

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

CONTROLE QUALI-QUANTITATIVO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL. UMA PROPOSTA PARA A BACIA DO CÓRREGO DO SAPÉ, SÃO PAULO-SP.

Juliana C. de Alencar da Silva¹; Aline Carvalho Pereira² & Rafael Barros de Almeida e Silva³

RESUMO – Os problemas encontrados nos grandes centros urbanos de uma metrópole brasileira não estão aquém das dificuldades de conciliar uma urbanização sustentável preocupando-se com as cheias nas bacias. Na cidade de São Paulo, os períodos chuvosos, especialmente entre os meses de outubro e março andam sendo cada vez mais relevantes na incidência de precipitações intensas e de longa duração causando grandes inundações por toda a cidade. Um grande agravante nessa situação é o contínuo enfoque da utilização única e exclusiva de técnicas clássicas com enfoque higienista para a solução dos problemas de drenagem urbana, como é o caso das canalizações dos córregos e rios. Deste modo, e analisando todo contexto que se encontra a atual situação dos Sistemas de Drenagem Urbana Brasileira, surge uma nova abordagem do tema que envolve o manejo sustentável das águas pluviais por meio da utilização de um conjunto de infraestruturas verdes compondo assim as medidas de controle na fonte, que podem ser integradas aos sistemas de drenagem existentes. Neste estudo é apresentada uma proposta para o controle quali-quantitativo do escoamento superficial com base em técnicas da drenagem sustentável, utilizando como estudo de caso a bacia do córrego do Sapé.

ABSTRACT– The problems encountered in the large urban centers of a Brazilian metropolis are not far from the difficulties of reconciling sustainable urbanization by worrying about the floods in the basins. In the city of São Paulo, rainy periods, especially between the months of October and March, are becoming increasingly relevant in the incidence of intense and long-lasting precipitation causing large floods throughout the city. A major aggravating factor in this situation is the continuous focus on the unique and exclusive use of classic techniques with a hygienist approach to the solution of urban drainage problems, such as channeling of streams and rivers. In this way, and analyzing every context that is the current situation of the Brazilian Urban Drainage Systems, a new approach of the theme that involves the sustainable management of rainwater comes through the use of a set of green infrastructures thus composing the control measures which can be integrated into existing drainage systems. This study presents a proposal for the qualitative and quantitative control of surface runoff based on sustainable drainage techniques, using as a case study the Sapé watershed.

Palavras-Chave – Drenagem sustentável, Infraestrutura verde, Recursos Hídricos.

1) Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATECSP, Praça Coronel Fernando Prestes, 30 – Bom Retiro – São Paulo – SP. julianaalencar@fatecsp.br. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FAUUSP, Universidade de São Paulo - R. do Lago, 876 - Butantã, São Paulo – SP. juliana.caroline.silva@usp.br

2), Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATECSP, Praça Coronel Fernando Prestes, 30 – Bom Retiro – São Paulo – SP. aline.cpereira@live.com

3) Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo – FATECSP, Praça Coronel Fernando Prestes, 30 – Bom Retiro – São Paulo – SP. rafa_barros92@hotmail.com

INTRODUÇÃO

As grandes metrópoles brasileiras se desenvolveram de modo desenfreado, priorizando a adoção de medidas estruturais para o gerenciamento da crescente urbanização, fato que impactou significativamente na infraestrutura dos recursos hídricos. Para controlar esse impacto é necessário executar práticas buscando equilibrar o desenvolvimento com as condições ambientais das cidades. Segundo o Censo do IBGE que quantifica a taxa de urbanização e de crescimento da população brasileira a parcela considerada urbana avançou de 56% em 1.970 para 81% no ano 2.000, é notório o crescimento urbano acelerado, aliado com ocupação desregrada e intensa impermeabilização do solo, frequentemente por população de baixa renda dificultando as práticas de controle ambiental urbano não-estruturais (TUCCI, 2001).

Os impactos efetivamente causados por esses artefatos são precipitações intensas pela excessiva impermeabilização do solo, poluição difusa conduzida pelo escoamento superficial das águas pluviais e resíduo gerado pela população nas áreas de mananciais comprometendo a qualidade dos corpos hídricos, e causando inundações nas cidades. A poluição dos cursos d' água presentes nos meios urbanos gera uma série de problemas para a população, dificulta os seguimentos dos sistemas de saneamento, sendo capaz de causar doenças de veiculação hídrica, devido à qualidade da água de abastecimento ou até mesmo o contato direto com o manancial poluído.

