



PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DE BELÉM/PA

**Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa¹, Germana Menescal Bittencourt²,
Luiza Carla Girard Mendes Teixeira³, Claudio José Cavante Blanco¹¹**

RESUMO

O estudo foi realizado no bairro Cidade Velha – Belém – Pará (Brasil) e teve como objetivo avaliar a problemática dos resíduos sólidos sobre os dispositivos de drenagem urbana, visto que estes são potencialmente causadores de obstruções e deterioração do sistema. Após diagnóstico de campo, os dados de dragagem do canal da Tamandaré de 2010 a 2013 foram relacionados ao total de resíduos produzidos anualmente para estimar a porcentagem dos resíduos sólidos no interior do canal, além disso, foram realizadas amostragens para a composição volumétrica dos resíduos coletados no canal. Com isso, foi notado que a quantidade de resíduos vem aumentando anualmente. Na análise volumétrica, foi verificada que grande parte desses resíduos possui potencial de reciclagem, ou seja, a coleta seletiva no bairro não só reduziria os resíduos na rede de drenagem como também cerca de 82% da quantidade de material dragado, reduzindo os custos de coleta e disposição final para o município.

Palavras-chave: Drenagem, Resíduos, Alagamentos, Reciclagem.

¹ FAESA - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFPA. E-mail: eduardoaguiarsc@hotmail.com

² FAESA - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFPA. E-mail: menescal@ufpa.br

³ FAESA - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFPA. E-mail: luiza.girard@gmail.com

¹¹ FAESA - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental. UFPA. E-mail: blanco@ufpa.br

1 INTRODUÇÃO

A urbanização pode ocasionar inúmeros problemas, entre eles pode-se destacar o aumento da produção de resíduos sólidos, a impermeabilização das superfícies e a contaminação das águas pluviais. O aumento da produção de resíduos depende da conscientização da população em relação ao consumo. O segundo problema surge quando não são propostas medidas para compensar o aumento do escoamento superficial, tendo em vista a falta de planejamento e pouco investimento do poder público em drenagem urbana. Segundo MAKSIMOVIC (2001), nos países desenvolvidos, densamente povoados, a drenagem urbana consome uma alta proporção dos investimentos em infraestrutura urbana. Quanto a qualidade da água, o problema também é a conscientização e investimentos em redes coletoras de esgoto e o tratamento do mesmo.

O aumento das áreas urbanizadas e conseqüentemente, impermeabilizadas, ocorreu das zonas mais baixas, próximas às várzeas dos rios ou à beira-mar, em direção as colinas e morros, isso se deu devido à necessária interação da população com o corpo hídrico, utilizando-o como fonte de alimentação e dessedentação, além de via de transporte (CANHOLI, 2005).

A gestão deficiente do crescimento populacional, que em algumas cidades é mais acelerado nas suas periferias devido à falta de infraestrutura, interfere imediatamente nas atividades e sistemas que compõe o meio urbano. Como comenta POMPÊO (2000), o planejamento de atividades urbanas relacionadas à água deve estar vinculado ao próprio planejamento urbano, integrando a gestão de recursos hídricos e o saneamento ambiental.

Dentre suas conseqüências, a urbanização aumenta as áreas impermeáveis, o que aumenta a frequência de inundações e a produção de sedimentos e dos resíduos sólidos que escoam para a drenagem. Moura (2004) diz que a ocorrência de inundações, o empoçamento de águas pluviais, o carreamento de resíduos sólidos pelo sistema de drenagem, além da poluição das águas pluviais pelo lançamento de esgotos, são fatores potenciais para a disseminação de doenças em áreas onde o sistema de drenagem é inexistente ou ineficaz.

Cidades como Belém-PA revelam uma situação preocupante, pois embora existam serviços de varrição e limpeza urbana, estes não são capazes de coletar toda a produção gerada. O resultado deste efeito é o despejo de resíduos sólidos em terrenos baldios e muitas vezes próximos aos cursos d'água, ou mesmo diretamente nos canais. Os sistemas de drenagem urbana que se encontram comprometidos pela falta de capacidade de condução para a urbanização atual, tornam-se agentes de transporte dos resíduos que obstruem o fluxo.

