



REVISTA AIDIS

de Ingeniería y Ciencias Ambientales:
Investigación, desarrollo y práctica.

QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS CARREADOS NA REDE DE DRENAGEM DE UMA BACIA URBANA

*Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos¹
Luiza Girard Texeira¹
Raisa Rodrigues Neves²

QUANTIFICATION OF SOLID WASTE TRANSPORTED IN DRAINAGE SYSTEM OF URBAN BASIN

Recibido el 14 de marzo de 2016; Aceptado el 9 de febrero de 2017

Abstract

This study characterizes the solid waste transported in the drainage system of a hydrographic basin, with consolidated urbanization, population density and territorial extension. In this case, the basin assessed covers an area that included the Belém and Ananindeua cities (Pará, Brazil), which were identified elements with strong influence in waste arising in urban drainage systems. The results indicated a high per capita contribution of solid waste ($1.10 \text{ kg.inhab}^{-1}.\text{year}^{-1}$) and a greater load of organic waste being transported in the rainy periods (45% of the waste mass, reducing to 39% in the dry periods). A gravimetric analysis showed that the greater load is represented by wood (47% w/w), due to rubble disposal in inappropriate areas, considering the difficulty of disposal of such waste and then it accumulates in public areas until someone removes it. Secondly, organic matter (43% w/w) and plastic materials (7% w/w) represent the pollutants retained in this basin.

Key Words: Solid waste, urban drainage, physical characterization, quantity of litter.

¹ Instituto de Tecnologia - ITEC, Faculdade Engenharia Sanitária e Ambiental-FAESA, Universidade Federal do Pará, Brasil.

² Universidade Federal do Pará - UFPA, Brasil.

*Autor correspondente: FAESA- ITEC - UFPA - Rua Augusto Corrêa, Caixa Postal: 8619, Guamá - Belém-Pará. Código Postal: 66.075-900. Brasil. Email: jessyca.inglis@hotmail.com

Resumo

O desenvolvimento deste trabalho teve como objetivo caracterizar os resíduos sólidos que são transportados na rede de drenagem de uma bacia hidrográfica caracterizada por sua urbanização consolidada, adensamento populacional e grande extensão territorial, ocupando uma área que abrange dois municípios (Belém-PA e Ananindeua-PA) do Brasil. Nessa avaliação, foram identificados os elementos que tem forte influência no surgimento de resíduos nos sistemas de drenagem urbana da bacia. Os resultados indicam elevada contribuição per capita de resíduos sólidos (1,10 kg/hab.ano) e uma maior carga de resíduos orgânicos sendo transportada no período chuvoso (45% da massa de resíduos), reduzindo para 39% no período seco. A maior parte da massa de resíduos é representada por madeira (47%), devido a disposição de entulhos em áreas imprópria, decorrência da dificuldade de se destinar este tipo de resíduo. Secundariamente, demonstraram-se significativas as cargas de matéria orgânica e plásticos que atingiram a saída de drenagem, representando respectivamente 43% e 7% da massa do material retido na bacia.

Palavras chave: Resíduos sólidos, drenagem urbana, caracterização física, composição gravimétrica, quantidade de resíduos.

Introdução

Quantidades preocupantes de resíduos sólidos são direcionadas aos cursos d'água pelos sistemas de drenagem urbana, devido a fatores como disfunções de serviços e de infraestrutura urbanas ou ainda, condições socioeconômicas e culturais. Segundo Armitage *et al.* (1998), em países em desenvolvimento, a coleta de resíduos domésticos é insuficiente e, estes são despejados nas ruas ou em espaços abertos próximos, dessa forma, um canal de águas pluviais é um meio particularmente favorecido, uma vez que a água carrega o material, afastando a evidência do despejo ilegal.

Para Marais, Armitage e Wise (2004), o problema dos resíduos na drenagem é uma mistura de questões técnicas e sociais que requerem uma abordagem multidisciplinar e não apenas uma abordagem puramente técnica. Estes autores afirmam que a maneira mais eficaz de impedir que os resíduos atinjam o sistema de drenagem de águas pluviais é fornecer um serviço de limpeza urbana frequente e assim, evitar despejos ilegais em espaços públicos, pois, mesmo quando a prestação dos serviços de limpeza é adequada, se a varrição de ruas não é frequente a sua eficiência dependerá fortemente do regime de chuvas.

