

IV-196 - AVALIAÇÃO DAS CAUSAS DO SURGIMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA REDE DE DRENAGEM DE UMA BACIA URBANA

Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos ⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Luiza Girard Teixeira ⁽²⁾

Engenheira Civil, Doutora em Ciências pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Professora associada da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará (FAESA/UFPA)

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima ⁽³⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestranda em Tecnologia Nuclear (IPEN/CNEN).

Paulo Rodrigo da Costa Pacheco ⁽⁴⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Mestre em Recursos Hídricos e saneamento ambiental (UFPA)

Endereço ⁽¹⁾: Travessa 14 de março, 3813, Condor- Belém –Pará - CEP:66045350 –Brasil. E-mail: inglis@ufmg.br.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar os elementos que influenciam no surgimento de resíduos sólidos no sistema de drenagem da bacia do Una. Esta bacia hidrográfica possui uma área de 3.605 ha (17% da área do município de Belém) e concentra 28,8% da população de Belém com 399.000 habitantes. A coleta de dados foi através de entrevistas com os técnicos da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN). Foi identificado em campo a disposição inadequada de resíduos e entulho próximos aos canais e a utilização de condicionadores improvisados que se apresentam inadequados, com baixa resistência e capacidade. Dessa forma, os resíduos podem facilmente serem transportados para a rede drenagem com a ação de agentes como as chuvas. Em função disso, observaram-se quantidades elevadas de resíduos sendo carreados nos canais de macrodrenagem na bacia, os quais que são retidos no exutório da bacia através de uma estrutura improvisada, que se mostrou adequada na retenção dos resíduos. No entanto, ressalta-se a importância da conscientização da população sobre a questão dos resíduos sólidos, para que se torne dispensável a implantação de estruturas e obras de engenharia.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana, resíduos na drenagem, resíduos sólidos, gestão integrada.

INTRODUÇÃO

Segundo Marques, Silveira e Gehling (2009), os sistemas de drenagem pluvial urbana direcionam aos cursos d'água uma quantidade preocupante de resíduos sólidos indesejáveis, devido a fatores como disfunções urbanas de serviços e de infraestrutura e condições socioeconômicas e culturais. Observaram ainda, que a chegada desses resíduos à drenagem pode ser voluntária ou involuntária e sua composição pode ser extremamente variada, em função dos serviços urbanos e da educação ambiental.

A quantidade de resíduos encontrados em sistema de drenagem é extremamente sensível à eficiência da remoção de resíduos e aos serviços de varrição. Segundo Armitage *et al.* (1998), em países em desenvolvimento, a coleta de resíduos domésticos é insuficiente e, estes são despejados nas ruas ou em espaço aberto próximo. 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.

De acordo com Santa Clara (2007) são fontes potenciais de resíduos para as bacias urbanas: os pedestres, considerados fontes crônicas de resíduos, por não terem boa vontade para dispor adequadamente o resíduo ou por ausência de lixeiras e os veículos, visto que motoristas também descartam resíduos nas ruas, estradas e estacionamentos. Além disso, o uso inadequado de contêineres e de lixeiras pode constituir-se em fontes de resíduos se não forem operados adequadamente, recipientes demasiadamente cheios ou não cobertos podem liberar resíduos ao ambiente, com conseqüente transporte para sistemas de drenagem.

Tucci (2002) destaca alguns estágios de produção de material sólido na drenagem urbana: a) Estágio inicial: ocorre no início da ocupação de uma bacia com a modificação da cobertura natural, o solo fica exposto e a erosão aumenta no período chuvoso, aumentando também a produção de sedimento. Nesta fase é pequena a produção de resíduos sólidos; b) Estágio intermediário: parte da bacia já está ocupada pela população, porém ainda existe movimentação de terra devido à novas construções, que agora se soma a produção de lixo; c) Estágio final: é originado pelo escoamento superficial em superfícies urbanas consolidadas. Nesta fase há predominância dos resíduos sólidos e pequena produção sedimentos.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU), conforme Tucci (2002) são os principais responsáveis pela produção de material sólido em uma bacia hidrográfica urbana de ocupação consolidada. Os impactos causados pelos resíduos sólidos na drenagem urbana (RSDU) estão relacionados a aspectos físicos, como a obstrução de elementos do sistema de drenagem ou diminuição da capacidade de escoamento por depósitos. E ainda, a aspectos de qualidade da água, pois estes podem conter substâncias químicas, organismos e matéria orgânica que alteram a qualidade da água circulante nos sistemas de drenagem e nos corpos receptores (MARQUES; SILVEIRA; GEHLING, 2009).