Os fatores que influenciam o carreamento de resíduos sólidos urbanos em sistemas de drenagem, citados por Allison *et al.* (1998) são: tipos de ocupação do solo: comercial, industrial, residencial e parques; população urbana; práticas de gerenciamento, como serviços de limpeza pública, forma de acondicionamento dos resíduos, regularidade da limpeza e coleta dos resíduos, existência de programas de triagem; programas de sensibilização e educação da população local; período de tempo sem precipitações pluviométricas; características dos eventos de precipitação, tamanho, geometria e localização das bocas de lobo e condutos da rede de microdrenagem; características físicas da bacia hidrográfica, como tamanho, declividade, características da superfície e vegetação; percentual e tipo de pavimento utilizado; as variações sazonais e intensidade e direção do vento.

Alguns autores abordam o assunto em trabalhos que tratam o efeito da frequência de limpeza e coleta de resíduos sólidos da rede de drenagem, e a maioria destes trabalhos surgiram na década de 90 em países como Nova Zelândia, África do Sul e Austrália (ALLISON *et al.*, 1998; ARNOLD; RYAN, 1999). No Brasil, atualmente, existem um maior número de pesquisas referentes aos parâmetros de caracterização e quantificação dos resíduos sólidos na drenagem urbana (JAWOROWSKI, SCHETTINI, SILVEIRA, 2005; NEVES, TUCCI, 2008).

Os efeitos dos resíduos sólidos nas redes de drenagem pluvial são citados em vários trabalhos e pesquisas desde a década de 70, em sua maioria de forma secundária (SCHUELLER, 1987), sendo poucos os trabalhos de quantificação e caracterização. Um trabalho notório na área foi o realizado por Marais *et al.* (2004), na Cidade do Cabo com 9 bacias-piloto de uso do solo e condições socioeconômicas diferentes. O período de monitoramento foi de 2 anos, divididos em duas etapas: fevereiro a setembro de 2000 e fevereiro de 2001 a janeiro de 2002. O intervalo de

monitoramento serviu para avaliações e definições de estratégias para a continuação do monitoramento com cestas nas entradas de bocas-de-lobo e redes nos pontos finais dos condutos de saída das bacias.

Analisar os problemas causados por resíduos sólidos na área pode contribuir para uma gestão apropriada das águas urbanas e do saneamento ambiental. Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi o levantamento das quantidades de material dragado do canal de macro drenagem da Tamandaré nos anos de 2010 a 2013, comparando estes valores com os totais de resíduos sólidos produzidos no bairro nestes mesmos períodos. Assim, puderam-se relacionar esses dados e estimar a porcentagem de resíduos sólidos que vai para o interior do canal e analisar as possíveis soluções para a diminuição desses resíduos.

2 METODOLOGIA

O bairro Cidade Velha desenvolveu-se às margens da baía do Guajará e, durante o Ciclo da Borracha, seu principal objetivo era escoar esse produto. Suas ruas apresentam nomes de cidades ou personalidades, principalmente portuguesas e brasileiras. Conta com uma população de 12.128 habitantes em uma área de 80,8 ha (IBGE,2010). A localização do bairro da cidade velha está apresentada na Figura 1.

O bairro Cidade Velha pertence a bacia hidrográfica da Tamandaré. Essa bacia é constituída pelo canal da Tamandaré, possuindo área total de 1,74 km² e área alagável de 0,63 km², abrangendo partes dos bairros da Cidade Velha, Batista Campos e Reduto.