No Brasil alguns estudos foram desenvolvidos buscando caracterizar a carga poluente na drenagem pluvial urbana. Destes, Salles *et al.* (2012) atentam para a parcela de materiais potencialmente recicláveis (de 27% na Bacia Escola Urbana) que foram descartados no leito do riacho, o que indica pouca sensibilização ambiental, falta de comprometimento e de bons hábitos da população. Estes autores referem-se ao plástico como um grande obstáculo à drenagem, devido ao seu grande consumo pela população e à sua propriedade de impermeabilidade. É visto a presença do plástico destacada em muitos dos estudos publicados,

de acordo com Neves e Tucci (2011) retirando-se os tipos vegetação, pode-se dizer que os plásticos são preponderantes.

No entanto, apesar dos inconvenientes provocados pela presença de resíduos na rede drenagem, de acordo com Tucci (2004), não existe uma agenda para o controle ao longo do tempo dos impactos relacionados com a qualidade da água pluvial e dos resíduos sólidos na drenagem, este autor afirma também que os decisores, a população e mesmo os profissionais da área de saneamento pouco conhecem estes problemas.

Nessa perspectiva, o conhecimento sobre a quantidade e qualidade dos resíduos sólidos urbanos na rede de drenagem e quais características que influenciam no seu surgimento são essenciais para uma adequada gestão e redução destes. Assim, trabalhos que envolvam a caracterização dos resíduos em sistemas e a análise das fontes tem sua importância fundada no aporte de conhecimento para um adequado controle na etapa de planejamento e definição de estratégias para gestão integrada da bacia hidrográfica.

A importância de quantificar o material transportado nos sistemas de drenagem está nos prejuízos que este pode causar tanto no que se refere à obstrução de redes, quanto às elevadas cargas de poluentes que se encontram agregadas junto aos mesmos, que podem conter substâncias químicas, organismos e matéria orgânica que alteram a qualidade da água.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a quantidade de resíduos sólidos carregados pela rede de drenagem na bacia hidrográfica do Una (Belém-Pa) e a composição física dos resíduos sólidos, assim como, avaliar as possíveis causas do surgimento de resíduos na rede de drenagem da bacia identificando influências de características da bacia e composição física dos resíduos no surgimento de resíduos na drenagem

Metodologia

Descrição da área de estudo

A bacia hidrográfica do Una localizada na Região Metropolitana de Belém – RMB-Pará-Brasil (Figura 1) possui uma área de aproximadamente 3,607 ha, o que corresponde a 17.43% do município de Belém, possuindo 13 canais de drenagem inseridos em 20 bairros pertencentes aos municípios de Belém e Ananindeua (Costa, Pereira, 2007). A população residente aproximada na bacia foi definida neste estudo em 399,060 habitantes, com base nos dados do censo do Instituto de Pesquisa de Geografia e Estatística - IBGE (IBGE, 2010), o que representa 28.6% da população do Município para o mesmo ano.

