

RESÍDUO ZERO EM SISTEMAS DE DRENAGEM. UMA PROPOSTA PARA A BACIA DO CÓRREGO JAGUARÉ.

Juliana Caroline de Alencar da Silva ⁽¹⁾, Monica Ferreira do Amaral Porto ⁽²⁾

⁽¹⁾ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, juliana.caroline.silva@usp.br

⁽²⁾ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, mporto@usp.br

RESUMO

Um dos grandes desafios no que se refere a revitalização de rios, principalmente em áreas urbanas, é o controle de resíduos que afluem através do sistema de microdrenagem para os corpos d'água da macrodrenagem. As bacias hidrográficas possuem grande potencial gerador de resíduos e a inexistência de um sistema específico de retenção de resíduos nos dispositivos de drenagem resulta na degradação dos recursos hídricos. Tendo em vista este cenário, foi proposto neste estudo um plano de manejo pautado em técnicas e em dispositivos da drenagem sustentável a fim de promover o controle de resíduos no sistema de drenagem da bacia do córrego Jaguaré, bacia localizada no município de São Paulo-SP, Brasil, chamado de "resíduo zero", uma vez que propõe diversas estratégias para retenção de resíduos nos diversos estágios do sistema.

Palavras-chave: Drenagem sustentável; Resíduos sólidos em sistemas de drenagem.

INTRODUÇÃO

Um sistema tradicional de drenagem é composto pelas seguintes estruturas: dispositivo de direcionamento do escoamento superficial (Canaletas, sarjetões, guias e sarjetas), dispositivos de captação do escoamento superficial (Bocas de leão, boca de lobo e caixas com grelha), condução subterrânea das águas coletadas (Galerias e poços de inspeção) e dispositivos de lançamento nos corpos d'água (Muros de ala e dissipadores de energia). Tal sistema tradicional segue a lógica da rápida dissipação das águas precipitadas, além disso, as galerias de drenagem promovem uma ligação direta entre as áreas impermeabilizadas e os canais, ignorando a função das zonas ripárias de não só amortecer a velocidade do escoamento, como promover a retenção de poluentes (Groffman et al., 2003).

Já um sistema baseado no conceito de drenagem sustentável, prioriza a instalação de dispositivos que retardem a chegada das águas no corpo d'água resultando na redução da sua vazão de pico. Segundo Tucci (2008), o processo de urbanização resulta em uma mudança

significativa no hidrograma da bacia, que passa a ter uma vazão de pico maior e mais localizada no início do hidrograma. Desta forma, as medidas adotadas pela drenagem sustentável visam abater ao menos parte deste volume excedente, a fim de evitar inundações e proteger as áreas adjacentes ao corpo d'água. O controle de poluentes no sistema de micro drenagem, através da implantação de estruturas que promovam a filtragem das águas, tem se apresentado como solução mais eficiente no controle da qualidade da água dos corpos d'água, se comparado ao tratamento no sistema de macro drenagem (Walsh, Fletcher e Ladson, 2005).

ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Jaguaré está localizada na Bacia do Alto Tietê, na sua Sub-bacia denominada Penha - Pinheiros no município de São Paulo-SP, Brasil. A bacia do Córrego Jaguaré conta com uma área de contribuição de aproximadamente 28Km², tendo como principais vias de acesso a Avenida Marginal do Rio Pinheiros e a Rodovia Raposo Tavares. O uso e ocupação do solo predominante é o residencial, havendo ainda uso comercial e uma pequena parcela de indústrias devido à proximidade com a Rodovia Raposo Tavares que é importante via de ligação com o interior e o litoral sul do estado e com o sul do país.

A bacia do Jaguaré no que se refere aos resíduos sólidos possui como principal característica a alta geração de resíduos para o sistema de drenagem e a ineficiência na gestão dos logradouros públicos. Atualmente a limpeza da bacia é feita predominantemente através de varrição manual, onde os operadores efetuam a varrição dos logradouros públicos de acordo com o calendário previsto pela concessionária. Além disso, nas vias de grande fluxo, como a Av. Escola Politécnica há varrição mecanizada durante as noites e madrugadas.