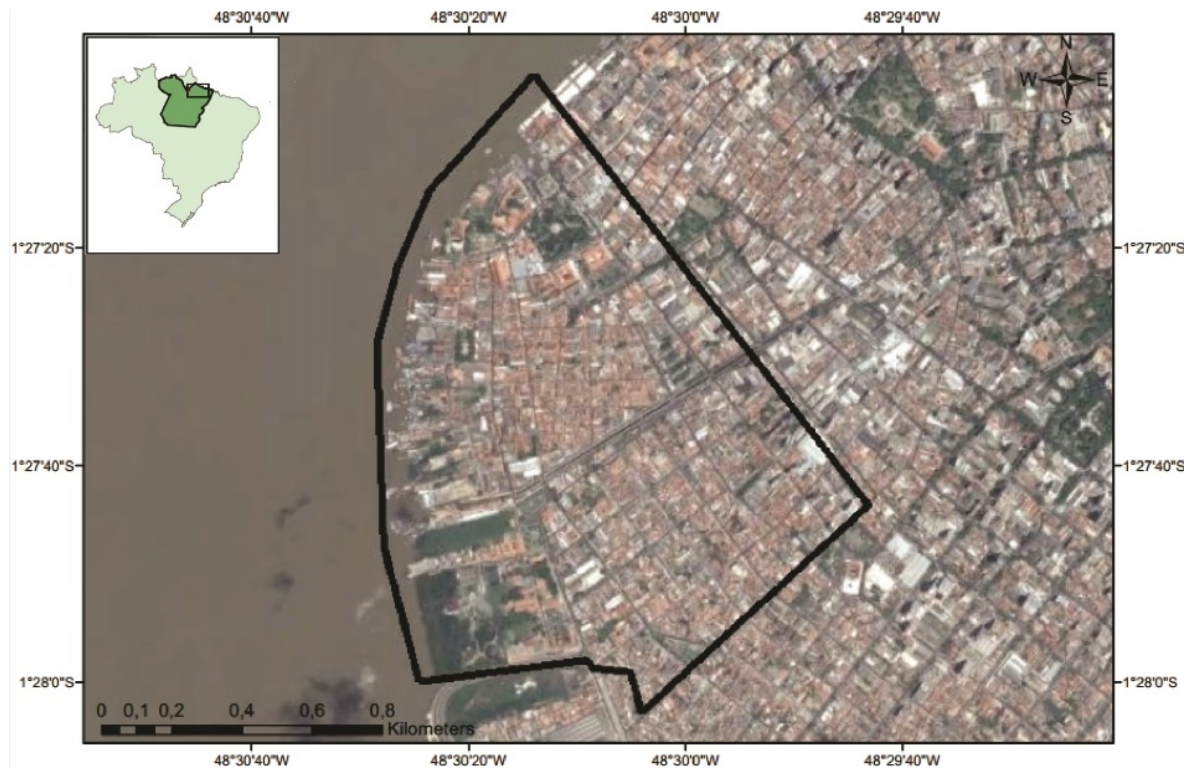


Figura 1 – Bairro Cidade Velha – Belém/PA

Fonte: Autor, 2013.

A metodologia deste trabalho foi organizada em quatro etapas, que podem ser evidenciadas na figura 2.

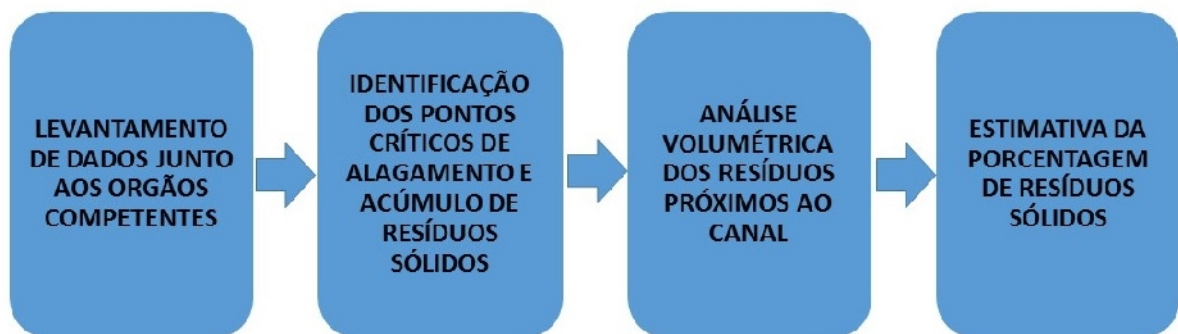


Figura 2 – Fluxograma das etapas metodológicas

Fonte: Autor, 2013.