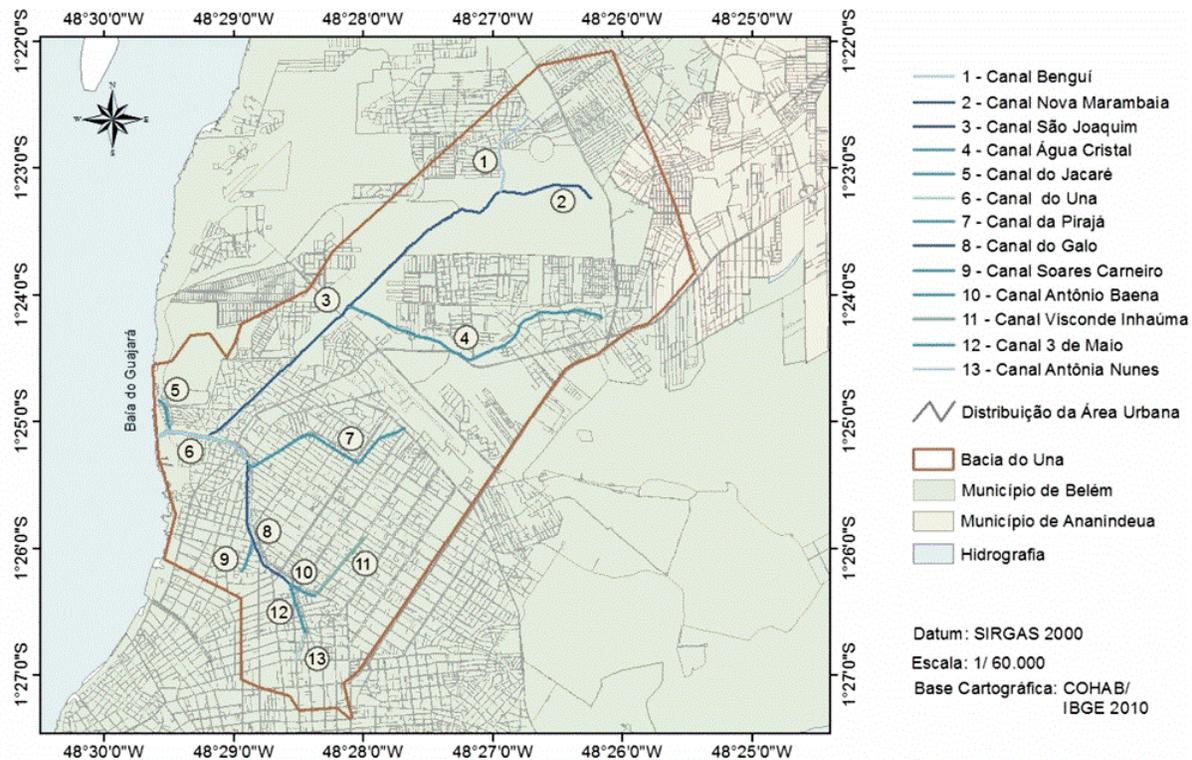


Figura 1. Rede de macrodrenagem da bacia do Una- RMB-Pará-Brasil

A ocupação na bacia do Una se deu forma irregular, com a invasão de leitos de córregos e, dentre as suas características estão o adensamento populacional; a localização de área de marinha, exército e aeronáutica (predomínio de vegetação); a presença de um aeroporto de pequeno porte e do estádio olímpico de Belém, o Mangueirão (Costa, Pereira, 2007).

O sistema de macrodrenagem da bacia do Una é constituído por um conjunto de canais e galerias dragados e retificados, alguns com revestimento em concreto, outros mantendo o seu talude natural revestido com gramíneas, contam ainda, com dois conjuntos de comportas situados à jusante dos canais do Una e do Jacaré (Silva, 2004).

De acordo com o Departamento de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana (DRES) da Secretária Municipal de Saneamento de Belém (SESAN), os serviços de limpeza urbana prestados na área da bacia contam com coleta domiciliar por roteiros e coleta de entulho, roçagem, capinação e varrição manual, além de limpeza do sistema de drenagem. A coleta domiciliar em vias de tráfico intenso é realizada no período noturno com frequência diária, as demais vias tem sua coleta realizada em dias alternados (DRES, 2014).

Segundo o DRES, nos canais de macrodrenagem é realizada a roçagem manual dos taludes e ainda, duas vezes ao ano, a dragagem dos canais. A manutenção da microdrenagem tem recorrência pontual, ou seja, realizado em favor de requerimento por parte da população, somente após esta solicitação é realizada a limpeza de bocas de lobo e galerias, através de hidro jateamento.

Procedimento de caracterização dos resíduos transportados na drenagem

As amostragens foram realizadas com os resíduos retidos no canal do Una, por meio de uma barreira flutuante, única forma de retenção de resíduos existente na bacia e para onde converge todo o escoamento da rede. Esta barreira, formada por um conjunto de bóias, possibilita a retenção do material evitando que os mesmos alcancem o conjunto de comportas (Figura 2), que possuem ainda gradeamento. E ainda, essa estrutura mostrou ser robusta o suficiente para resistir às intempéries. O resíduo é retirado do canal de forma mecanizada e acondicionado em contêineres estacionários de capacidade igual a 5 m³ cada.

