

XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ASPECTOS DA DRENAGEM NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS – ESTUDO DE CASO DA BACIA DO CÓRREGO PONTE BAIXA, SÃO PAULO – SP

*Melissa Cristina Pereira Graciosa¹ ; Gustavo Oliveira da Silva Santos²; Ellen Emerich Carulli³;
Érica Cristine Medeiros Machado⁴; Lyssandra Almeida Leite⁵ & Luciana Nicolau Ferrara⁶*

RESUMO – Os fundos de vale de bacias urbanas muitas vezes constituem cenário de ocupação irregular por assentamentos precários, dada a sobrevalorização imobiliária dos terrenos regulares e o crescente déficit habitacional urbano. As soluções para essa questão devem contemplar aspectos ambientais, de saneamento, sociais, de saúde, de proteção à vida humana e econômicos de forma integrada. Conciliar tais demandas com as necessidades de habitação segura e de mobilidade e acesso à cidade constituem grande desafio para as metrópoles. Neste trabalho é apresentada uma análise do recorte da drenagem na urbanização de assentamentos precários, tomando-se como estudo de caso a bacia do Córrego Ponte Baixa, em São Paulo – SP, que recentemente passou por projeto de urbanização e drenagem, com implantação de 3 km de canal, 700 m de parque linear e realocação de 1.400 famílias. O projeto implantou canal em concreto com vias marginais para melhorar a mobilidade local, com base no modal rodoviário. A modelagem hidráulico-hidrológica indicou que o projeto atende às vazões de projeto para TR 25, mas há pontos de extravasamento potencial para as cheias de TR 100. São discutidas premissas para a proposição de soluções alternativas e complementares de drenagem de modo a abranger as múltiplas dimensões da drenagem urbana e as demandas de mobilidade.

Palavras-Chave – Drenagem urbana. Urbanização de favelas. Drenagem sustentável.

ABSTRACT – Urban floodplains in Brazilian cities are very often occupied by favelas and precarious settlements. This occurs due the overvaluation of urban lands and due the lack of public housing programs. Solutions for this problem must encompass environmental aspects as well sanitation, social, health, human life protection and economic approaches. To meet social needs such as habitation, mobility and access to the city, integrated measures are required. This paper presents an analysis of drainage infrastructure in favelas urbanization projects. A case study of Ponte Baixa river watershed, in São Paulo, Brazil, is presented. The area, previously occupied by a precarious settlement, was recently urbanized. In the urbanization Project, 3 km of channel and a 700 m fluvial park were implemented and a road was constructed along the channel. In the present work, results of a hydrological and hydraulic modelling showed that the 100-years flood is not met by the Project. Assumptions for alternative and complementary drainage project approaches are discussed to comprehend the multiple dimensions of sustainable urban drainage as well as mobility demands.

Keywords – Urban Drainage. Favelas urbanization. Sustainable Drainage.

1) Universidade Federal do ABC, Av. dos Estados, 5001 Santo André – SP Brasil; +55 11 4996-8215 melissa.graciosa@ufabc.edu.br

2) Universidade Federal do ABC, Av. dos Estados, 5001 Santo André – SP Brasil; +55 11 4996-0001 guoliveira.oss@gmail.com

3) Universidade Federal do ABC, Av. dos Estados, 5001 Santo André – SP Brasil; +55 11 4996-0001 emerich.carulli@gmail.com

4) Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. R Jario Vieira Feitosa, 1770, Pombal – PB +55 83 3431-4000 erica@ccta.ufcg.edu.br

5) Universidade Federal do ABC, Av. dos Estados, 5001 Santo André – SP Brasil; +55 11 4996-0001, almeida.leite@aluno.ufabc.edu.br

6) Universidade Federal do ABC, Av. dos Estados, 5001 Santo André – SP Brasil; +55 11 4996-0001 luciana.ferrara@ufabc.edu.br

INTRODUÇÃO

Os fundos de vale e várzeas de bacias hidrográficas urbanas muitas vezes constituem cenário de ocupação irregular por assentamentos precários, dada a sobrevalorização imobiliária dos terrenos regulares, o crescente déficit habitacional urbano e as insuficientes políticas habitacionais. Por seu risco natural de ocorrência de enchentes, estas áreas acabam sendo ocupadas, a princípio, em suas cotas mais altas, sujeitas a menor frequência de inundações, sendo que poucos anos sem ocorrência de enchentes são suficientes para que uma área de várzea seja considerada viável para ocupação por loteamentos irregulares. Este quadro é agravado pelo descompasso entre o crescente déficit habitacional e a implantação de habitações de interesse social e pela carência de políticas de fiscalização integrada em áreas de proteção permanente ao longo de cursos d'água urbanos, notadamente nas regiões periféricas das cidades.