O levantamento de dados secundários foi executado no Departamento de Resíduos Sólidos (DRES) que é também o órgão responsável pela área de drenagem urbana da Secretaria de Saneamento de Belém (SESAN). Os dados

recolhidos foram: Quantidade de material dragado do canal, frequência de varrição das ruas, dados do canal, pontos críticos de alagamento e pontos críticos de acúmulo de resíduos sólidos, valores do Kg de material reciclável. Além disso, foram feitas visitas na área para verificar os locais considerados como pontos mais críticos de alagamento e acúmulo de resíduos sólidos, para constatar os dados cedidos, buscando também outros possíveis pontos com estas características. Na Figura 3, observam-se esses pontos.



Figura 3 – (a) Pontos de alagamento; (b) Pontos de acúmulo de resíduos.
Fonte: Adaptado Google Maps, 2013.

O canal da Tamandaré possui 1.120 metros de comprimento, largura de 4 metros e profundidade de 2,5 metros. O fundo do canal é predominantemente em terreno natural, exceto no trecho entre a rua Ângelo Custódio e rua Monte Alegre que possui o fundo revestido em concreto. Antes do emissário existem 5 comportas com sistema de gradeamento, que acumulam também uma certa quantidade de resíduos sólidos, como observado na Figura 4.



Figura 4 – (a) Canal da Tamandaré; (b) Comportas; (c) Gradeamento.
 Fonte: Autor, 2013.

Na Figura 5, observa-se que alguns alagamentos no bairro Cidade Velha, não somente são causados pelo acúmulo de resíduos, obstruindo os dispositivos de micro drenagem, como também pelo o estado precário desses mesmo dispositivos.



Figura 5– (a) Alagamento; (b) Dispositivo danificado; (c) Acúmulo de RS.
 Fonte: Autor, 2013.

Ainda na Figura 5, pode-se observar também o descarte inadequado de resíduos sólidos bem ao lado do canal, que podem causar diversos danos à saúde e meio ambiente, além do mau cheiro e a proliferação de vetores.

Neste trabalho, optou-se por uma composição volumétrica pois para a drenagem urbana, este dado torna-se importante, levando em conta problemas de obstrução dos dispositivos de micro drenagem e os efeitos causados nos canais causados pelo volume resíduos sólidos.

A composição volumétrica deu-se a partir dos resíduos sólidos coletados nas calçadas e sarjetas em 3 áreas da extensão do canal (Figura 6).



Figura 6 – Áreas de coleta dos resíduos sólidos
Fonte: Adaptado Google Maps, 2013.

Em cada área, foram utilizados para coleta, dois recipientes com graduação volumétrica conhecida, um com graduação de 28L e outro com graduação de 30L, totalizando um volume coletado total de 58L. Para a composição volumétrica, os resíduos foram separados por tipo, sendo divididos em plástico, papel, metal, madeira, vidros e outros, que engloba também matéria orgânica. Posteriormente, foram calculados os volumes de cada um desses tipos em relação ao volume do respectivo recipiente utilizado na coleta, somando os valores e obtendo, assim, o volume total para cada tipo. Observa-se na Figura 7 o momento em que é realizada essa composição.



Figura 7 – (a) Medição de volume; (b) e (c) Composição Volumétrica.

Fonte: Autor, 2013.

Na última parte do trabalho, foram levantados os dados de dragagem e o tempo de recorrência com que são realizadas no canal. A dragagem ocorre geralmente com frequência de 3 meses e com duração de 25 dias. A retirada do material dragado é feita por 4 a 6 serventes, sendo o transporte realizado através de 3 caçambas, com 10 m³ de capacidade.

Utilizando o per capita de produção de resíduos médio 0,73 kg/hab.dia (Carneiro, 2006) em Belém e multiplicando pela população do bairro, chegou-se no valor de produção diária de resíduos sólidos em kg. Com o valor de peso específico sendo 164,73Kg/m³ apresentada por Carneiro (2006) para o bairro da cidade velha, foi determinado um valor em m³/dia de resíduos sólidos, podendo assim ser comparados com os dados de material dragado fornecido pela SESAN.