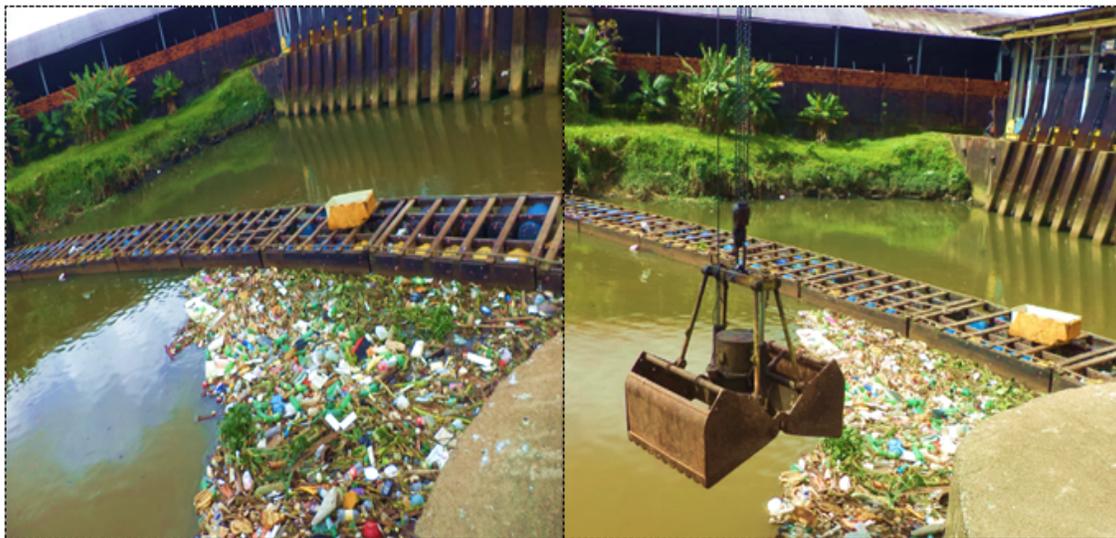


Figura 2. Resíduos retidos na barreira flutuante localizada no canal do Una

Na caracterização física dos RS drenados, a grande quantidade de resíduos que eram coletados a partir da estrutura de retenção, impossibilitou a pesagem e separação gravimétrica do total de RS retido, como se procedeu nas pesquisas citadas. Sendo assim, nas campanhas de amostragem foi coletado o volume aproximado de 1m³ para separação gravimétrica, em que a amostra representativa foi obtida pelo procedimento do quarteamento.

A amostra foi obtida a partir da mistura das alíquotas dos resíduos armazenados no contêiner, misturados e quarteados (divididos em quatro partes iguais onde duas diagonais são descartadas e duas aproveitadas para compor amostra) até se obter o volume desejado, de acordo com as recomendações para amostragem da NBR 10007 (ABNT, 2004). As amostragens foram realizadas nos meses de abril, junho, agosto, setembro e outubro do ano 2014, abrangendo os períodos seco e chuvoso do município e totalizando 6 campanhas de amostragens de resíduos.

As composições físicas foram obtidas por médias das massas de RS. O peso específico foi calculado tomando todas as massas de resíduos relacionando ao volume ocupado pelos mesmos nos períodos de estudo (período seco e período chuvoso). A obtenção dos valores em campo possibilitou ainda a definição de um per capita de resíduos transportados no sistema de macrodrenagem da Bacia. Este cálculo foi realizado dividindo-se o peso total de resíduos sólidos carregados estimados pelo número de habitantes da bacia hidrográfica por um determinado período de tempo de geração.

Resultados e Discussões

Peso específico, geração per capita e quantidades de RS

O total de resíduos carregados até a seção de saída da bacia hidrográfica pesquisada foi obtido através da medição dos volumes e das massas de resíduos amostrados que chegam à estrutura de retenção do canal do Una. Sabendo que peso específico é a relação do peso sobre o volume ocupado, assim o peso específico dos RS drenados obtido foi de 183.94 kg/m³ para o período chuvoso e 119.20 kg/m³ para o período seco, justificados pela quantidade maior de água nos poros dos resíduos no período de chuvas.

Foi observado que a quantidade de resíduos transportada mostrou tendência a aumentar com a precipitação, uma vez que estes resíduos são carregados preferencialmente pelo escoamento superficial produzido nas áreas urbanas impermeabilizadas. Foi verificado ainda maior teor de resíduos orgânicos, material que se apresentou abundante, no período chuvoso (45% da massa de resíduos), reduzindo para 39% no período seco.

Na figura 3 é ilustrada a composição, em massa e em volume, dos resíduos sólidos coletados na rede de drenagem. A matéria orgânica representou 43% da massa de material retido na bacia e 22% do volume de RS, composta essencialmente por vegetação (folhas, galhos, cascas, raízes, etc). Em termo de volume, o plástico aparece como o segundo material mais abundante (26%), devido ao volume ocupado pelo material composto, principalmente, de garrafas PET. No entanto, o material mais abundante foi a madeira processada e poliestireno expandido.