A função dos sistemas de drenagem é gerenciar da forma mais promissora o destino das águas pluviais devido ao processo de urbanização, desde o sistema de microdrenagem até o de macrodrenagem. A microdrenagem é considerada como sistema de coleta inicial de águas pluviais ou redes primárias (convencionalmente são compostas por tubulações interligadas por poços de visitas e caixas de passagem) que captam as águas coletadas pelos componentes utilizados, como: Guias, sarjetas, sarjetões, bocas de lobo, bocas de leão, entre outros equipamentos. Já a macrodrenagem se refere aos sistemas naturais de condução das águas superficiais das bacias, formada pelos rios, riachos e córregos. Também estão associadas a este sistema as intervenções de fundo de vale, que são constituídas por canais naturais (TOMINAGA, 2013).

Os métodos e técnicas de controle na fonte, diferentemente dos dispositivos de drenagem clássicos que priorizam o rápido escoamento das águas para jusante potencializando o risco de inundações, baseiam-se na retenção e infiltração das águas da chuva colaborando para um sistema de drenagem mais sustentável. O sistema de Medida de Controle na Fonte (MCF) visa o rearranjo temporal e espacial das vazões contribuindo para a redução do volume escoado e redução da probabilidade de inundações a jusante no sistema de drenagem (TOMINAGA, 2013).

Segundo Guitierrez (2006) a diminuição da poluição hídrica vem sendo auxiliada pela redução do volume escoado como objetivo das primeiras aplicações das medidas de controle na fonte. Resultando em posteriores normas e regulamentações no manejo de águas pluviais em diversos países.

Visando um sistema baseado nas premissas da drenagem sustentável é possível adotar medidas não estruturais, baseadas na gestão da bacia, e medidas estruturais, com a implantação de dispositivos físicos para controle das águas, como por exemplo, telhados verdes, trincheiras de infiltração, telhados verdes, pavimentos permeáveis, reservatórios, etc. Neste estudo foi elaborada uma proposta de controle quali-quantitativo para a bacia do córrego do Jaguaré com a utilização destas medidas estruturais, como será descrito a seguir.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para aplicação das técnicas de drenagem sustentável previstas neste estudo foi escolhida a bacia do córrego do Sapé, localizada no município de São Paulo. Foram realizados estudos hidrológicos para caracterização da situação atual da bacia e para o cenário proposto. Para embasar os estudos realizados foram realizadas visitas técnicas à área em estudo e o levantamento cadastral das estruturas existentes junto à prefeitura e concessionárias, como descrito a seguir.

Córrego do Sapé

A bacia hidrográfica do Córrego do Sapé tem 1,21 km² de área de drenagem, é parte integrante da bacia do Córrego Jaguaré, as áreas de entorno do curso d'água são bastante impermeáveis, tem grande parte classificadas como residenciais, havendo partes incorporadas de favelas, e pequenas áreas comerciais (SILVA, 2014).

A escassez dos serviços de saneamento e a falta de cultura ambientalista nas comunidades contribuem para uma série de complicações, uma delas são as ligações clandestinas de esgotos nas galerias de drenagens e cursos d'água. Os lançamentos de esgoto no decorrer da bacia comprometem as qualidades físicas, químicas e biológicas do curso d'água, gerando mais dificuldades para a conservação e revitalização.

RESULTADOS

O sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica do Córrego Sapé pode ser definido por convencional composto de dispositivos de captação (bocas de lobo, sarjetões) e conduzidos por galerias até os lançamentos no decorrer do Córrego Sapé. A Figura 2 a seguir apresenta as Sub-bacias

das galerias de drenagem cadastradas, a área hachurada em vermelho não dispõe de cadastro atual das galerias de drenagem.