O quadro a seguir mostra a produção de resíduos sólidos anuais no bairro, relacionando-os com os dados de dragagem obtidos para cada ano.

Quadro 1 – Valores anuais de resíduos sólidos produzidos e material dragado.

Ano	População	Produção anual de Resíduos Sólidos (Kg)	Produção anual de Resíduos Sólidos (m³)	Quantidade anual de material dragado (m³)	Relação: Dragagem com total produzido anualmente (%)
2010	12.128	3.231.505	19.616	2.400	12,2
2011	12.138	3.234.170	19.633	2.700	13,7
2012	12.149	3.237.101	19.651	3.100	15,7
2013	12.159	3.239.765	19.667	3.400	17,3

Fonte: Autor, 2013.

O método foi executado para os anos de 2010 a 2013, utilizando os dados de dragagem respectivos de cada ano, assim como uma projeção populacional para cada ano, através do método geométrico, com base no censo 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através das visitas técnicas realizadas na área de estudo, houve a constatação de novos locais considerados como pontos críticos de alagamento e acúmulo de resíduos sólidos e que não estão no banco de dados da SESAN (Figura 8).



Figura 8 – (a) Novo Ponto de alagamento; (b) Novos pontos de acúmulo de resíduo.

Fonte: Adaptado Google Maps, 2013.

A Figura 9 ilustra a composição volumétrica dos resíduos sólidos coletados nas calçadas e sarjetas em 3 áreas selecionadas na extensão do canal.

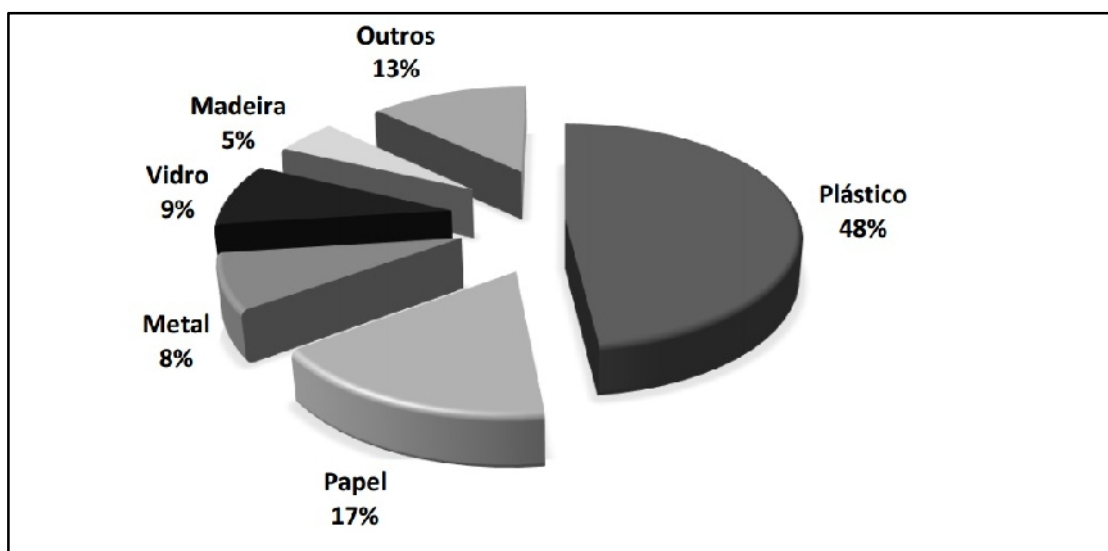


Figura 9 – Composição volumétrica dos resíduos sólidos

Fonte: Autor, 2013.

O plástico foi o material mais abundante com 48% de volume total, sendo composto principalmente de garrafas e sacolas de supermercado, devido à forte área comercial existente nas proximidades do canal. Os papéis tiveram também uma representação significativa (17%), sendo constituídos principalmente por jornais,

embalagens e papelões. Essa quantidade poderia ser bem maior, levando-se em conta que grande parte desse material pode ter sido dissolvida em contato com a água da chuva e se misturarem com a matéria orgânica.