Com o passar do tempo, também as áreas de cotas mais baixas, com maior risco de enchentes, (frequência de cheias de um ano ou inferior), passam a ser ocupadas, no assentamento já instalado. Não raro, a ocupação chega até à própria calha do curso d'água, com a instalação das chamadas "casas-ponte". A consequência direta disto é que centenas de famílias passam a viver em área de risco permanente de inundações urbanas, agravando ainda mais o problema, pela complexidade da interface habitação-saneamento – segurança à vida humana.

As soluções para essa questão devem contemplar, além da habitação, os aspectos ambientais, de saneamento, sociais, de saúde e econômicos. A alternativa convencional da construção de novos loteamentos em pontos distantes dos bairros centrais da cidade fica prejudicada pela carência de terrenos urbanos e de recursos econômicos para a sua implantação e de toda a sua infraestrutura – de mobilidade, de saneamento, de energia e iluminação, de lazer, dentre outras. As soluções devem priorizar a manutenção ou recuperação do espaço das águas, da qualidade dos corpos hídricos, da vegetação ciliar, da fauna, da estabilidade dos solos. Com relação ao saneamento, os desafios consistem em garantir o abastecimento contínuo de água potável, a coleta, transporte, tratamento e disposição dos esgotos domésticos, a proteção contra inundações, a gestão do lixo urbano.

Sob a denominação de urbanização de favelas, Cardoso e Denaldi (2018) destacam características muito distintas, que vão desde a execução de obras básicas de saneamento até intervenções de grande complexidade, que envolvem reurbanização, recuperação de áreas de mananciais e eliminação de situações de risco. Nas últimas décadas tem-se buscado a urbanização integrada das favelas, abordando os diversos problemas do território e permitindo uma maior permanência dos moradores na área de intervenção. Esta integração das soluções justifica-se também pelos custos e impactos sociais, ambientais e urbanos expressivamente menores da urbanização *in loco* do que da remoção e realocação para áreas distantes, com altos investimentos em infraestrutura.

De modo geral, destacam-se os seguintes desafios para o projeto de drenagem urbana: Compreender e quantificar o comportamento hidráulico-hidrológico do sistema de macrodrenagem, identificando volumes e vazões de cheia e níveis de inundação; quantificar os volumes de déficit (diferença entre o volume de cheia e a capacidade da rede de drenagem) e a extensão da mancha de inundação; mapear as edificações dentro da mancha de inundação; Identificar potenciais áreas para a instalação de equipamentos de drenagem; estudar os cenários possíveis que conciliem os objetivos da drenagem sustentável: proteção contra inundações, qualidade das águas de escoamento superficial, infiltração e recarga de aquíferos, resiliência frente a eventos extremos, (re)integração dos rios na paisagem urbana, manutenção e recuperação de nascentes, várzeas e matas ciliares (Canholi, 2015).

Contudo, no que tange à drenagem e ao esgoto, as soluções para a urbanização de favelas que contemplem o melhor resultado para as pessoas e o ambiente podem não ser as mesmas adotadas em loteamentos convencionais, especialmente porque o padrão de ocupação é distinto e apresenta características e dinâmicas próprias. A criatividade e o entendimento das especificidades locais,

aliados ao conhecimento hidrológico-hidráulico e das tecnologias disponíveis, em especial as metodologias alternativas em drenagem urbana, constituem o diferencial que irá viabilizar, ao final, conciliar demandas, limitações e resultados para o adequado manejo das águas pluviais.

O objetivo central deste trabalho é discutir os aspectos relacionados às soluções para a drenagem na urbanização de favelas a partir de uma abordagem integrada, que contemple as especificidades locais, a integração entre as dimensões da urbanização e os objetivos globais da drenagem. Adotou-se como estudo de caso a bacia do Córrego Ponte Baixa, em São Paulo – SP, na qual foi implantada intervenção de urbanização tendo a drenagem por elemento estruturante.

Este estudo faz parte das atividades da rede de pesquisa “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas” coordenada pela UFABC, e integra o Termo de Referência “Direito à cidade e habitação: um balanço do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) – urbanização de favelas” do Observatório das Metrópoles (IPPUR/UFRJ).

ESTUDO DE CASO: BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO PONTE BAIXA

A bacia do Córrego Ponte Baixa drena uma área de 6,82 km² na Zona Sul de São Paulo, percorrendo um talvegue de 4,1 km de extensão ao longo dos Distritos de Jardim São Luís e Jardim Ângela. O Córrego Ponte Baixa deságua no Canal da Represa Guarapiranga, afluente do Rio Pinheiros, o qual, por sua vez, é tributário do Rio Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo – SP. A Figura 1 apresenta a planta geral da bacia do Córrego Ponte Baixa.