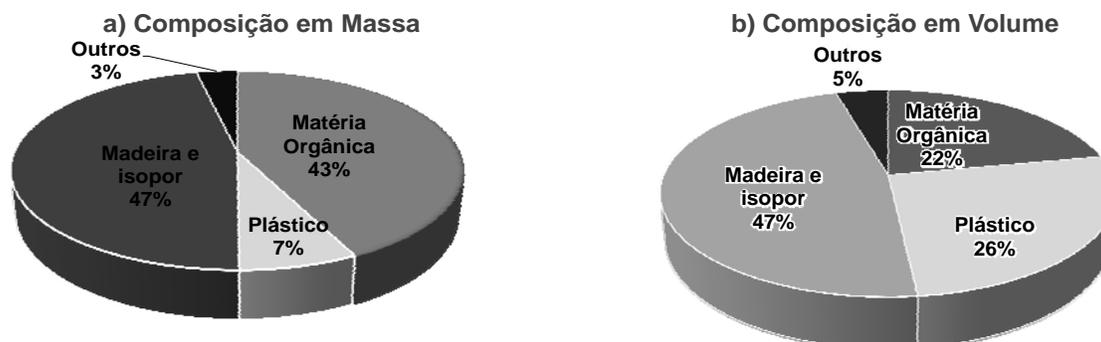


Figura 3. Composição gravimétrica em massa e em volume dos RS retidos na bacia do Una (Belém_Pa)

A grande quantidade de madeira processada presente nos resíduos pode ser justificada pela intensa ocupação da região do entorno dos canais da bacia do Una, que tem propensão à renovação da área urbana com o melhoramento das moradias, devido a um recente processo de reforma urbana com o projeto de macrodrenagem da bacia, sendo um estágio que estabelece produção de resíduos da construção civil, conseqüentemente, é um problema grave a produção de entulho. Mas também, reflete a dificuldade de destinar adequadamente este tipo de resíduos, normalmente dispostos em áreas impróprias.

Tabela 1. Composições mássicas dos RS em sistemas de drenagem em algumas bacias do Brasil

Local	Fonte	Tipo de Resíduos			
		Principal	Teor	Secundário	Teor
Bacia do Arroio Mãe d'Água, Porto Alegre/RS	Oliveira <i>et al</i> (2005)	Matéria Orgânica	41.22%	Madeira	39.56%
Bacia Cancela, Santa Maria/RS	Brites (2005)	Matéria Orgânica	71.5%	Plástico	14.7 %
Bacia Alto da Colina, Santa Maria /RS	Brites (2005)	Matéria Orgânica	62.9 %	Plástico	29%
Sub-Bacia CB12, Porto Alegre-RS	Neves e Tucci (2008)	Plástico	81.77%*	Tecidos e sapatos	9.97%*
Viamão, RS (média de 11 eventos)	Neves e Tucci (2008)	Matéria Orgânica	48%	Madeira	29%
Bacia Escola Urbana — BEU, Santa Maria/RS	Salles <i>et al</i> (2012)	Matéria Orgânica	67%	Plástico	14%
Bacia CancelaTamandai, Santa Maria/RS	Wolff <i>et al.</i> (2016)	Resto de vegetação (orgânico)	87%	Madeira processada	8%
Bacia do Una, Belém-PA.	Autores	Madeira e poliestireno expandido	46.62%	Matéria Orgânica	42.76%

*Os autores fizeram os cálculos sem vegetação (matéria orgânica)

O resultado da composição dos resíduos no sistema de drenagem da bacia do Una comparada a estudos realizados em outras bacias é apresentado na Tabela 1. No geral, a matéria orgânica é bastante marcante nos resíduos sólidos transportados nos sistemas de águas pluviais das bacias hidrográficas brasileiras.

As bacias hidrográficas mostraram algumas semelhanças quanto à composição geral do material analisado. É observado que a matéria orgânica é um componente presente em grande quantidade nos resíduos carregados em sistemas de drenagem, em alguns casos com teores maiores que 50%, já na bacia do Una representam 42.76% da massa de resíduos. Os representativos teores de matéria orgânica presentes nos resíduos transportados na drenagem implicam no aumento da carga orgânica nos corpos d'água. Ressalva-se que no estudo realizado por Neves e Tucci (2008), na Sub-Bacia CB12 em Porto Alegre, não foi considerada vegetação em sua caracterização.

