ISSN: 1984-8781 - Anais XVIII ENANPUR 2019. Código verificador: **IRCyKOpUMi5Z** verificar autenticidade em: http://anpur.org.br/xviiienanpur/anais

O CONCEITO DE INFRAESTRUTURA E A GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS. A aplicação do conceito de vazão de base em projetos da Região Metropolitana de São Paulo (Brasil)

Autores:
Robson da Silva Moreno - UFABC - robson.moreno@ufabc.edu.br
Sandra Irene Momm Schult - UFABC - sandra.momm@ufabc.edu.br

Resumo:

A inédita concentração populacional em áreas urbanas nesse início de século e os problemas socioambientais correlatos demandam a busca de novos paradigmas que respondam ao suporte das diversas atividades urbanas. Ante a um quadro cada vez mais complexo, a revisão do padrão das infraestruturas, faz parte desse arcabouço. Desde o final do século XX, várias cidades do Norte Global vêm experimentando profundas revisões conceituais em infraestruturas, em especial, as de drenagem urbana. Assim, a Infraestrutura Verde (IV) emerge como um conceito amplamente divulgado, que vem sendo adotado para mitigar e compensar o quadro crescente de degradação ambiental e, ao mesmo tempo, contribuir na adaptação urbana frente as mudanças climáticas. No âmbito da IV, a gestão das águas pluviais é um dos elementos chave na reversão dos problemas hidroclimáticos e na melhoria da qualidade das águas no meio urbano. No entanto, a abordagem da IV ainda é pouco adotada nas cidades do Sul Global, especialmente na América Latina. Este artigo aborda a gestão de águas pluviais, especificamente a técnica da vazão de base, em projetos em São Paulo e Guarulhos, na Região Metropolitana da São Paulo. A partir das experiências é possível discutir a aplicação do conceito de IV em consonância com as peculiaridades das grandes cidades latino-americanas.

O CONCEITO DE INFRAESTRUTURA E A GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS: A aplicação do conceito de vazão de base em projetos da Região Metropolitana de São Paulo (Brasil)

RESUMO

A inédita concentração populacional em áreas urbanas nesse início de século e os problemas socioambientais correlatos demandam a busca de novos paradigmas que respondam ao suporte das diversas atividades urbanas. Ante a um quadro cada vez mais complexo, a revisão do padrão das infraestruturas, faz parte desse arcabouço. Desde o final do século XX, várias cidades do Norte Global vêm experimentando profundas revisões conceituais em infraestruturas, em especial, as de drenagem urbana. Assim, a Infraestrutura Verde (IV) emerge como um conceito amplamente divulgado, que vem sendo adotado para mitigar e compensar o quadro crescente de degradação ambiental e, ao mesmo tempo, contribuir na adaptação urbana frente as mudanças climáticas. No âmbito da IV, a gestão das águas pluviais é um dos elementos chave na reversão dos problemas hidroclimáticos e na melhoria da qualidade das águas no meio urbano, integrando-a a projetos em que a vegetação tem um papel de destaque. No entanto, a abordagem da IV ainda é pouco adotada nas cidades do Sul Global, especialmente na América Latina. Este artigo aborda a gestão de águas pluviais, especificamente a técnica da vazão de base, em projetos em São Paulo e Guarulhos, na Região Metropolitana da São Paulo. A partir das experiências é possível discutir a aplicação do conceito de IV em consonância com as peculiaridades das grandes cidades latino-americanas.

PALAVRAS-CHAVE: Infraestrutura verde; gestão de águas pluviais; infraestrutura cinza; vazão de base