Figura 1 – Bacia hidrográfica do Córrego Ponte Baixa. (a) delimitação da bacia hidrográfica e localização na Cidade de São Paulo. (b) imagem Google Earth aproximada do entorno da bacia hidrográfica (imagens SIURB)



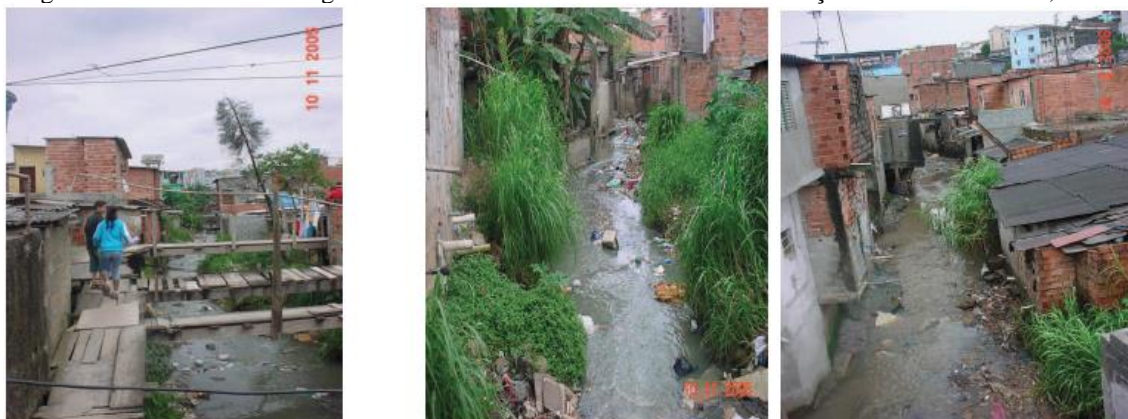
Segundo dados do IBGE (2010), a população da bacia era de 165.898 habitantes, sendo que 13.800 domicílios se caracterizavam como favelas (Habitasampa, 2016). Ainda segundo IBGE (2010), a Bacia do Córrego Ponte Baixa concentra altas densidades habitacionais, com média de 520 hab./ha, famílias com rendimentos médios entre 1 a 2 salários mínimos.

De acordo com Silva (2019), no perímetro do córrego Ponte Baixa estão localizadas seis favelas: Chácara Santana I, II e III; Jardim Letícia; Jardim Novo Santo Amaro I; Jardim Novo Santo Amaro II; Jardim São Luís II; Parque Figueira Grande V. Estes núcleos compreendem 2864 domicílios, todos em territórios públicos que, em sua maioria, surgiram na década de 1970. Ainda segundo o autor, todas as favelas no entorno dos córregos Ponte Baixa e Jardim Letícia apresentam pelo menos um risco associado à sua ocupação, com exceção da favela Parque Figueira Grande V.

A ocupação da bacia é densa, dispondo de poucos vazios e áreas livres. Estima-se que 19% da bacia seja de área vegetada. Há forte presença de favelas e loteamentos irregulares, sendo que 41% das residências na bacia são caracterizadas como de baixo padrão. Aproximadamente 9% dos domicílios não possuem dispositivos de microdrenagem (bueiro, meio-fio, boca de lobo) e possuem lixo em logradouro, condições estas favoráveis a problemas de alagamento (IBGE, 2010).

A favela ocupava as margens do córrego, chegando até o seu leito e, em alguns trechos, com edificações instaladas por sobre estes, as chamadas “casas ponte”. Nos anos de 2013 a 2017, após recorrentes eventos de inundação, resultando em diversos danos incluindo uma vida, a bacia passou por intervenção de canalização e urbanização da favela. O Córrego Ponte Baixa foi canalizado em seu trecho entre a Estrada do M’Boi Mirim e sua foz, no Canal Guarapiranga e um novo eixo viário foi implantado ao longo do curso d’água, a Av. Luis Gushiken. A Figura 2 apresenta registros fotográficos do curso do Córrego Ponte Baixa, anteriores à intervenção de canalização e urbanização.

Figura 2 – Trechos do Córrego Ponte Baixa anteriores às obras de canalização. Fonte: São Paulo, 2011