A madeira, encontrada em grande quantidade no sistema de drenagem da bacia do Una (Belém-Pa), também foi representativa na composição mássica dos resíduos na bacia de Viamão (Viamão-RS) e Arroio Mãe d'água (Porto Alegre-RS). As diferenças encontradas são explicadas pelas características de cada área, relacionadas ao tipo de uso e ocupação do solo e a eficiência da coleta e de limpeza urbana.

O plástico, encontrado com teores de 81.77% da massa de resíduos na Sub-bacia CB12 de Porto Alegre (RS) e de 29% na bacia estudada por Brites (2005), a bacia Alto da Colina em Santa Maria (RS), apresentam-se com composições bastante variadas com a presença de plásticos rígidos, de plásticos moles, de embalagens, dentre outros. Na bacia do Una, a recorrência de garrafas do tipo PET nas amostragens foi de 100%, o que contribuiu para a categoria plástico apresentar-se como secundária em termo de volume dos resíduos amostrados. Outro tipo de material plástico bastante recorrente são as sacolas plásticas, que segundo Neves e Tucci (2011), se deve ao consumo constante ao longo do ano.

Assim como no presente trabalho, outros estudos realizados em bacias hidrográficas urbanas também apresentam reduzidas quantidades de resíduos das categorias metal e papel (materiais quantificados na categoria outros), este último por se dissolver em contato com a água, logo, de acordo com Neves e Tucci (2008) o papel não atinge a saída da drenagem. Já materiais como o metal possuem valor comercial, sendo coletados por catadores.

Na Tabela 2 apresentam-se as estimativas de massa de resíduos em sistemas de drenagem, verificando-se a contribuição por número de habitantes na bacia do Una e em outras bacias no Brasil.

Tabela 2. Relação entre a área da bacia e a quantidade de RS em algumas bacias estudadas no Brasil

Local	Fonte	Área [ha]	Massa total [kg/ha.ano]	Per capita [Kg/hab.ano]
Bacia Alto da Colina, Santa Maria/RS	Brites (2005)	190	3.22	0.31
Bacia Cancela, Santa Maria/RS	Brites (2005)	495	8.41	0.23
Bacia do córrego Bananal/SP	Armelin (2005)	1,360	138	0.83
Sub-bacia CB12, Porto Alegre/RS	Neves e Tucci (2008)	192	2.25	0.033
Bacia Cancela Tamandaj, Santa Maria/RS	Wolff <i>et al.</i> (2016)	267	17.41	0.424
Bacia do Una, Belém/PA.	Autores	3,607	121.5*	1.10*

*Valores estimados, com base no peso específico, volumes coletados e frequência de coleta.

A contribuição dos resíduos sólidos em função do número de habitantes para a bacia do Una é de aproximadamente 1.10 kg/hab.ano. Na Tabela 2 é observado que a bacia do Una e a bacia do córrego de Bananal apresentam grandes extensões territoriais e maiores quantidades de resíduos transportados na drenagem urbana por unidade de área. Nessas bacias, o controle de atividades que despejam poluentes de forma disseminada em toda área de contribuição da bacia são dificultados pela extensa área a ser gerenciada.

Apesar de que, no estudo realizado por Armelin (2005), a estimativa foi obtida pelo produto do número de domicílios que lançam o lixo nos corpos d'água pela taxa de produção de lixo por habitante por dia da bacia, portanto, foram considerados apenas os que eram oriundos de residências que lançavam os RS diretamente nos corpos d'água, podendo o valor da geração de RS ser maior na bacia do córrego do Bananal.

Em comparação as características das bacias estudadas por Brites (2005), a Bacia Cancela (Santa Maria – RS) com 18,000 habitantes e, a bacia do Alto da Colina (Santa Maria, RS) que possui população equivalente a 2,000 habitantes, sendo esta última pouco urbanizada (22% de área urbanizada e 78% de área rural). Dessemelhante, a bacia hidrográfica do Una (Belém-PA) com aproximadamente 399,060 habitantes, possui sua ocupação e urbanização consolidadas e que se deram de maneira irregular com a invasão de leitos de córregos, sendo que, a quantidade de resíduos produzida dependerá da densidade da ocupação da área e maiores serão os desafios para a correta destinação dos resíduos gerados na bacia, onde, terá ainda forte influência a educação da população para dispor adequadamente o resíduo.

Avaliação das causas do surgimento de RS na drenagem da bacia

Das características investigadas na Bacia do Una, a disposição inadequada dos resíduos sólidos próximos aos canais abertos tem forte influência sobre a presença de resíduos encontrados no sistema de drenagem, onde em muitos locais se formam pontos críticos de acúmulo de resíduos ou pontos de despejo clandestino de entulho.