O volume de metais e vidros encontrado foi de 8% e 9%, respectivamente. A classe Outros apresentou 13% do volume total, sendo os materiais na sua maioria constituídos de matéria orgânica, fraldas descartáveis, e outros materiais não identificados. Notou-se que um volume maior dessa mesma classe foi encontrado na área predominantemente residencial, assim como a classe madeira (5%).

Os resultados mostram que a quantidade de material dragado vem aumentando a cada ano, porém, não é proporcional a quantidade de resíduos sólidos produzida anualmente no bairro, ou seja, porcentagem de resíduos sólidos no bairro que está indo parar na rede de drenagem aumenta mais a cada ano. Este problema que vem crescendo, pode ter solução, visto que existem alternativas viáveis para a diminuição desses valores. Pois, a maior parte dos resíduos sólidos é de material inorgânico, como observado na análise volumétrica mostrada na Figura 9, e alguns possuem um alto potencial de reciclagem, como o plástico e o papel, por exemplo. Esse resíduo poderia ser reaproveitado passando por um processo de coleta seletiva.

A coleta seletiva é uma solução viável para a problemática no bairro, tendo em vista que cerca de 82% do material encontrado na área de estudo pode ser reciclado. Comparando os valores, se em 2013 o volume de material dragado no canal foi de 3.400 m³, e supondo que toda a porcentagem de material reciclável passasse pelo processo de coleta seletiva adequado, esse valor teria uma diminuição para 612m³, quadro a seguir mostra a situação para cada ano.

Quadro 2 – Diminuição dos valores anuais de material dragado com a coleta seletiva

Ano	Produção anual de Resíduos Sólidos (m ³)	Quantidade anual de material dragado (m ³)	Quantidade anual de material dragado com coleta seletiva (m ³)
2010	19.616	2.400	432
2011	19.633	2.700	486
2012	19.651	3.100	558
2013	19.667	3.400	612

Fonte: Autor, 2013.

A Implantação da coleta seletiva no bairro não somente iria diminuir a quantidade que vai parar na rede de drenagem, como de certa forma iria ajudar as cooperativas e associações que tenham seus trabalhos voltados para a reciclagem de resíduos sólidos visto que a área possui uma boa potencialidade econômica desse ponto de vista.

O quadro 3 mostra os valores anuais de produção para cada tipo de resíduo, sendo que o total produzido no ano de 2013 foi 3.239.765 Kg, e os relaciona com seus valores de mercado, evidenciando o quanto poderia se arrecadar caso houvesse o sistema de coleta seletiva.

Quadro 3 – Valores estimados de venda dos resíduos sólidos recicláveis coletados no bairro cidade velha, em 2013.

Tipo de material reciclável	Equivalente ao total produzido	Geração Anual (kg)	R\$/Kg	R\$/Ano
Papel/papelão	17%	1.555.087	0,25	388.771,8
Plástico	48%	550.760	0,55	302.918
Metal	8%	259.181	7,50	1.943.858
Vidro	9%	291.579	3,25	947.631,8
TOTAL	82%	2.656.607		3.583.179

Fonte: Adaptado a partir de dados coletados no DRES (2013).

Como observado, com a implantação da coleta seletiva, seria possível arrecadar cerca de R\$3.583.179,00 para as cooperativas e associações e também para a prefeitura, além de contribuir para a diminuição da quantidade de resíduos que vai parar na rede de drenagem. Maior redução poderia ser atingida caso ocorresse também a reutilização de certos materiais que não podem ser reciclados, como madeira e outros.

4 CONCLUSÃO

Houve a verificação de 3 pontos críticos de alagamentos e 3 pontos de acúmulo de resíduos sólidos, seguindo os dados cedidos pela prefeitura, ocorrendo também a identificação de outros 2 novos pontos de alagamento e 1 novo ponto de acúmulo de resíduos sólidos. Em média, 14,7% dos resíduos produzidos no bairro vão parar dentro do canal de macro drenagem, e essa quantidade vem aumentando anualmente cerca de 2%. A média de material dragado anualmente é de 2.900 m³, levando em consideração que aproximadamente 82% dos resíduos coletados na área são recicláveis, se fosse implantada a coleta seletiva, essa média diminuiria para 522 m³. A coleta seletiva iria trazer diversos benefícios não somente para o bairro, mas para o poder público, que iria ter menos gastos com manutenção da rede de drenagem, limpeza e varrição de ruas. As cooperativas e associações que trabalham com reciclagem iriam ser muito favorecidas, visto que o bairro possui uma grande quantidade de material reciclável descartado, o que contribui para a potencialidade econômica desse serviço. Só em 2013 poderia ter sido arrecadado cerca de R\$3.583.179,00 com material reciclado.