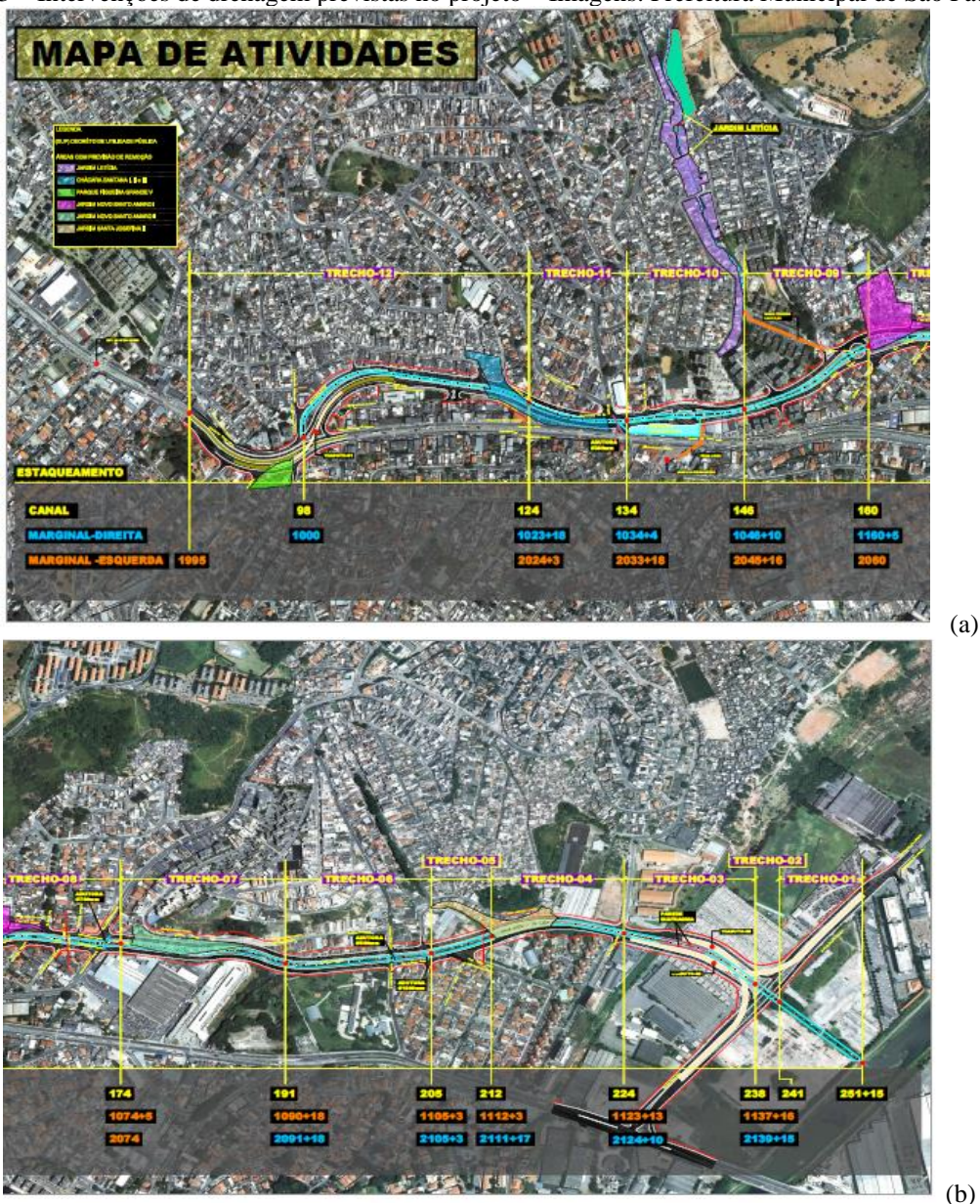
Dois pontos do Córrego do Jardim Letícia, com ocupação irregular das margens e águas poluídas por lixo e esgoto.

Córrego Ponte Baixa estrangulado pelas construções em suas margens, próximo à Rua Leonídia Kimore.

Projeto de urbanização e drenagem do Córrego Ponte Baixa

O projeto original, de acordo com o seu RIMA (São Paulo, 2011), previa: a) a canalização do Córrego Ponte Baixa em um trecho de 3,1 km de extensão, entre a Estrada do M’Boi Mirim e o deságue, no Canal Guarapiranga; b) a implantação de um novo eixo viário, paralelo à Estrada do M’Boi Mirim, para melhorar o tráfego local; c) a canalização com parque linear, totalizando 824,1 m de extensão, do Córrego do Jardim Letícia; d) a implantação de uma pequena bacia de retenção, com volume de 16.500 m³, no deságue do Córrego da Av. Inácio Dias da Silva; e) a implantação de um conjunto habitacional constituído de 19 blocos de edificações com um total de 484 unidades habitacionais, em área próxima à área de intervenção. O projeto previu a implantação em 24 meses e orçamento inicial estimado em 370 milhões de reais. Com os valores atualizados para a data de licitação, o contrato foi assinado com o valor de 400 milhões. A obra teve início em novembro de 2013 com conclusão prevista para 2017. Segundo informações da Revista Infraestrutura Urbana (2016) o valor final da obra foi de R\$ 765 milhões, sendo 300 milhões oriundos do PAC, 200 milhões de recursos próprios da Prefeitura e 265 milhões do Programa Minha Casa Minha Vida. Na Figura 3 são apresentadas as intervenções previstas no projeto.

Figura 3 – Intervenções de drenagem previstas no projeto – Imagens: Prefeitura Municipal de São Paulo - SIURB.



A solução adotada para o Córrego do Jardim Letícia, afluente de margem esquerda do Córrego Ponte Baixa, foi a canalização em uma extensão de 824 m, a revegetação da área e a implantação de equipamentos sociais (Figura 4a). Nos primeiros 602 m o canal foi projetado em seção aberta e, nos 222 m finais, em seção fechada, sob o um condomínio de prédios. Segundo Infraestrutura Urbana (2016), o projeto implantado contemplava 700 metros de canalização com parque linear. Para o curso do Córrego Ponte Baixa, a solução adotada foi um canal em concreto, de seção retangular, com largura ampliada de 4,0 para até 16,5 m (Figura 4b). Decidiu-se por não implantar o reservatório previsto, por considerar-se que a canalização seria suficiente para comportar as vazões de cheia.