É um problema grave a produção de entulho, normalmente dispostos em áreas impróprias. Na bacia em questão foram identificados inúmeros pontos de disposição de entulho próximo aos canais abertos de macrodrenagem (Figura 4), uma vez que, diferentemente da matéria orgânica, não foi recorrente nos estudos de outras bacias brasileiras, um grande percentual de madeira no total de resíduos que atingem a rede de drenagem urbana. Neste caso, a grande quantidade de madeira verificada nos resíduos da bacia do Una associa-se ao despejo desse tipo de material próximo as margens dos canais com risco de deslocação por agentes diversos.



Figura 4. Disposição de entulho nos canais da Bacia do Una (Belém-PA): a) Una; b) Visconde de Inhaúma, c) Antônio Baena e d) Galo

Foram ainda observados em alguns dos canais de macrodrenagem da bacia em estudo, recipientes inadequados para acondicionamento dos resíduos (Figura 5). Estruturas improvisadas em madeira são comumente vistas, observadas na Figura 5b e Figura 5d, em que nesta última é notado um suporte de madeira com pregos onde sacolas plásticas acondicionando resíduos são penduradas.



Figura 5. Acondicionadores improvisados nos canais da Bacia do Una (Belém_PA): a) 3 de maio b) Visconde de Inhaúma; c) Una d) 3 de maio

Na Figura 5a é apresentada uma estrutura de metal utilizada para acondicionar os resíduos, esta estrutura possui pequena capacidade e o espaçamento entre suas grades permite que resíduos ali depositados possam escapar. Todos esses modelos de acondicionadores observados são pouco resistentes e/ou apresentam baixa capacidade e, na maior parte das vezes, não são fechados de maneira adequada, aumentando o risco de deslocamento dos resíduos ali dispostos para o sistema de drenagem.

Também vale evidenciar que parte da bacia é atendida pelos serviços de coleta em dias alternados, sendo assim, a recorrência é de 3 a 4 vezes por semana. Outra parte possui coleta diariamente no período da noite. Nos locais onde a coleta domiciliar é feita diariamente,

observou-se que muitas vezes, apesar desta coleta ser noturna, a população dispõe seus resíduos domiciliares nas calçadas ao longo do dia e, estes enquanto não coletados ficam sujeitos a serem transportados pela precipitação ou pelos ventos e ainda, por animais. Sobre a ação da precipitação, Neves e Tucci (2008) sugerem o planejamento do sistema de varrição de acordo com a previsão de chuva, se antecipando aos eventos, o que diminuirá a quantidade de resíduos que atingem a rede de drenagem.

Pode-se dizer que as formas de disposição de resíduos na bacia do Una tem forte relação com a presença destes na rede de drenagem urbana, já que foi muito evidente em campo a ação de transferência da responsabilidade sobre os resíduos, em que o indivíduo dispõe seus resíduos na via pública repassando o dever de zelar pela limpeza pública para a prefeitura. E ainda, a presença de sacos plásticos acondicionando resíduos domésticos nas amostragens realizadas, atenta para o transporte deste tipo de resíduos para a rede de drenagem.

Conclusões

O peso específico dos resíduos presentes na drenagem da bacia do Una é de 183.94 kg/m³ no período chuvoso e 119.20 kg/m³ no período seco, que sofrem a influência da precipitação que contribui para concentração de água nos poros. Estima-se que a contribuição per capita de resíduos sólidos drenados na bacia é de aproximadamente 1.10 kg/hab.ano.

Nos resíduos transportados na drenagem da bacia do Una foi verificada grande quantidade de resíduos orgânicos, que demonstrou aumentar no período de chuvas, assim como, o montante de resíduos que atingem a saída de drenagem da bacia tendem a aumentar no período chuvoso. Os resíduos da categoria 'plástico' tiveram apreciável representação em porcentagem de volume, devido principalmente a grande quantidade de garrafas PET nos resíduos drenados. É, ainda, um grande problema na bacia a quantidade de madeira nos resíduos, isto ocorreu devido ao descarte do material pela população urbana em locais próximos aos canais de drenagem.

O acondicionamento dos resíduos na bacia apresenta-se como sendo um dos componentes que influenciam no surgimento de RS na drenagem, por conta da utilização de condicionadores inadequados localizados nos próprios canais abertos, o que aumenta os riscos do transporte de resíduos para a drenagem urbana por agentes físicos.