INTRODUÇÃO

O processo de uma urbanização extensiva registrado no final do século XX e início do século XXI vem potencializando a degradação socioambiental, agravada pelos impactos, reais e previstos, das mudanças climáticas. Isso tem sido um elemento norteador que tem levado a pesquisadores e gestores públicos a revisão de conceitos de planejamento e gestão urbana idealizados no século XX (PINCETL, 2010, MOURA, 2017). Tal revisão passa necessariamente por ampliar a cobertura vegetal em áreas que sofreram intensa antropização, como as alterações de cursos d'água, altas taxas de impermeabilização do solo, entre outros exemplos. A revisão paradigmática confronta a crença de que os avanços tecnológicos de então poderiam fornecer o bem estar a todos ao mesmo tempo que daria suporte a todas as atividades realizadas em áreas urbanas, se esquecendo da "teoria e a prática urbanas do século XIX, baseadas na preocupação com o que hoje seria rotulado como desenvolvimento urbano 'sustentável'" (SWYNGEDOUW & KAIKA, 2014: 463). Nesse sentido Moura (2017) afirma que a engenharia monofuncional tornou-se o paradigma da humanidade na tarefa de controlar os processos ambientais, especialmente nas cidades, os esforços para obter eficiência no controle da natureza muitas vezes significaram danos irreversíveis ao desempenho dos serviços ecossistêmicos. "Confiar nos sistemas de infraestrutura cinza[1] estabeleceu um padrão mundial de infraestrutura urbana com custos incompatíveis para a sociedade, economia e meio ambiente, além da falta de resiliência e diversidade" (MOURA, 2017: 895). Nesse processo de remodelar cidades, em um cenário de mudanças climáticas e escassez de recursos, ocupa um lugar central na compreensão dos efeitos específicos dessas mudanças, especialmente em relação ao risco de inundação e aumento de temperatura (HODSON & MARVIN, 2010).

O processo de revisão de conceitos e práticas difundidas no século XX acontece também nas cidades do Sul Global, porém, de uma forma diferenciada levando em conta as peculiaridades dessa região: seu desenvolvimento marginal e excludente que faz com que "uma parcela limitada do desenvolvimento espacial e econômico nessas cidades ocorre através de estruturas formais e planejamento" (MIRAFITAB, 2009: 42). Dessa forma, um dos reflexos dessa urbanização heterogênea, é o não acesso (ou o acesso informal/precário) a serviços e infraestrutura de saneamento (PIREZ, 2013). Com isso, no que diz respeito às águas urbanas, potencializam-se, em diversos aspectos, problemas que o desenvolvimento urbano tem produzido, como no caso dos corpos d'água urbanos, o ciclo de contaminação gerado pelos efluentes da população urbana: o esgoto doméstico/industrial e pluvial (TUCCI, 2008).

Com base nesses pressupostos, este artigo aborda a questão das águas pluviais urbanas e como o conceito da infraestrutura verde se apresenta como alternativa as infraestruturas tradicionais de drenagem urbana, ou infraestrutura cinza, e em especial nas cidades do Sul Global. Como estudo, são apresentados dois casos de drenagem urbana e recuperação da qualidade dos corpos d'água nas cidades de São Paulo-SP e Guarulhos-SP.

[1] A infraestrutura cinza utilizada neste artigo, também pode concebida como tradicional, (DONG et al., 2017 e BONZI, 2017)

A QUESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS E O CONCEITO DA INFRAESTRUTURA VERDE NAS CIDADES DO SUL GLOBAL

Evidenciando um dos problemas relacionados à degradação ambiental decorrente do modelo de urbanização hegemônico e extensivo, destaca-se a modificação hidrológica das bacias hidrográficas como, por exemplo, por conta de obras e "melhoramentos" o aumento da velocidade de escoamento das águas para o seu curso principal, contribuindo para o agravamento das inundações e a poluição das águas (UACDC, 2010; DONG et al., 2017).

A gestão das águas pluviais é um dos elementos chaves das infraestruturas em ambiente urbano, podendo ser classificadas como medidas estruturais e não estruturais (SILVEIRA, 2002 e ADEGUN, 2013). As estratégias estruturais de gerenciamento de águas pluviais são, segundo Parkinson (2003 apud ADEGUN, 2013), intervenções físicas: infraestrutura projetada para melhorar os sistemas de drenagem, que podem ser dispositivos convencionais de "tijolo e argamassa" ou aqueles baseados em sistemas naturais. Já as medidas não estruturais são classificadas por Adegun (2013: 13,14) em cinco principais categorias:

> "i.) Controles de planejamento da cidade, instrumentos estatutários de planejamento que abordam a qualidade e a quantidade de águas pluviais em empreendimentos novos e/ou existentes, cujos controles visam o projeto e desenvolvimento do local com áreas de superfície impermeáveis reduzidas; ii.) Planejamento estratégico e controles institucionais: incluem planos de gestão de qualidade de águas pluviais em toda a cidade, garantindo mecanismos de financiamento para apoiar a implementação dos planos setoriais; iii.) Procedimentos de prevenção de poluição: são práticas levadas a cabo por autoridades de gestão de águas pluviais que envolvem atividades de manutenção, como por exemplo, gestão de resíduos sólidos, manejo integrado de pragas, descongelamento de estradas em climas frios, manutenção de drenos, sistemas viários, pontes; v.) Programas de educação e participação; vi.) Controles regulatórios: leis e leis locais aprovadas e aplicadas para abordar formas específicas de poluição ou controle de atividades de alto risco."

