhas.	Madeira processada, galhos, folhas.	Madeira processada.	Madeiras compensadas.	Madeira processada, galhos, folhas.	Galhos, folhas.
Matéria Orgânica	II-B	Restos de frutas.	Lodo, sedimento.	Lodo, Gramíneas, sedimento.	Lodo, sedimentos, gramínea.	Lodo, pedras, sedimento.	Lodo, sedimentos, osso.
Borracha	II-B					Carpete.	
Contaminantes Químicos	I						

Outros	II-B	Cerâmica, pedra.		Pedras, tijolos, cerâmica.	Tijolo, pedras, xícara de porcelana.		Cerâmica, pedras, tijolo, pedaço de telha.
--------	------	---------------------	--	----------------------------------	---	--	--

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, a população, as empresas 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, já que grande quantidade de resíduos foram encontrados na rede de microdrenagem, conforme constatado nos pontos e dias observados.

No Ponto 2, existe uma caixa de inspeção que interrompe a capacidade local do escoamento fazendo com que possa ocorrer o acúmulo de sedimentos, resíduos sólidos e demais detritos). 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).

Os resíduos sólidos 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 correta da habitação 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.

Os Resíduos observados no Ponto 4 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.

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.

Já que, o Ponto 5, está situado próximo no Ponto 3 observado, conforme mostra a Figura 4, 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 são avaliadas em função das superfícies drenadas e do modo de ocupação dos solos, conforme descrito por Righetto (2009). Os problemas associados ao transporte de resíduos sólidos pelo escoamento são fonte de alterações importantes no funcionamento do microdreno, pois geram problemas significativos de razões estéticas e mau odor.

O Ponto 6, localizado em área central, é considerado um ambiente residencial/comercial, portanto, não apresentou nem lodo e nem sedimento, um dos motivos que minimiza o problema é as ruas serem

calçadas. 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.

Dentro deste contexto percebe-se que 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. De acordo com BRASIL – PNEA,1999, pode-se através de programas socioeducacionais e ambientais específicos, estimular e fortalecer o entendimento dos moradores de locais sobre a problemática dos resíduos sólidos; essa seria uma possibilidade para gerar uma consciência crítica sobre a problemática dos resíduos sólidos na população do entorno do Ponto 6.

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.

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 1).

Na observação do ponto 8, 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.

No ponto 9, o excesso de lodo é originado pelo lançamento do efluente doméstico. 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 a caixa de inspeção com muitas algas e lodo, uma vez que, o desnível é pequeno e pela obstrução na 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 diminui a infiltração natural do solo e, também, diminui a áreas de banhado.

No Ponto 10, foi constatado a presença de restos de poda, resíduos de construção civil, móveis e demais resíduos. Assim, a população descarta inapropriadamente grande parte do resíduo gerado, causando sérios problemas de saúde pública. Conforme a Política Ambiental de Pelotas (PAP) (PELOTAS, 2013), 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.

No último ponto observado na microdrenagem (ponto 11), 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 Penteado (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.

A prestação de serviço do órgão público, conforme demandado pela população constatou que dos 11 pontos verificados (Figura 4), 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 4) 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 PMGIRS (Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos) (PELOTAS, 2012), 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.

Na Bacia Hidrográfica do Pepino (Figura 4), foram observados 5 pontos com adversidades. Esta bacia possui áreas planas com baixa declividade na direção ao Canal São Gonçalo. As adversidades verificadas nos 5 pontos (Figura 4), 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 de resíduos orgânicos, porta a porta é feita nas segundas e quintas-feiras. Compreende-se que os resíduos não são separados 100% na fonte geradora, pois são encaminhados para cooperativas especializadas na segregação dos resíduos sólidos. Desta forma, os resíduos descartados inadequadamente são dispostos pela população, que irregularmente coloca o resíduo em locais inapropriados.

O ponto 8 localizado na região administrativa Treptow, apesar de haver coleta de resíduos 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 socioeducacionais; 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.

O ponto 11, localizado na região administrativa Centro Sul, é realizada a coleta seletiva de resíduos em containers de 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 4), 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 4, 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, devido as 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 dos 11 pontos da microdrenagem, verificou-se que em 90,9% dos casos, ou seja, em 10 pontos não haviam 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 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. 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 já era 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.

Além disso, torna-se evidente a necessidade no controle dos microdrenos, pois em dias de chuva, os pedestres e os motoristas sofrem com os alagamentos para se deslocar de um local a outro. Razão da falta de manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem e, o que torna mínimas as condições de trafegabilidade dos pedestres nas vias públicas em dias de intensa precipitação no Município de Pelotas/RS.

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 dos resíduos pela população. Lembrando que esses resíduos são os principais causadores dos pontos de alagamentos, e que os alagamentos além de todos os problemas de tráfego ainda são transmissores de doenças graves. Desta forma, é importante ressaltar que a elaboração, o planejamento e a gestão de um manual de drenagem urbana, possibilitará o direito da população a um meio ambiente ecologicamente equilibrado e a condições adequadas de saúde pública de qualidade.

Agradecimentos

Aos funcionários do SANEP, do Departamento de Bueiros, por auxiliar, contribuir e colaborar na pesquisa.

Referências

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

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Site do IBGE**. Rio de Jan., 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/pdf/analise_estimativas_2014.pdf>.

BRASIL, PNEA. Política Nacional de Educação Ambiental. Lei nº 9.795, de 27 de abr. de 1999. **Site do Palácio do Planalto**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf>>.

BRASIL, PNRs. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, de 02 de ag. de 2010. **Site do Palácio do Planalto**. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>.

BRASIL, PNSB. Política Nacional do Saneamento Básico. Lei nº 11.445, de 05 de jan. de 2007. **Site do Palácio do Planalto**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>.

CARDOSO, E.C.A. **Mapeamento das transformações socioambientais da Bacia Hidrográfica do Arroio Pepino, 1916 – 2011 / Pelotas (RS)**. 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. 2012.

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

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

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

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

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. 249p. 2006

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>>.

PELOTAS, Prefeitura Municipal. **Plano Ambiental de Pelotas**. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Site da PMP**. 2013. Disponível em: <<http://www.pelotas.rs.gov.br/qualidade-ambiental/plano-municipal/>>.

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

RIGHETTO, A.M. 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. 2012. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v3.pdf>.

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>>.

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

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

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