Outro fator que tem forte influência na presença de resíduos é a disposição inadequada de resíduos e despejo de entulho existente próximo aos canais formando pontos críticos de acúmulo, o que atenta à deficiência que muitas cidades possuem em acondicionar e destinar adequadamente os resíduos da construção civil.

Observou-se que o serviço de coleta é um componente fundamental na redução de resíduos sólidos carreados, pois parte dos RS que surgem no sistema de drenagem tem sua origem na não familiaridade da população com a coleta pública, dispondo os resíduos em horários diferentes ao da coleta. Também tem influência a frequência de coleta, pois quando realizada com baixa recorrência condiciona a formação de acúmulo de resíduos, pois a geração de resíduos é constante e a tendência, neste caso, é da população transferir a responsabilidade sobre os RS para a prefeitura dispondo-os em via pública onde permanecerão até o momento da coleta.

Sendo a população uma fonte incessante de resíduos, é importante o desenvolvimento de programas de educação ambiental para conscientização e mudança de certos hábitos para que assumam responsabilidades e adote boas práticas relativas à disposição de resíduos, contribuindo para a limpeza pública.

Referencias bibliográficas

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) *NBR 10007: Amostragem de resíduos Sólidos*. Rio de Janeiro: ABNT, 21 pp.
- Armelin, L.F.A. (2005) *Questão do Acúmulo De Resíduos em Reservatórios de Detenção Urbanos na Região Metropolitana de São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 127pp.
- Armitage, N., Rooseboom, A., Nel, C., Townshend, P. (1998) *The Removal of Urban Litter from Stormwater Conduits and streams*. Water Research Commissions. Report No. TT 95/98. Pretoria.
- Armitage, N. (2007) The reduction of urban litter in the stormwater drains of South Africa. *Urban Water Journal*, [s.l.], 4(3), 151-172. DOI: 10.1080/15730620701464117.
- Brites, A.P.Z. (2005) *Avaliação da qualidade da água e dos resíduos sólidos no sistema de drenagem Urbana*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Eng. Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 177 pp.
- Brites, A.P.Z., Gastaldini, M.C.C. (2007) Avaliação da Carga Poluente no Sistema de Drenagem de Duas Bacias Hidrográficas Urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 12(4), 211-221.
- Costa, W.J.H., Pereira, J.A.R. (2007) *Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém: Estudo de delimitação das Bacias Hidrográficas da RMB*. Belém: GPHS/COSANPA, 173 pp.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) *Censo Demográfico*. Acesso em 10 ago. 2014, disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cd/cd2010RgaAdAgsn.asp>
- Marais, M., Armitage, N., Wise, C. (2004). The measurement and reduction of urban litter entering stormwater drainage systems: Paper 1 – Quantifying the problem using the City of Cape Town as a case study. *Water Sa*, 4(30), 469-482.
- Neves, M.G.F.P., Tucci, C.E.M. (2008). Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 13(4), 43-53.
- Neves, M.G.F.P., Tucci, C.E.M. (2011) Composição de resíduos de varrição e resíduos carreados pela rede de drenagem, em uma bacia hidrográfica Urbana. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. 16 (4), 331-336.
- Oliveira, A.L. de, Schettini, E.B.C., Silveira, A.L.L. (2005) Estrutura para Coleta de Resíduos Sólidos em Arroio Urbano. In: *1º Simpósio de Recursos Hídricos do Sul e 1º Simpósio de Águas da AUGM*. Santa Maria: ABRH.



- Salles, A., Wolff, D.B., Silveira, G.L. (2012) Solid wastes drained in an urban river sub-basin. *Urban Water Journal*, [s.l.], 9 (1), 21-28. DOI:10.1080/1573062X.2011.633612.
- Silva, K.R.M. (2004) *A implantação de Obras Civas e de Saneamento na Bacia do Una, em Belém do Pará, e as Condicionantes Relacionadas às Características Geológicas e Geotécnicas*. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém. 140 pp.
- Tucci, C.E.M. (2004) Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 1(1), 59-73.
- Wolf, D.B., Gonçalves, I.H., Gastaldini, M.C.C., Souza, M.M. (2016) Resíduos sólidos em um sistema de drenagem urbana no município de Santa Maria (RS). *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, 21(1), 151-158. DOI: 10.1590/S1413-41520201600100132089.