Figura 1 - Córrego do Sapé antes e depois de um evento chuvoso e resíduos sólidos na superfície da bacia do Jaguaré.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nas técnicas existentes foi proposto um plano de manejo de resíduos sólidos no sistema de drenagem da bacia do córrego Jaguaré visando "Resíduo zero" nos corpos d'água da bacia através de quatro estágios de retenção: Controle no logradouro público; controle nos dispositivos de captação do escoamento superficial; controle nas galerias da microdrenagem; e por fim controle nos canais da macrodrenagem.

Retenção de resíduos em 4 estágios:

Estágio 1: retenção no logradouro

Para retenção de resíduos nas vias da bacia será adotada varrição mecanizada em todo o sistema viário, a fim de garantir uma melhor eficiência no processo. Seguindo o exemplo do que é feito na cidade de Los Angeles, na Califórnia, onde têm sido adotadas diversas medidas para controle de resíduos no sistema de micro e macro drenagem, será adotado o sistema de sinalização do viário indicando os dias de operação dos caminhões da varrição mecanizada, a fim de avisar o usuário do impedimento da utilização do terço para estacionamento no período da operação de limpeza. Desta forma, o caminhão passara em dias alternados em cada lado das ruas, a fim de evitar a interdição completa da via para estacionamento de veículos.

A existência de áreas de ocupação não planejada na bacia constitui um grande desafio na implementação da varrição mecanizada, uma vez que estas áreas possuem vias com grandes declividades e com larguras variadas e fora do que exige as normas da prefeitura, no entanto tal objetivo poderá ser cumprido através da utilização de caminhões de pequeno porte, a exemplo do que já é feito no centro da cidade, onde é realizada a varrição mecanizada das vias estreitas com essas pequenas unidades.



Figura 2 – Sistema de controle da entrada de resíduos em dispositivos de captação do escoamento superficial. Fonte: Environment LA Sanitation.

Além disso, para garantir que a menor quantidade possível de resíduos afluja para dentro dos dispositivos de captação do escoamento superficial (bocas de lobo e de leão), deverão ser instaladas na entrada dos dispositivos da bacia grades auto-operadas, estas grades atuam impedindo a entrada de resíduos, mas quando forçadas se abrem evitando pontos de entupimento, o esquema e as fotos a seguir exemplificam o funcionamento da estrutura.

Estágio 2: Retenção no dispositivo de captação do escoamento superficial

O segundo estágio de controle de resíduos deverá ser realizado dentro dos dispositivos de captação do escoamento superficial, ou seja, bocas de lobo e em bocas de leão. Para tanto é necessário implantar dentro do dispositivo cestos ou tecnologias similares que impeçam a passagem de resíduos para as galerias do sistema de microdrenagem. Na sequência são apresentadas algumas opções que podem ser adotadas segundo a literatura.

Um exemplo de dispositivo é o adotado na cidade de Los Angeles, consistem em um cesto metálico (Figura 4) instalado no emboque da galeria efluente do dispositivo de captação, como mostrado a seguir. A água do escoamento superficial entra pelo dispositivo de captação e o resíduo é retido pelo cesto permanecendo no interior do dispositivo. Em caso de obstrução a água verte pelo vertedor existente no cesto. Neste caso, o resíduo retido no dispositivo de captação do escoamento superficial é removido manualmente ou através do uso de um sugador de grande diâmetro.

Em algumas cidades brasileiras têm sido instalado em bocas de lobo, caixas removíveis, que atuam na retenção de materiais grosseiros, a fim de auxiliar no controle do entupimento destes dispositivos e de galerias de águas pluviais. Algumas dessas iniciativas constituem adaptações de caixotes de feira, mas há no mercado também algumas empresas que fornecem de forma industrializada uma caixa filtrante que é acompanhada de um sensor para monitoramento do nível da caixa e de um software para gestão do sistema (PMSP, s/d).