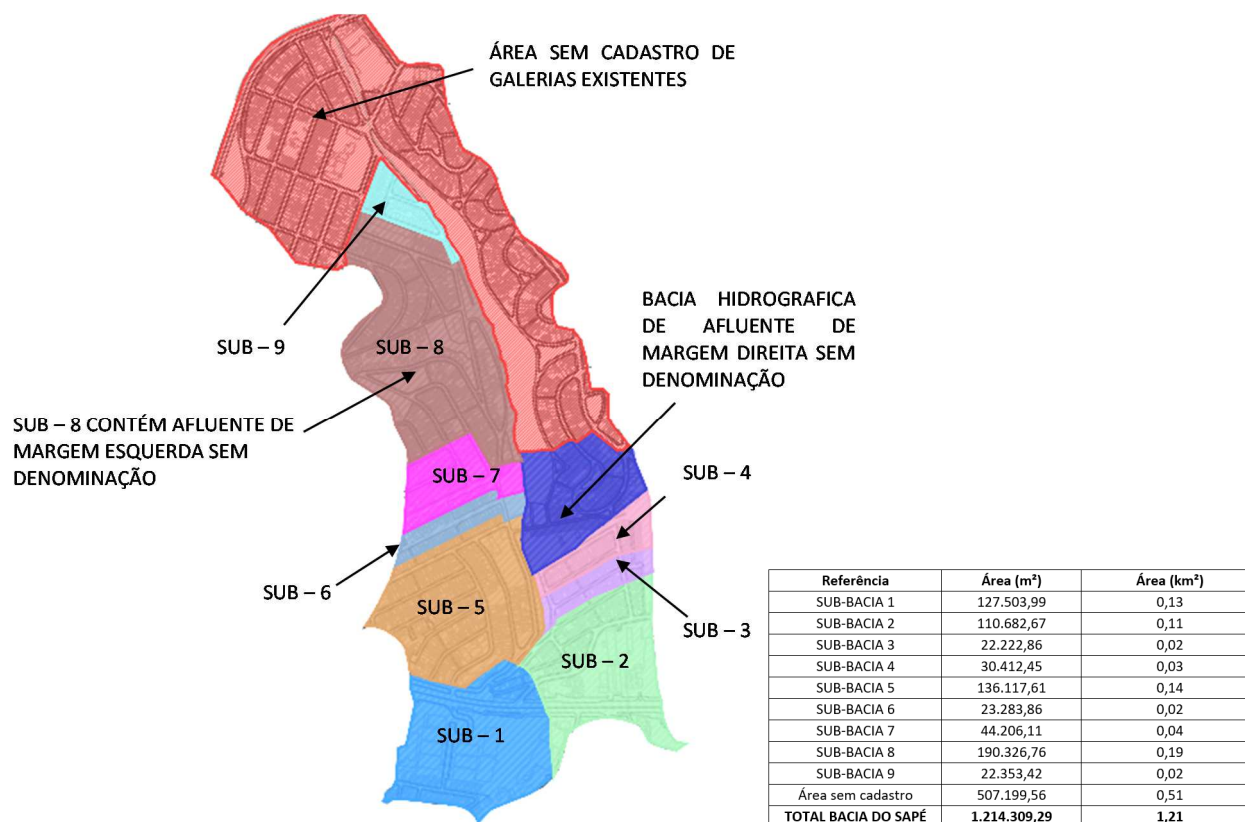


Figura 2 – Sistema de Drenagem existente. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base na capacidade máxima de engolimento das bocas de lobo descritas na Tabela 6 foi calculada a vazão de lançamento de cada subbacia cadastrada, e são apresentadas na Tabela 1. Além disso, foi calculada a vazão do pico da Bacia do Córrego Sapé através do método racional, para um período de retorno de 10 anos e tempo de duração de chuva de 10 minutos, utilizando o $C_{médio}$ de 0,8 e intensidade de chuva para a cidade de São Paulo, o que resultou em uma vazão de pico calculada de 38,74m³/s

Tabela 1 – Sistema de Drenagem existente – Subbacia. Fonte: Elaborado pelos autores.