Até recentemente, a gestão de águas pluviais trabalhava com o conceito de "controle de danos" (AHERN, 2007), com base em lagoas de retenção e detenção de água pluvial inacessíveis, embora essa infraestrutura de águas pluviais tenha alcançado o objetivo principal de controlar o escoamento, não garantindo a melhoria da qualidade da água. As revisões desse conceito vêm no sentido de trabalhar as águas pluviais com as "infraestruturas verdes" que incorporam telhados verdes, sistemas de biorretenção, bioquadras com vegetação, pequenas lagoas e alagados construídos. Para Travassos e outros (2017: 70, 71) o crescimento desse conceito "verde" nos projetos estruturais em águas urbanas trata de ações de cunho ecológico que :

> "..vêm ganhando espaço nas instituições públicas que tratam do manejo de águas fluviais desde a década de 1990, em vários países (Travassos, 2010). Isso se deve, em partes, ao crescimento da sustentação dos projetos de restauração ecológica, frente aos projetos tradicionais de defesa contra as inundações, que vem da ampliação das categorias profissionais dentro das instituições públicas de gerenciamento de drenagem, com o ganho de importância de profissionais das ciências naturais (Adams et al., 2004)".

Tal mudança é defendida por UADC (2010), Ahern et al. (2012) e Dong et al. (2017) pelo fato de conter os problemas de escoamento superficial das águas das chuvas e também tratar com baixo custo a poluição difusa. Por poluição difusa entende-se que são os sedimentos carregados pelas chuvas até os córregos, rios e lagos em áreas urbanas. Esses sendimentos têm uma ampla variedade de elementos químicos, sais, metais pesados e escombros entre outros contaminantes que "viajam através das tubulações de águas pluviais e contribuem para elevar a temperatura, alterar demanda bioquímica por oxigênio (DBO) e diminuir significativamente a vida aquática nos corpos d'água" (HOUGH, 1998: 42).

Cabe destacar que em relação à poluição das águas urbanas, o quadro dos municípios brasileiros não é dos melhores; mesmo que essa avaliação se restrinja ao escopo da engenharia do século XX (BELANGER, 2009; PINCETL, 2010): não se atingiu a universalização da coleta e tratamento de esgoto (ABES, 2018)[2]. E, ainda assim, mesmo as poucas cidades no Brasil que tem 100% de seu esgotamento coletado enviado para tratamento, não há projetos de envergadura voltados para o tratamento do lançamento das águas pluviais urbanas nos corpos d'água[3]; uma deficiência marcante na maior parte das cidades do Sul Global (QIN, et al., 2013; DONG et al., 2017).

Em se tratando do Sul Global e suas cidades heterogêneas, cabe ressaltar um elemento que muitas vezes não tem a devida atenção nos estudos e projetos voltados à drenagem urbana: os assentamentos precários. Adegun (2013 e 2017) ressalta o limitado conhecimento que trata especificamente da gestão sustentável de águas pluviais em assentamentos informais urbanos. O autor ressalta que, apesar de ter na literatura princípios gerais sobre o manejo de águas pluviais, os "modelos" dominantes originam-se de países como Estados Unidos, Austrália e Reino Unido, cujos contextos econômicos e climáticos são distintos de um país do Sul Global. O autor reitera também a adaptação da drenagem urbana à mudança climática que envolve também considerações de projeto e planejamento para novas infraestruturas de drenagem e aprimoramento do desempenho das existentes:

---

[2] "Ranking ABES da Universalização do Saneamento (2018)" abrange 100% do território nacional, 34% dos municípios e 67% da população do país, incluindo todas as 27 capitais. Este levantamento divide os municípios quanto ao porte: pequenos e médios (até 100 mil habitantes) e grandes (acima de 100 mil). Os itens com maior deficiência na cobertura, dos municípios pontuação média e baixa são justamente a coleta e o tratamento de esgoto sanitário.