Figura 4 – Canalizações implantadas, imagens de Ago/ 2017. Fonte: Relatório de fiscalização das obras do TCU



(a) Córrego do Jardim Letícia canalizado



(b) Córrego do Ponte Baixa canalizado

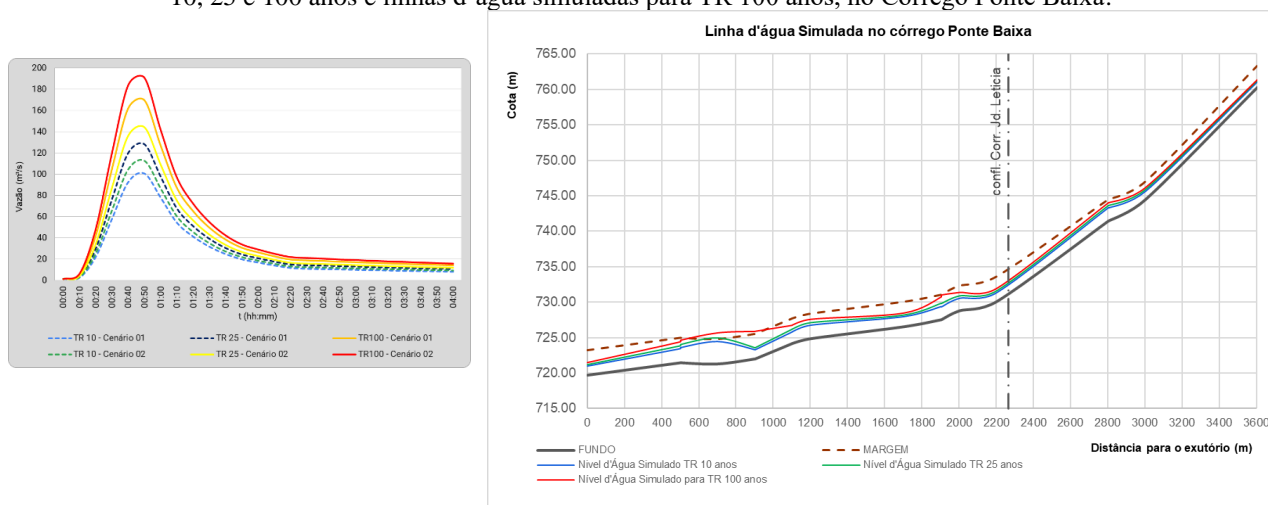
METODOLOGIA

A metodologia adotada consistiu na análise de aspectos relevantes para uma solução de urbanização integrada, bem como na proposição de premissas para o estudo de soluções alternativas. Além da modelagem hidráulico-hidrológica da bacia, foram analisados os projetos previstos e implantados, consultados projetistas das intervenções de drenagem executadas e previstas vistorias ao local. Os aspectos considerados estão descritos a seguir.

Análise dos aspectos quantitativos: O objetivo desta etapa foi avaliar as condições de escoamento do canal e a ocorrência de déficits hidráulicos. Para isso foi realizado um estudo hidráulico-hidrológico das vazões de cheia para cenários e comparadas as cheias de projeto simuladas com a capacidade hidráulica dos cursos d'água. Também avaliou-se a ocorrência de inundações ou alagamentos antes e após a intervenção.

Para a modelagem hidráulico-hidrológica foram utilizados os softwares hidrológico, HEC-HMS (Hydrological Modeling System) e hidráulico, HEC-RAS (River Analysis System). Para a modelagem hidráulica foi utilizado o modelo SCS que tem por base o número de deflúvio – CN e o tempo de concentração, para a elaboração de hidrogramas de cheia para chuvas de tempos de recorrência determinados. Foram estudados os TRs 10, 25 e 100 anos. Para a modelagem hidráulica, foi aplicado o modelo de remanso, em condição de escoamento permanente gradualmente variado.

Figura 5 – Hidrogramas simulados no exutório da bacia do Córrego Ponte Baixa (Nó 16, 6,82 km²) para os TRs 10, 25 e 100 anos e linhas d'água simuladas para TR 100 anos, no Córrego Ponte Baixa.



Análise dos aspectos qualitativos: nesta etapa, quatro aspectos principais foram analisados: lixo, esgoto, erosão/assoreamento e poluição difusa. Foram analisados os elementos da rede de esgotamento sanitário, incluindo coleta, ligações, transporte, tratamento e disposição, bem como a

existência de controle da poluição difusa. Buscou-se responder se houve recuperação da qualidade das águas e/ou controle da poluição dos cursos d'água e se foram realizados outros investimentos de saneamento na área da intervenção. Foram previstas vistorias ao local para análise do aspecto geral dos cursos d'água: odor, presença de lixo, entulho, lançamentos, pontos de erosão e assoreamento e para análise dos aspectos da bacia, como a propensão ao carreamento de sedimentos, condições de coleta de resíduos sólidos, se há pontos de acúmulo de lixo e entulho, dentre outros.