Segundo Rigueto, Moreira e Sales (2009), os sistemas de drenagem e os serviços de limpeza urbana são os dois componentes do saneamento que mais se inter-relacionam, visto que os resíduos sólidos gerados pela população estão susceptíveis a obstruir e/ou danificar os sistemas de microdrenagem, assim como, a poluir rios urbanos. No entanto não se pode afirmar que os resíduos que não são coletados, necessariamente, atingem a rede de drenagem, pois se deve levar em consideração os outros mecanismos de limpeza urbana, podendo citar a varrição, pois, apesar de existirem poucas informações sobre a quantidade deste serviço, trata-se da componente de maior relação com a rede de drenagem, pois os resíduos recolhidos por este serviço seriam os mais susceptíveis a atingi-la (NEVES; TUCCI, 2008).

Na rede de macrodrenagem da bacia hidrográfica do Una é carregada diariamente uma quantidade preocupante de RSU. Nessa perspectiva, o conhecimento sobre as características dos resíduos sólidos que atingem a drenagem e sobre quais os fatores que influenciam no seu surgimento são essenciais para uma adequada gestão. Assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os elementos que tem influência no surgimento dessa quantidade de resíduos na rede de macrodrenagem da bacia do Una e, complementarmente, caracterizar o sistema de limpeza urbana na bacia em estudo. Dessa forma, o trabalho e os resultados são apresentados segundo os seguintes passos: (1) breve descrição da área de estudo; (2) descrição dos serviços de limpeza urbana na bacia e (3) avaliação das causas do surgimento de resíduos na bacia em estudo.

METODOLOGIA

Descrição da área de estudo

A bacia hidrográfica do Una está localizada na RMB e possui uma área de aproximadamente 3.607 ha, o que corresponde a 17,43% do município de Belém. A população residente aproximada na bacia foi definida neste estudo em 399.060 habitantes, com base nos dados do censo populacional de 2010 para os bairros inseridos na bacia (IBGE, 2010), o que representou 28,6% da população do Município de Belém para o mesmo ano. A área da bacia abrange integralmente 7 bairros da RMB: Pedreira, Sacramento, Fátima, Telégrafo, Marambaia, Barreiro e Mangueirão (Figura 1). Além de parte dos bairros Souza, Marco, São Brás, Nazaré, Miramar, Maracangalha, Val-de-Cans, Benguí, Parque Verde, Cabanagem e Castanheira e de parte dos bairros Jaderlândia e Atalaia, estes dois últimos pertencentes ao município de Ananindeua (COSTA; PEREIRA, 2007).



Figura 1: Área da bacia do Una- RMB-Pará-Brasil

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 (SILVA, 2004). O principal canal de drenagem da bacia é o canal do Una (COSTA; PEREIRA, 2007). Fazem parte ainda, da relação de canais que compõem a Bacia do Una: canal do Jacaré, canal do Galo, canal Soares Carneiro, canal Pirajá, canal 3 de Maio, canal Antônia Nunes, canal Antônio Baena, canal Visconde Inhaúma, canal São Joaquim, canal Água Cristal, canal Nova Marambaia e canal Benguí (Figura 1). O sistema de drenagem da bacia conta ainda, com dois conjuntos de comportas situados à jusante dos canais do Una e do Jacaré.