[3] Neste caso, é importante colocar que não se ignora a dimensão do Programa "Córrego Limpo" que é, sem dúvida, o trabalho de maior porte voltado a melhorar a qualidade das águas dos córregos da cidade de São Paulo que, segundo o relatório de sete anos deste programa, propiciou que 148 corpos d'água fossem despoluídos com a retirada do lançamento de 1486 litros por segundo de esgoto sanitário, entre 2007 e 2014 (SSRH; SABESP; PSP, 2014).Porém, não há menção a qualquer tratamento para os efluentes carreados pela drenagem, apenas as ações voltadas a retirar o lançamento de esgoto doméstico nas galerias de águas pluviais ou diretamente nos corpos d'água.

> "O projeto e o gerenciamento de sistemas de águas pluviais são geralmente baseados em dados de eventos históricos de chuva e enchentes, como 1 em 50, 1 em eventos de tempestade de 100 anos. No entanto, com a mudança climática, esses eventos históricos não são um bom elemento para antever eventos futuros (Environmental Commission of Ontario, 2007) e, portanto, podem se tornar inúteis tanto em projetos como em seu planejamento" (ADEGUN, 2013: 17).

Diante disso, um consenso preliminar, com base em uma quantidade crescente de evidências, é que árvores, gramíneas, jardins de chuva, arbustos, parques e assim por diante, em uma rede de recursos naturais do ecossistema (chamados de infraestrutura verde) podem gerenciar o escoamento das águas pluviais, exercendo suas funções de retenção e purificação da água que, em suma, ajudam a gerenciar a qualidade e quantidade do escoamento (ADEGUN, 2013, 2017; DONG, et. al. 2017).

Entre os conceitos emergentes de um novo paradigma de gerenciamento de água pluviais, a infraestrutura verde é o mais disseminado na literatura internacional e nacional (ZHOU et al. 2009 e DERKZEN et al., 2017). Segundo Sussams, et al. (2015), seus primeiros sinais surgiram quando o planejamento urbano e a consciência ambiental foram unidos, pela primeira vez com o projeto do 'Emerald Necklace' de Frederick Law Olmsted (1822 – 1903) no final do século XIX. Uma solução complexa de design ambiental multifuncional que conectou áreas por meio de corredores verdes (ENGLEBACK, 2009). No entanto, para o século XX, o conceito de infraestrutura verde "foi utilizado pela primeira vez na obra Greenways for America de Charles Little em 1990, para descrever a montagem em rede de espaços verdes abertos que criam alternativas à infraestrutura tradicional" (ADEGUN, 2017: 1203).

Para a infraestrutura verde se aplicam princípios-chave da ecologia da paisagem em ambientes urbanos (AHERN, 2007; MOMM & TRAVASSOS, 2016), que reforça a sua estruturação em redes naturais, seminaturais e artificiais de ecossistemas, todas multifuncionais e que atuam em diferentes escalas espaciais (TZOULAS et al., 2007; MOMM & TRAVASSOS, 2016). Os exemplos de elementos de infraestruturas verdes incluem desde intervenções em menor escala, como telhados verdes, cisternas e jardins de chuva, até pavimentos permeáveis (sistema viário, passeios), a amplos sistemas de drenagem (como biovaletas, jardins de chuva, etc.), ruas verdes, praças e parques públicos, hortas comunitárias e alagados construídos (constructed wetlands). O elo de suas conexões e o elemento estrutural que consolida sua função em rede é a vegetação, especialmente as arbóreas e arbustivas (AHERN et al., 2012; BERLAND et al., 2017; DONG et al, 2017).

As cidades do sul global, especialmente na América Latina, tal conceito é pouco implementado, (SERRA-LLOBET & HERMIDA, 2017), porém em construção (ADEGUN, 2013; 2017). Uma discussão que se associa às mudanças paradigmáticas em tecnologia e em infraestrutura são as transições socio-técnicas. Com base nessa abordagem definida por Geels (2002, 2011), entende-se "transição" como a mudança de um regime sociotécnico para outro, enquanto "regime sociotécnico" é definido como a configuração específica de práticas - elementos materiais e sociais - que reforçados ao longo do tempo resultam em sistemas sociotécnicos com elevada resistência à mudança (GEELS & SCHOT, 2007). A compreensão das práticas tecnológicas vigentes com seus atores e estruturas, pode ser útil para entender os

limites que novos conceitos podem enfrentar quando da sua implementação. Pelo uso do paradigma tecnológico vigente, ou como denominado aqui de infraestrutura cinza, apesar dos inúmeros questionamentos citados, múltiplos interesses garantem a inércia diante da mudança.