Análise da componente de infiltração e de soluções baseadas na natureza e de aspectos paisagísticos e urbanísticos: classificou-se as intervenções de drenagem adotadas em: estrutural ou não estrutural, linear ou pontual, centralizada ou descentralizada. Também foram investigadas a adoção de soluções baseadas na natureza e a participação social na elaboração e/ou execução do projeto. Na componente infiltração, foram levantadas informações acerca do aumento de áreas permeáveis, de ações de recuperação das margens e da ocorrência de aceleração do escoamento.

Análise da componente de adaptação e resiliência frente a eventos extremos: foi levantada a existência de população residente em áreas de risco inundações ou alagamentos antes e após a intervenção; a realização de ações de educação ambiental; a implantação de monitoramento e alerta.

Análise dos aspectos sociais referentes às intervenções na drenagem: nesta etapa foram avaliadas as soluções de moradia para as famílias residentes na área da intervenção. Foram levantados o quantitativo de famílias removidas, bem com as soluções oferecidas para as mesmas. Adicionalmente buscou-se informações acerca da participação social nos processos decisórios e se houve requalificação das moradias das famílias residentes em áreas consolidáveis. A situação pós intervenção foi analisada quanto à ocorrência de novos assentamentos irregulares e à promoção de ações de desenvolvimento pós-ocupacional para a população residente e removida.

Premissas para o estudo de soluções e cenários alternativos: esta etapa se propôs a desenvolver premissas norteadoras para o estudo de soluções e cenários que contemplem alternativas de solução integrada, ou seja, considerando além dos aspectos de quantidade (controle de enchentes), também os demais objetivos delineados. Para este estudo de caso, tais premissas integrarão um estudo de cenários cuja publicação encontra-se em elaboração para submissão a periódico.

RESULTADOS

Aspectos quantitativos

As simulações hidráulicas-hidrológicas revelaram que, do ponto de vista quantitativo, as vazões de projeto foram atendidas para TRs até 100 anos. Quando se analisa a modelagem sob a perspectiva das mudanças climáticas, considerando a não-estacionariedade da série, ocorreriam transbordamentos em diversos trechos do canal. O resultado deste estudo está apresentado em trabalho submetido a este evento, intitulado: “Análise das componentes de exposição, ameaça e vulnerabilidade a inundações: estudo de caso da bacia do Córrego Ponte Baixa – São Paulo – SP”.

A solução adotada para o curso do Córrego Ponte Baixa consistiu em canalização convencional de concreto, em seção retangular, confinada entre avenidas marginais. A obra viária teve papel determinante nesta escolha, uma vez que foi implantada às margens do canal uma nova avenida, em espaço anteriormente ocupado pela favela, com o objetivo era prover a região de um eixo alternativo à Estrada do M'Boi Mirim, sobrecarregada com os engarrafamentos, adotando-se o número de pistas possível, o que acabou por confinar o curso d'água a um canal ampliado, retificado e de revestimento rápido. Além disso, optou-se, no decorrer da obra, por não implantar o reservatório de detenção inicialmente previsto, alegando-se que a ampliação do canal seria suficiente para o controle das cheias. Possivelmente, interpretou-se que, como o Córrego Ponte Baixa deságua no Canal do Guarapiranga e segue para a Represa do Guarapiranga, o problema da transferência de cheias para jusante estaria equacionado, não constituindo impacto a jusante.

Este fato, no entanto, não encontra sustentação quando consideradas as demais componentes da drenagem que não o simples transporte das vazões de cheia. A construção da bacia de retenção poderia ter possibilitado uma calha com menor capacidade hidráulica e, portanto, com revestimentos mais naturais ou implantação de via parque para permitir que o modal de transporte por bicicletas fosse contemplado no novo eixo viário implantado. Outras alternativas, como o transporte ferroviário alternativo, não foram contempladas. Ou seja, a modalidade rodoviária, quando priorizada sobre as demais, acarreta diretamente na limitação das soluções de drenagem ao modelo higienista, pré mudança de paradigma de canalização para amortecimento, já consolidada há pelo menos três décadas na Bacia do Alto Tietê – BAT / Região Metropolitana de São Paulo – RMSP.

Cabe ressaltar que a implantação do projeto contribuiu para a redução dos riscos à população residente e em transporte, porém o modelo adotado não permitiu agregar os outros objetivos da drenagem. No Córrego do Jardim Letícia, os principais problemas apontados foram a descontinuidade do parque linear e o tamponamento do córrego no trecho interno ao condomínio, o que amplia o risco das inundações a montante, pelo remanso das águas. As seções implantadas, no entanto, comportam a cheia de TR 100 anos para o cenário atual.