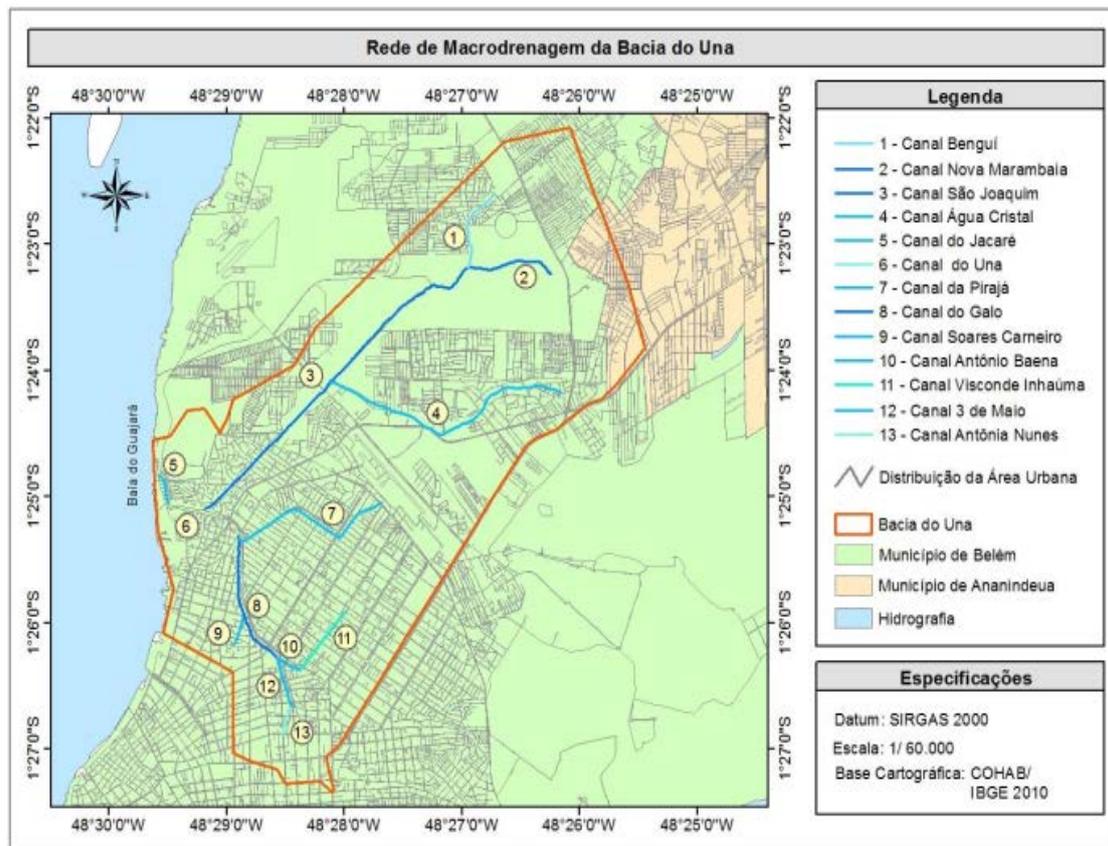


Figura 2: Rede de macrodrenagem da bacia do Una- RMB-Pará-Brasil

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).

Coleta de dados sobre o gerenciamento de Resíduos Sólidos na Bacia

Para avaliar os elementos do sistema de limpeza urbana na bacia do Una que se relacionam com o transporte de resíduos na drenagem, primeiramente, foram coletados junto à SESAN dados sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos e do sistema de drenagem urbana na bacia em estudo. Dessa forma, foram realizadas entrevistas com os engenheiros da secretaria, o que permitiu o levantamento das seguintes informações: i) serviços de limpeza realizados na área da bacia (tipo, frequência), ii) manutenção dos sistemas de drenagem, iii) pontos críticos de alagamento e de acúmulo de lixo.