Figura 3 - Cesto no interior de uma boca de lobo em Los Angeles, Califórnia. Fonte: Fotos dos autores. Cesto de retenção em São Paulo. Fonte: PMSP (s/d).

Outro exemplo de estrutura simples e razoavelmente eficiente é a SCS (Stormwater Cleaning Systems), utilizada em Springs, África do Sul e o SEPT (Side-Entry Pit Trap), utilizada em Melbourne, Austrália a (Das Neves & Tucci, 2003).

Estágio 3: Retenção nas galerias da micro drenagem

O terceiro estágio de retenção de resíduos consiste na retenção de resíduos nas galerias de drenagem ou nos desemboques das galerias no sistema de macro drenagem. Desta forma os resíduos que por ventura conseguirem afluir para o sistema de microdrenagem (passando do sistema viário para os dispositivos de captação de águas superficiais e destes dispositivos para as galerias) serão retidos.

A primeira estrutura proposta para cumprir tal propósito é o sistema de redes de aço que podem ser implantadas no interior das galerias da microdrenagem antes do desemboque na macro drenagem. Para tanto é necessária a construção de um poço de manutenção, que será utilizado para retirada dos resíduos retidos e manutenção técnica da estrutura. A Figura 5 a

seguir mostra um exemplo na cidade de Los Angeles na Califórnia, onde é possível observar a estrutura, os tampões de acesso ao poço de manutenção e o córrego receptor da galeria.



Figura 4 - Redes de aço no interior de uma galeria afluyente de um córrego de Los Angeles.

Outra opção é o uso de redes de nylon ou aço, como as adotadas em Auckland na Nova Zelândia e em Cape Town na Africa do Sul, para controle de resíduos em lançamentos de galerias, mostrando ser outra ferramenta efetiva (Das Neves & Tucci, 2003).

Estágio 4: Retenção na macro drenagem

Por fim, para o quarto estágio de retenção de resíduos, pode ser adotado barreiras flutuantes, também conhecidas como eco barreiras. Estas estruturas atuam na retenção de resíduos flutuantes na macrodrenagem, sendo constituídas por uma barreira física de material flutuante e uma estação para manuseio e armazenagem dos resíduos coletados. As Ilustrações a seguir mostram um exemplo de barreira flutuante em Los Angeles e em Porto Alegre.



Figura 5 - Barreira flutuante em Los Angeles, Califórnia. Ecobarreira no Arroio Dilúvio, Porto Alegre. Fonte: Fotos da autora e www.ecobarreiradiluvio.com.br

RESULTADOS

Foram previstas as seguintes medidas para o córrego do Jaguaré, conforme resumido na Figura 14, que mostra a localização as medidas propostas considerando as características do sistema de micro e macrodrenagem e o uso do solo na bacia:

- Adoção de varrição mecanizada de alta eficiência em todo o sistema viário da bacia, bem como a implantação de placas sinalizando a frequência e horários de operação do sistema. Prevendo frequência maior nos trechos onde há maior potencial de geração de resíduos;
- Instalação de sistema de controle de entrada de resíduos na entrada das bocas de lobo da bacia, ou seja, nas cerca de 4 mil bocas de lobo existentes;
- Instalação de dispositivos de controle do tipo tela de aço ou rede de naylon nos lançamentos das galerias da microdrenagem nos canais da macrodrenagem; e
- Instalação de barreiras flutuantes ao longo dos canais da macrodrenagem.