PROBLEM OF SOLID WASTE IN URBAN DRAINAGE SYSTEM OF BELÉM / PA

ABSTRACT

The study was conducted at Cidade Velha neighborhood - Belém - Pará (Brazil) and aimed to assess the problem of solid waste on urban drainage devices, as these are potentially causing blockages and damage in the system. After a diagnosis of field, the data dredging of the Tamandaré's drainage stream from 2010 to 2013 were related to the total waste produced annually to estimate the percentage of solid waste inside it, and besides, samples were taken for volumetric composition of the waste collected in the drainage stream. As a result, it was noticed that the percentage of waste has increased annually. In volumetric analysis it was observed that much of this waste has potential for recycling, i.e., the selective collection in the

R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 329 - 344, out. 2015/mar. 2016.

neighborhood would not only reduce the waste in the minor drainage network but would also reduce about 82% of the amount of dredged material, diminishing the costs of collection and final disposal for municipal government.

Key Words: Drainage, Waste, Flooding, Recycling.

REFERÊNCIAS

ALLISON, R.A., WALKER, T.A., CHIEW, F.H.S., O'NEILL, I.C. & MCMAHON, T.A. From Roads To rivers: Gross pollutant removal from urban waterways. **Research Report for the Co-operative Research Centre for Catchment Hydrology.** Austrália, 1998. 98 pp.

ARNOLD, G.; RYAN, P. **Marine Litter originating from Cape Town's residential, commercial and industrial areas: the connection between street litter and storm-water debris. A co-operative community approach.** Island Care New Zealand Trust, C/- Department of Geography, The University of Auckland, New Zealand. Percy Fitz Patrick Institute, University of Cape Town.1999.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CARNEIRO, P.F.N. **Caracterização e avaliação da potencialidade econômica da coleta seletiva e reciclagem dos resíduos sólidos domiciliares gerados nos municípios de Belém e Ananindeua – PA.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Pará (UFPA), Centro Tecnológico. Belém, 2006.

JAWOROWSKI, A.L.O.; SCHETTINI, E.B.C.; SILVEIRA, A.L.L. (2005). Qualidade da água e caracterização de resíduos sólidos em arroio urbano da região metropolitana de Porto Alegre. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16. 2005, João Pessoa (PB). **Anais.** São Paulo: ABRH, 2005. 1 CD-ROM

MAKSIMOVIC, Cedo. 2001. General overview of urban drainage principles practice. In: TUCCI, Carlos E. M. Urban drainage specific climates: urban drainage in humid tropics. Paris: UNESCO. IHP-V. **Technical Documents in Hydrology.** No 40. v.I. cap.0, p1-23.

MARAIS, M., ARMITAGE, N. e WISE, C. 2004. **The measurement and reduction of urban litter entering storm- water drainage systems: paper 1 - Quantifying the problem using the city of Cape Town as case study**. Water SA. No. 4. Vol. 30. Disponível em: <www.wrc.org.za>. Acesso em 05 de junho de 2013.

MOURA, P. M. **Contribuição para a avaliação global de sistemas de drenagem urbana**. Belo Horizonte-MG:UFMG, 2004.p:22.

NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos sólidos na drenagem urbana: estudo de caso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**, v. 13, n.4, p. 43-54.out./dez.2008.

POMPÊO, C.A. Drenagem Urbana Sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**. v. 5, n.1. 2000.

SCHUELLER, T. 1987. **Controlling Urban Runoff: a Practical Manual for Planning and Designing Urban BMPs**. Washington: Metropolitan Washington Council of Governments. 229p.