Posteriormente, foi realizado um mapeamento dos pontos críticos de despejo de entulho nos bairros pertencentes à bacia do Una, apontados pelos próprios técnicos da secretaria. Finalmente, após esta etapa inicial de organização das informações, foi realizada a verificação *in loco* das informações coletadas e um levantamento fotográfico. As formas de acondicionamento dos resíduos e a disposição inadequada de resíduos próximos aos canais abertos, foram os elementos analisados na pesquisa de campo, com o objetivo de constatar focos de contribuições de resíduos na drenagem da bacia do Una

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serviços de limpeza urbana na bacia do uma

De acordo com o Departamento de Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana (DRES) da Secretária Municipal de Saneamento de Belém (SESAN) em meio as entrevistas, os serviços de limpeza urbana prestados na área da bacia contam com coleta domiciliar por roteiros e coleta de entulho e varrição manual. Enquanto aos canais de macrodrenagem, neles 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.

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. Assim, parcela da bacia é atendida pelos serviços de coleta com recorrência de 3 a 4 vezes por semana. Ressalta-se que a frequência da coleta é um fator que contribui para evitar pontos irregulares de acúmulo de RS, pois quando realizada com baixa recorrência condiciona a formação de pontos de acúmulo de resíduos.

Onde a coleta domiciliar é feita diariamente, vale ressaltar que muitas vezes, apesar desta coleta ser noturna, a população dispõe seus resíduos domiciliares nas calçadas pela manhã e, estes enquanto não coletados ficam sujeitos a serem transportados pela precipitação ou pelos ventos e ainda, por animais. Verifica-se assim, a importância em se desenvolver programas de educação ambiental para que a população assuma responsabilidades e adote boas práticas relativas à disposição de resíduos, contribuindo para a limpeza pública.

Os resíduos não coletados que atingem a rede de drenagem são retidos por meio de uma barreira flutuante localizada no canal do Una, única forma de retenção de resíduos existente na bacia. A barreira flutuante se encontra a alguns metros do sistema de comportas no canal Una. Estas bóias possibilitam a retenção do material evitando que os mesmos alcancem o conjunto de comportas, que possuem ainda gradeamento. O resíduo é retirado do canal de forma mecanizada e acondicionado em contêineres estacionários de capacidade igual a 5 m³ (Figura 3).



Figura 3: a) resíduos retidos na barreira flutuante localizada no canal do Uma; b) Captura mecanizada dos resíduos retidos; c) Acondicionamento temporário em contêineres

A coleta dos RS retidos na barreira tem recorrência diária no período chuvoso (com exceção dos domingos), pois nesse período a quantidade de RS que atingem a rede é mais elevada. No período de estiagem este serviço é realizado em dias alternados. De acordo com os técnicos entrevistados, no período chuvoso o volume coletado é de 3 contêineres de 5m³ cada por dia, enquanto que no período seco este valor reduz para 2 contêineres de 5m³ por semana. De acordo com Santos, Teixeira e Neves (2017), o peso específico dos RS drenados na bacia do Una é de 183,94 kg/m³ para o período chuvoso e 119,20 kg/m³ para o período seco. Com base nesses dados estima-se que são carreadas 2,8 t/d de resíduos no período chuvoso e aproximadamente 0,5 t/d no período seco, mostrando a tendência de aumento com a precipitação, já que são carreados pelo escoamento superficial.

Nota-se que é preocupante a quantidade de RS que são carreados na rede de drenagem da bacia, conseqüentemente são elevados os esforços para retirada deles da rede, sem que haja prejuízos aos sistemas de comportas da bacia, sem contar os custos adicionais para operação. Com isso, verifica-se a importância do controle na fonte de produção destes resíduos, ou seja, a população. Marques, Silveira e Gehling (2009) ressaltam que é preferível que a engenharia atue somente quando os educadores já tiverem feito sua parte, de modo a não ocorrer à implantação de dispositivo para retenção e remoção de sólidos no sistema de drenagem, havendo um investimento inicial, bem como custos de operação e manutenção.

Avaliação das possíveis causas do surgimento de RS na drenagem da bacia do UNA

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 casos se formam pontos críticos de acúmulo de resíduos. Identificou-se também, a existência de pontos de despejo clandestino de entulho nas proximidades dos canais de macrodrenagem.