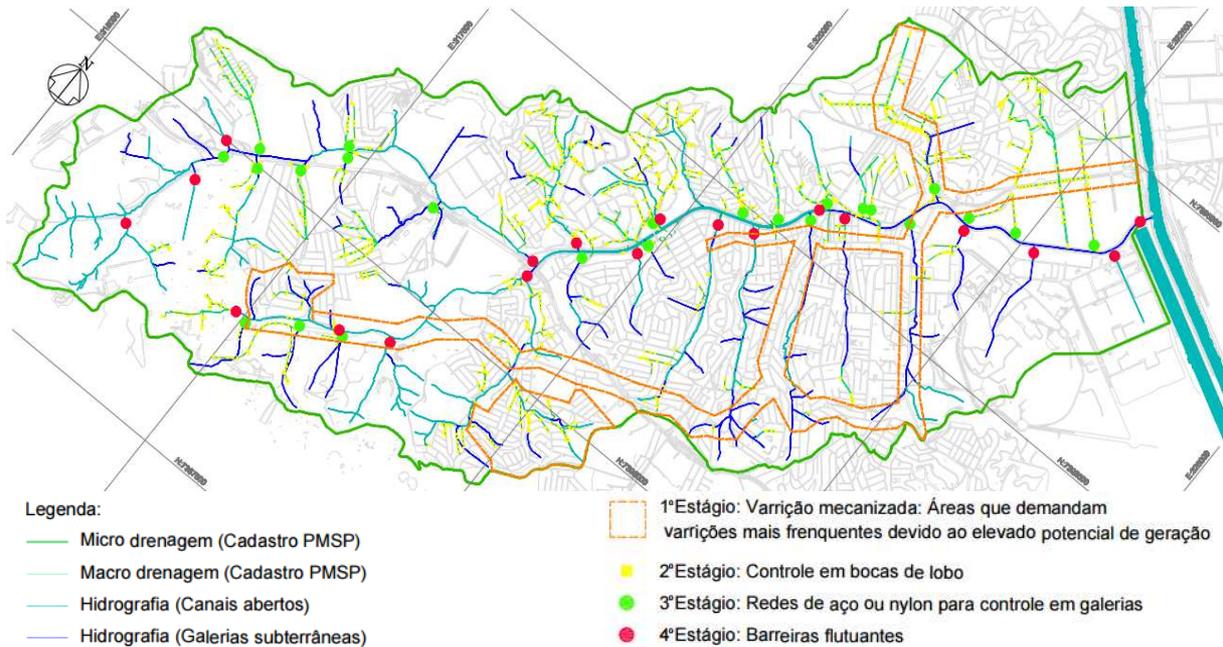


Figura 14 - Medidas de controle adotadas na bacia do Jaguaré.

CONCLUSÕES

Como foi evidenciado neste estudo, para o aumento da eficiência do processo de revitalização de corpos d'água em áreas urbanas é necessária atenção especial ao impacto gerado pela afluência de resíduos ao sistema de drenagem. Neste estudo foi realizado o levantamento de técnicas a fim de viabilizar o propósito de "Resíduo zero" no sistema de drenagem, se mostrando uma metodologia viável para bacias hidrográficas urbanizadas. O controle de resíduos nas diversas etapas do sistema resulta não só em ganho na preservação da qualidade da água, mas também na maior integração da água com a paisagem urbana tornando os corpos d'água da cidade mais atrativos à população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Das Neves, M. G. F. P.; Tucci, C. E. M. - Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos, 2003.
- Groffman, P. M.; Bain, D. J.; Band, L. E.; Belt, K. T.; Brush, G. S., Grove, J. M.; Zipperer, W. C. - Down by the riverside: urban riparian ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1(6), 315-321, 2003.
- Tucci, Carlos EM. Águas urbanas. *Estudos avançados*, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.
- Walsh, C. J.; Fletcher, T. D.; Ladson, A. R. - Stream restoration in urban catchments through redesigning stormwater systems: looking to the catchment to save the stream. *Journal of the North American Benthological Society*, v. 24, n. 3, p. 690-705, 2005.