Na sequência são apresentados dois casos na Região Metropoltina da São Paulo que exemplificam o alcance (ou não) da questão das águas pluviais urbanas e o conceito da infraestrutura verde nas cidades do Sul Global.

VAZÕES DE BASE: OS CASOS DE GUARULHOS-SP E SÃO PAULO-SP

Os casos estudados das intervenções em córregos urbanos estão localizados na Região Metropolitana de São Paulo. Entre 2010 e 2016 as intervenções ocorreram nos em municípios de Guarulhos, a segunda maior população do Estado de São Paulo e a própria capital estadual, a cidade de São Paulo. São, respectivamente, a primeira e a segunda maior cidade do Estado de São Paulo De acordo com as estimativas populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2018, a primeira cidade conta com 12.176.866 habitantes distribuídos em 1.521,11 km² e uma densidade populacional média de 7.398,26 hab./km² (IBGE, 2018); a segunda, com 1.365.90 moradores espalhados em 318,675 km² com densidade média de 3.834,51 hab./km² (IBGE, 2018). São cidades que pertencem à Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e tem uma cobertura razoável de serviços de saneamento básico[4], várias regiões dessas cidades com densidades populacionais elevadas e com a cobertura vegetal distribuída de forma desigual (NOBRE et al., 2010).

[4] Por exemplo, a cidade de São Paulo tem um 92,6 dos imóveis adequadamente ligados à rede de esgotamento sanitário e Guarulhos, 88,4% segundo o Censo de 2010 (IBGE).

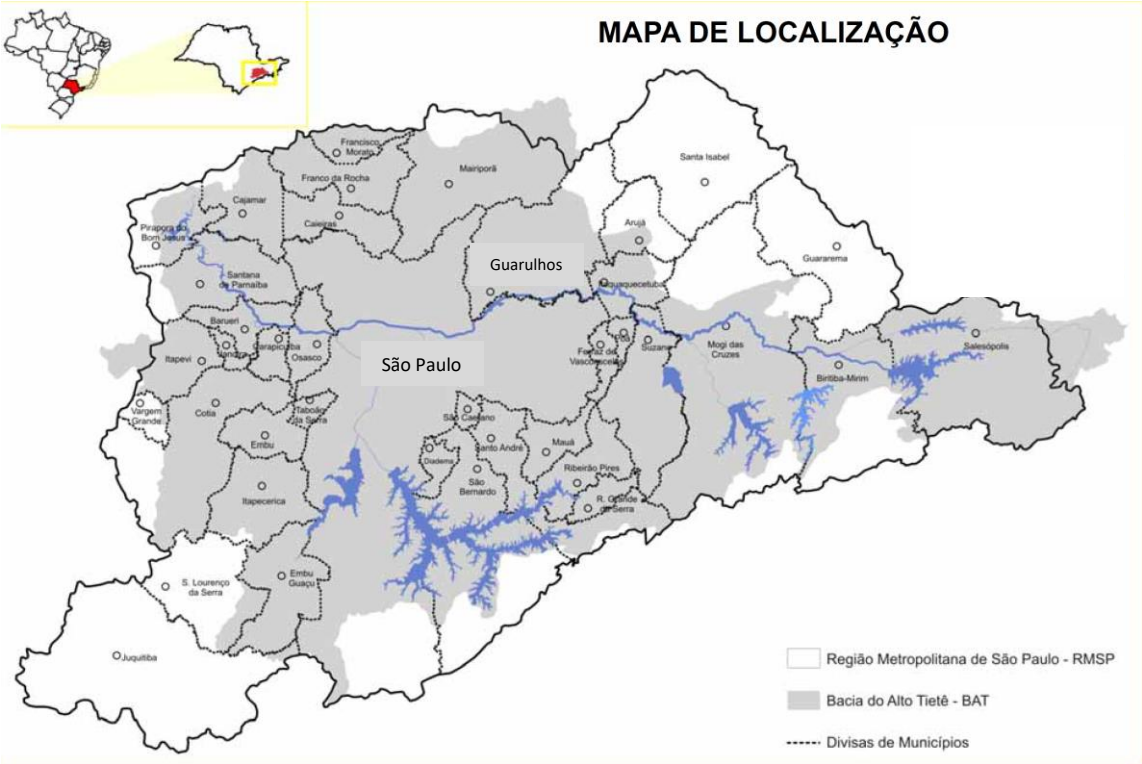

Figura 1: Localização dos municípios de São Paulo e Guarulhos em relação a Bacia do Alto Tietê e Região Metropólitana de São Paulo. Fonte: DAEE (2008).