Aspectos qualitativos

O projeto implantado contemplou a instalação de coletores tronco de diâmetro 60 cm em ambos os lados do canal, com a função de reduzir o aporte de esgotos *in natura* para o córrego. Não houve previsão de tratamento dos esgotos antes do seu lançamento no Canal do Guarapiranga. Tampouco se tem a taxa de ligações realizadas à nova rede implantada.

O modelo centralizador em grandes Estações de Tratamento de Esgotos – ETEs em parte dificulta o tratamento pois demandaria a instalação de redes muito extensas até a ETE mais próxima. Esta é uma questão complexa que permeia a urbanização de assentamentos precários na BAT-RMSP e sobre a qual Ferrara et al. (2019) avaliaram que o modelo centralizado de tratamento é predominante, havendo pouca abertura para alternativas de tecnologias que possam ser aplicadas aos diferentes padrões de ocupação urbana, com diferentes formas de gestão e apropriação social. Este ponto, das soluções alternativas para o esgotamento sanitário em assentamentos precários, tem destaque em publicação em desenvolvimento sobre as alternativas para a bacia de estudo.

Os aspectos de poluição difusa e transporte de sedimentos não foram contemplados. Embora a urbanização em si tenha papel de atenuar a formação de sedimentos, o fato de a bacia ainda contemplar áreas de expansão urbana e, portanto, de obras e a não incorporação de sistemas de controle de ocasiona os processos de assoreamento que registros fotográficos recentes já apontam.

Componente de infiltração, soluções baseadas na natureza e aspectos paisagísticos

O projeto no Jardim Letícia contemplou um parque linear que, embora apresente problemas de continuidade, trouxe uma nova área de lazer, antes inexistente, para a região. Elementos como jardins de chuva não foram incorporados. O projeto no Ponte Baixa, por sua vez, não contemplou quaisquer elementos de infiltração, biorretenção ou paisagísticos. Ao contrário, foi priorizada a construção de uma nova avenida, de modo que o canal projetado ficou confinado entre as pistas marginais.

Adaptação e resiliência frente a eventos extremos

Entende-se que a resiliência frente a eventos extremos de precipitação é alcançada quando se pensa nas componentes do risco – ameaça, vulnerabilidade e exposição e na gestão do risco – antes, durante e depois do evento. Do ponto de vista das componentes do risco, a ameaça teve papel estruturante no projeto, que priorizou a construção de um largo canal. A vulnerabilidade foi contemplada mediante a urbanização e realocação das pessoas em situação de extremo risco, que moravam sobre o canal ou em suas margens mais próximas. A exposição, pode-se concluir, que

permanece, porém em nova forma – ao invés de edificações residenciais tem-se agora a avenida implantada na margem do Córrego Ponte Baixa. Muito embora com maior proteção contra as cheias.

Foi implantado monitoramento no curso d'água, o que é uma medida extremamente importante e reforça a relevância do trabalho da expansão da rede telemétrica de monitoramento dos córregos. Isto permite a calibração de modelos e a implantação de sistemas de alerta. É necessário, no entanto, que o sistema seja implantado em todas as suas dimensões, incluindo plano de contingência, capacitação de lideranças locais, integração com a companhia de tráfego e defesa civil, dentre outros.

Aspectos sociais referentes às intervenções na drenagem

As entrevistas realizadas ao longo do trabalho indicaram que houve intensa participação popular no desenvolvimento do projeto de habitação, mas que a drenagem não teve a mesma atenção social. Isto pode resultar, no caso do Parque Linear do Jardim Letícia, em problemas de apropriação do social, de reocupação de várzeas e de degradação dos equipamentos. No curso do Ponte Baixa, por sua vez, o projeto foi majoritariamente pautado pela questão viária e não houve qualquer participação popular para soluções de drenagem que contemplassem outros equipamentos ao longo de seu curso.

Chama a atenção também a carência de soluções para a microdrenagem nas ruas e talwegues contribuintes para o córrego. A urbanização foi feita tendo por base o sistema convencional. Embora não tenham sido avaliados os projetos de microdrenagem, e o momento da pandemia tenha inviabilizado entrevistas de campo, não se tem conhecimento da instalação de equipamentos de drenagem sustentável, o que poderia melhorar a qualidade das águas de escoamento superficial.

Premissas para o estudo de soluções e cenários alternativos

Foram definidas quatro premissas para o estudo de alternativas de soluções integradas para projetos de drenagem na urbanização de favelas:

Premissa 1: o binômio qualidade-quantidade é indissociável. As estruturas convencionais de controle da quantidade tem sua implantação e manutenção muito impactadas pela qualidade das águas e, em alguns casos, tornam-se inviáveis. A premissa adotada para o estudo de alternativas é que as soluções somente encontram sustentabilidade do ponto de vista dos objetivos gerais da drenagem urbana quando conciliam os aspectos de qualidade e quantidade.