Referência	Quantidade de Bocas de Lobo Simples (unidades)	Capacidade Máxima de Engolimento por boca de lobo (L/s)	Vazão total captada por Sub-bacia (L/s)
SUB-BACIA 1	2	50,00	100,00
SUB-BACIA 2	12		600,00
SUB-BACIA 3	2		100,00
SUB-BACIA 4	2		100,00
SUB-BACIA 5	24		1.200,00
SUB-BACIA 6	12		600,00
SUB-BACIA 7	4		200,00
SUB-BACIA 8	20		1.000,00
SUB-BACIA 9	2		100,00
TOTAL BACIA DO SAPÉ	80		4.000,00

O programa Córrego Limpo da prefeitura de São Paulo executou atividades para despoluição do Córrego Sapé sendo feita a primeira etapa em 2009. Esta etapa abrangeu a realização de 132 metros de redes coletoras e 119 metros de travessia da Rodovia Raposo Tavares, com um investimento total de 250 mil reais. A segunda etapa concluída em 2013 contemplou a área da favela do sapé, atendendo uma população de cerca de 10 mil habitantes (SILVA, 2014). Na Figura 3 a seguir é apresentada a localização das galerias existentes na bacia e fotos de pontos emblemáticos, mostrando o estágio de degradação do canal (A e B) e um ponto de descarte irregular de resíduos (C) em suas margens.



Figura 3 – Galerias existentes e pontos emblemáticos do canal. Fonte: Dos autores.

O córrego se encontra subterrâneo em alguns trechos que são utilizados para áreas de lazer e de uso público. A população tem maus hábitos de fazer despejo de resíduos no córrego e em locais público, como já dito anteriormente também executam ligações irregulares no decorrer do córrego. Essas práticas aumentam a quantidade de carga de poluição no curso d'água, comprometendo a eficiência do sistema de drenagem, e dificultando a elaboração de novas alternativas estruturais, desse modo fica evidente a necessidade de técnicas educacionais para a população.

Sistema de drenagem sustentável proposto

Conforme foi descrito há diversos tipos de infraestruturas sustentáveis que podem ser utilizadas na urbanização das cidades, para o caso da Bacia do Córrego Sapé foram escolhidas algumas técnicas que devem ser trabalhadas em conjunto com as medidas de controle não estruturais para garantir a eficiência após a implantação. Considerando as análises qualitativas feitas, foram adotadas as técnicas sustentáveis mais adequadas para a implantação, sendo:

- a) Pavimentos permeáveis: recomendo para ruas com tráfego leve, condomínios, conjuntos habitacionais, praças e calçadas.
- b) Jardins de chuvas: recomendado para ruas e calçadas largas com intensão de diminuir a velocidade dos veículos, como ruas de escolas, hospitais e bairros residenciais, também podem ser implantados em praças, pátios ou estacionamentos.
- c) Lagoas de águas pluviais: as águas armazenadas deverão ser lançadas em corpo d'água após seu período de detenção, a implantação dos reservatórios é particularmente para o controle de inundações urbanas.

A Figura 4 mostra a locação dos pavimentos permeáveis, dos jardins de chuva e da lagoa de águas pluviais no decorrer da bacia. Conforme é possível observar os pavimentos permeáveis foram adotados em ruas de predominância residencial e com pouco movimento de veículos automotores pesados. Para os jardins de chuva um dos parâmetros necessários para a implantação é estar em calçadas com mais de 2,30 m de distância do meio fio ao início do lote, portanto é possível observar a indicação em ruas mais largas. A lagoa pluvial está localizada em terreno coberto por área verde e aparentemente sem apropriação particular.



Figura 4 – Sistema Proposto. Fonte: Elaborado pelos autores.

A locação das infraestruturas na bacia do Córrego Sapé tem o intuito de amortecer a vazão de pico no curso d'água em eventos chuvosos, e de transmitir visualmente a sustentabilidade para que seja interativo e motivador à população, ocasionando interesse de manter e zelar pelas infraestruturas do ambiente.

Foram quantificadas e somadas às áreas das infraestruturas localadas em cada subbacia, sendo possível ter as áreas totais de infraestruturas indicadas para a Bacia do Córrego Sapé, e são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Áreas das infraestruturas verdes. Fonte: Elaborado pelos autores.