Observou-se ser 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 3). Visto ainda que, a bacia hidrográfica do Una sofreu intervenções urbanas, com o projeto de macrodrenagem da Bacia, o que vem condicionando a renovação das áreas urbanas com o melhoramento das moradias. Conseqüentemente, é um problema grave a produção de entulho, normalmente dispostos em áreas impróprias.



Figura 3: Disposição de entulho nos canais da Bacia do Una (Belém-PA): a) Una; b) Visconde de Inhaúma

Verificou-se também, a improvisação de recipientes para acondicionamento dos resíduos nas proximidades dos canais (Figura 4). São estruturas improvisadas e inadequadas, comumente em madeira, observar na Figura 4b e na Figura 4c, em uma delas é notado um suporte de madeira com pregos onde os sacos plásticos acondicionando resíduos são pendurados, o que não garante que sejam descolados por animais ou por eventos de chuvas e ventos fortes.



Figura 4: Acondicionadores improvisados nos canais da Bacia do Una (Belém-PA): a) 3 de maio b) Visconde de Inhaúma; c) 3 de maio

Na Figura 4a 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.

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.

Sendo assim, além do controle estrutural para retenção dos resíduos drenados na bacia do Una, faz-se necessário a realização de campanhas de educação ambiental para conscientização da população com as atividades de coleta e varrição, para a adoção de boas práticas na disposição de seus resíduos, diminuindo assim os riscos de serem transportados para rede de drenagem e tornando dispensáveis obras de engenharia.

CONCLUSÃO

Nota-se que é preocupante a quantidade de RS que são carreados na rede de drenagem da bacia, estima-se que são carreadas 2,8 t/d de resíduos no período chuvoso e aproximadamente 0,5 t/d no período seco. 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 acondicionadores 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 assuma responsabilidades e adote boas práticas relativas à disposição de resíduos, contribuindo para a limpeza pública.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, A.; NEL, C. e TOWNSHEND, P. *The Removal of Urban Litter from Stormwater in the Developing World*. In: BUTER, D. e MAKSIMOVIC, C. *Developments in the Urban Drainage Modeling (UDM'98)*. London: Pre-prints of fourth International, 1998.
2. COSTA, W. J. H. da; PEREIRA, J. A. R. (Coord.). *Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém: Estudo de delimitação das Bacias Hidrográficas da RMB*. Belém: GPHS/COSANPA, 173 p, 2007.
3. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Censo Demográfico*. 2010.
4. MARQUES, D. M.; SILVEIRA, A. L. L. da; GEHLING, G. Resíduos Sólidos na Drenagem Pluvial Urbana. In: RIGUETTO, A. M. (Coordenador). *Manejo de águas Pluviais urbanas*. Natal: Abes PROSAB, Cap. 5. p. 198-217, 2009.
5. NEVES, M. G. F. P.; TUCCI, C. E. M. Resíduos sólidos na drenagem urbana: aspectos conceituais. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, n.3. p. 125-135, 2008.
6. RIGUETTO, A. M.; MOREIRA, L. F. F.; SALES, T. E. A.. Manejo de águas pluviais urbanas. In: RIGUETTO, A. M. (coordenador). *Manejo de águas Pluviais urbanas*. Natal: Abes PROSAB. Cap. 1. p. 19-73, 2009.
7. SANTA CLARA VALLEY URBAN RUNOFF POLLUTION PREVENTION PROGRAM. *Trash Sources and Pathways to Urban Creeks*. Santa Clara, 4p, 2007.
8. SANTOS, J. I. N; TEIXEIRA, L. G.; NEVES, R. R.. Quantificação de resíduos sólidos carreados na rede de drenagem de uma bacia urbana. *Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, v. 10, n. 1, p.73-86, abr. 2017.
9. SILVA, K. R. M. da. *A implantação de Obras Cívicas e de Saneamento na Bacia do Una, em Belém do Pará, e as Condicionantes Relacionadas às Características Geológicas e Geotécnicas*. 2004. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2004.
10. TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 7, n.1. jan/mar. p 5-27, 2002.