Premissa 2: a participação social na construção das soluções é fundamental. A apropriação dos equipamentos de drenagem sustentável pela população é fator imprescindível para a sua sustentabilidade e funcionamento de longo prazo. As soluções precisam atender aos anseios da população sem prescindir de sua função de controle de enchentes.

Premissa 3: a solução para as enchentes urbanas precisa contemplar diversas frentes de proteção. Para garantir a resiliência frente a eventos extremos é preciso ter linhas de proteção sucessivas. Medidas descentralizadas e centralizadas, controle na fonte e a jusante, medidas estruturais e não estruturais. Planos de contingência, sistemas de alerta, monitoramento integrado – todos estes elementos fazem parte de um planejamento para o enfrentamento das inundações em um cenário de mudanças climáticas e de populações vulneráveis ao risco das enchentes urbanas.

Premissa 4: as soluções naturais, que operam por gravidade e que acumulam funções diversas têm maior custo benefício e devem ser priorizadas. Quando se tem a qualidade aliada à quantidade como elementos estruturantes da drenagem urbana, torna-se muito mais viável adotar as soluções que integram o rio à paisagem urbana. As soluções baseadas na natureza, descentralizadas ou centralizadas, são aliadas na busca pela reinserção dos rios no tecido urbano e pelo convívio harmonioso entre população e curso d'água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As simulações indicaram que o projeto implantado trouxe maior segurança frente às inundações, embora não tenha contemplado o TR de projeto em sua totalidade. A implantação do projeto original, com o reservatório de detenção, se justificaria como forma de garantir maior proteção contra inundações e a resiliência frente a eventos extremos. Outras soluções quantitativas poderiam ser contempladas, de maneira a reduzir a seção necessária ao canal, dando espaço para a implantação de uma via parque, o que traria o modal cicloviário para a composição da mobilidade urbana, possibilitando alternativas ao modal rodoviário.

As investigações apontaram que o projeto de drenagem adotado seguiu uma linha convencional, fundamentada no transporte de vazões e tendo por elemento estruturante o sistema viário, em seu modal rodoviário, o que, embora tenha contribuído para atenuar os problemas de tráfego, limitou consideravelmente as soluções possíveis para a drenagem. A adoção de um sistema fundamentado em múltiplas soluções, como reservação, escoamentos lentos, calha mista, com via parque, poderiam contemplar a demanda de mobilidade e também de drenagem sustentável.

REFERÊNCIAS

- CANHOLI, A.P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012, 2015, 384p.
- CARDOSO, A. L. E DENALDI, R. (2018). Urbanização de favelas no Brasil: um balanço preliminar do PAC / organização Adauto Lúcio Cardoso e Rosana Denaldi. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018. 352p.
- FERRARA, L.; FURIGO, R.; MORETTI, R. e SAMARA, P. (2019). *Saneamento básico e urbanização de favelas: os desafios para a universalização à luz das especificidades de ocupação dos assentamentos precários*. CAPÍTULO EM: Dimensões do Intervir em Favelas: desafios e perspectivas. Peabiru TCA / Coletivo LabLaje, São Paulo, 2019, 258p.
- INFRAESTRUTURA URBANA (2016) Complexo ponte baixa: novo sistema viário em São Paulo engloba corredor de ônibus, viadutos, canalização de córrego e habitação social. Vol. 63, outubro de 2016, págs. 42 a 45.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010) Censo Brasileiro de 2010.
- NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, CONSERVATION ENGINEERING DIVISION (1986). Urban Hydrology for Small Watersheds. Technical Release 55.
- SÃO PAULO, PREFEITURA MUNICIPAL (2011). *Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, do Projeto de canalização do Córrego Ponte Baixa e implantação de Viário paralelo à Estrada do M’Boi Mirim*. Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras.
- SÃO PAULO (cidade) (2012) –Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. Volumes 1 (168p.), Volume 2 (220p.), Volume 3 (128 p.). São Paulo, SMDU.
- SÃO PAULO (Estado) (2018) – Precipitações intensas no Estado de São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. São Paulo, 270 p.
- SÃO PAULO (Estado) Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE (2013) – Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê – PDMAT.
- SILVA, J. D. (2019). *Intervenções no Córrego Ponte Baixa: ausência de urbanização de favelas e remanescência da precariedade*. XVIII ENANPUR , 27 a 31 de maio de 2019.
- BRASIL (2017). Tribunal de Contas da União. Relatório de fiscalização das obras de canalização, retificação e drenagem no Córrego Ponte Baixa. TC n. 006.367/2017-8 Fiscalização n. 77/2017.
- TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L. E BARROS, M.T.L. (1995) Drenagem Urbana, Ed. ABRH, UFRGS, Porto Alegre, 428p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Observatório das Metrópoles – Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano – IPPUR/ UFRJ pelo suporte ao desenvolvimento deste trabalho, no âmbito da Rede de Pesquisa “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas”.