Referencia	Áreas de Infraestruturas Implantadas (m ²)		
	Pavimentos Permeáveis	Jardim de Chuva	Lagoa Pluvial
SUB-1	238,25	-	-
SUB-2	2.644,67	-	-
SUB-3	2.038,47	-	-
SUB-4	1.642,13	-	-
SUB-5	1.487,41	-	-
SUB-6	-	-	-
SUB-7	3.072,77	827,94	-
SUB-8	4.674,98	1.586,76	6.292,25
SUB-9	1.666,24	-	-
ÁREA SEM CADASTRO	14.869,03	2.512,76	-
Áreas totais	32.333,95	4.927,46	6.292,25

Para calcular o volume que cada infraestrutura absorveu da Bacia do Córrego Sapé, foi utilizado os dados de capacidade de absorção de Vargas (2017), que é apresentada na Tabela 4. O volume retido foi calculado correlacionando as tabelas 2 e 3 resultando na Tabela 4.

Tabela 3 – Capacidade de retenção das infraestruturas verdes. Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Vargas, 2017.

Pavimentos Permeáveis	0,0945 m ³
Jardim de Chuva	0,4870 m ³
Lagoa Pluvial	0,6250 m ³

Tabela 4 – Volumes retidos no cenário proposto. Fonte: Elaborado pelos autores.

Referencia	Volume absorvido por Infraestrutura (m ³)		
	Pavimentos Permeáveis	Jardim de Chuva	Lagoa Pluvial
SUB-1	22,51	-	-
SUB-2	249,92	-	-
SUB-3	192,64	-	-
SUB-4	155,18	-	-
SUB-5	140,56	-	-
SUB-6	-	-	-
SUB-7	290,38	403,21	-
SUB-8	441,79	772,75	3.932,66
SUB-9	157,46	-	-
ÁREA SEM CADASTRO	1.405,12	1.223,72	-
Volumes totais	3.055,16	2.399,67	3.932,66
Volume Total	9.387,89		

O volume total absorvido pelas infraestruturas é de 9.387,89 m³, com isso se pode desprezar 40% da vazão de pico da bacia. Dado obtido a partir da seguinte consideração:

$$V_{abs} \div V_p = T \text{ (Equação 12)}$$

$$9.387,89 \div 38,74 = 242,31 \text{ s} \therefore 4,03 \text{ min.}$$

Onde: V_{abs} = Volume Absorvido (m³); V_p = Vazão de Pico (m³/s); T = Duração de Chuva (s).

Com a implantação das infraestruturas propostas uma chuva de 10 minutos terá 4 minutos de retardo, ou seja, durante 4 minutos de chuva a vazão será absorvida pelos sistemas sustentáveis até ficarem saturadas e então a vazão escoar superficialmente para os meios de captações convencionais ou diretamente até curso d'água.

CONCLUSÃO

Em virtude dos aspectos analisados nota-se quão extrema é a influência do planejamento urbano sob as etapas do crescimento e desenvolvimento humano. Desse modo é primordial despertar a atração em aprimorar as técnicas de planejamento e métodos para mantê-lo em prática.

A Bacia hidrográfica do Córrego Sapé dispõe de características relativamente boas comparando com outras bacias da região Metropolitana de São Paulo. Isso se deve ao investimento da prefeitura no Programa Córrego Limpo que trouxe progressos para esta bacia, melhorando a qualidade de saneamento. No entanto essa não é a realidade de grande parte das bacias hidrográficas da cidade de São Paulo. Cabe aos profissionais de saneamento, meio ambiente e engenharias empenharem-se para obter desenvolvimentos planejados por novas técnicas sustentáveis.

Como foi possível apresentar nesse estudo as medidas sustentáveis são tecnicamente executáveis, e dispõe de ótimos resultados. No entanto há complicações para mantê-las em funcionamento afinal a população não se demonstra culturalmente adepta a essas medidas. Nesse caso entende-se que é essencial expandir de maneira educativa e cultural a familiarização das técnicas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

a) Artigo em revista

GUITIERREZ, S. Urban Watersheds Research Program in BMPs and Restoration for Water Quality Improvement. BPM Technology in Urban Watershed. Publicação da ASCE, 2006.

TUCCI, Carlos E.M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. Porto Alegre. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

a) Dissertação de mestrado

SILVA, Juliana C. A. Recuperação de córregos urbanos através do controle de cargas pontuais e difusas. Estudo de caso: córrego Ibiraporã e do Sapé. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2014.

TOMINAGA, E. N. S. Urbanização e Cheias: Medidas de controle na Fonte. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2013.