Dentre os projetos realizados com a aplicação das obras voltadas à gestão de águas urbanas nessa região, destacamos dois, em assentamentos distintos: um bairro de classe média de Guarulhos, em área com cobertura de serviços e infraestrutura urbana e um assentamento precário na zona leste da cidade de São Paulo. Parte dos córregos onde foram realizadas as obras, estavam em áreas densamente ocupadas e comprometidos com uma carga de efluentes oriundos do esgotamento sanitário misturado com a poluição difusa proveniente da drenagem urbana. Em ambos os casos, já havia intervenções sanitárias com a canalização do curso d'água a montante sendo implantando um sistema de separação da vazão seca (de base) dos córregos em questão. A técnica aplicada, a vazão de base, uma das poucas exceções para enfrentamento do problema da poluição difusa, também conhecida como vazão de tempo seco ou a "canalização da Vazão de Base", que por compartimentalizar ao longo do curso d'água as suas águas poluídas de tempo seco (CAMPOS, 2013).

O CASO DA INTERVENÇÃO EM GUARULHOS-SP

O córrego Queromano está situado na Vila Moreira[5], na porção sudoeste da cidade de Guarulhos. Faz parte da Bacia do Canal de Circunvalação[6], localizado à margem direita do Rio Tietê, cujas áreas urbanizadas são as mais antigas de Guarulhos e, dessa forma, seguindo o

[5] A intervenção realizada na Vila Moreira foi uma das demais que foram implantadas na cidade de Guarulhos, como a vazão de base aplicada ao trecho do Córrego Tanque Grande.

[6] Segundo PMG (2008: 47): neste trecho do Tietê, as águas contribuintes da margem direita (Japoneses / Cocaia, Cubas, Cavalos, Queromanos e Itapegica) são interceptadas pelo Canal de Circunvalação, implantado aproveitando grande parte do antigo Leito do Rio Tietê, cujo traçado original era meandrante.

padrão vigente de urbanização do século XX, vários desses córregos foram canalizados, total ou parcialmente e com alguns desses acompanhados de avenidas de fundos de vale ao longo dos córregos Japoneses/Cocaia, Cubas, Cavalos, Queromanos e Itapegica (PG, 2008). Atualmente, segundo o Plano Diretor de Drenagem da Cidade de Guarulhos, essas galerias, os canais e até o próprio canal de Circunvalação que recebe as águas desses afluentes não possuem capacidade de escoar as maiores vazões de cheias, estando sujeito a inundações.

A área onde foi aplicada a técnica de vazão de base foi no trecho de 190 metros que se encontra em canal aberto junto às residências, tendo cerca de 20 famílias residentes em suas margens. Esta obra levou cerca de dois meses onde trabalharam dez funcionários ao longo de todo o processo de recuperação (CAMPOS, 2013; SILVA et al., 2014). Segundo Campos (2013), a intervenção, coordenada pela Secretaria Municipal de Obras envolveu a demolição de um muro junto à Rua Otávio Nunes da Silva no trecho não canalizado do córrego e as obras de implantação da vazão de base que consistiu em canalizar as águas poluídas do córrego e do esgoto utilizando tubulação de PVC (Ø 400 e 200 mm), separando-as da drenagem das águas das nascentes e do lençol freático (como pode ser visto nas figuras 2,3 e 4). Na execução dos trabalhos, Campos (2013) ressalta que a utilização dos tubos de PVC dispensa o uso de maquinários pesados sem a necessidade imediata de remoções das famílias que vivem às margens do curso d'água.

Esta intervenção contou com parcerias estratégicas, que foram estabelecidas com diversos atores da sociedade, potencializando o apoio ao projeto e, ao mesmo tempo, a viabilização de outras atividades sinérgicas. Assim, foram envolvidos nesse projeto, a Secretária Municipal do Meio Ambiente, Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Guarulhos, empresas instaladas no município, entidades do 3º setor como a Associação Brasil Soka Gakkai (BSGI) e a Universidade de Guarulhos (UnG) que apoiaram ações de educação e mobilização ambiental e os mutirões de arborização na área e intervenção (ver Figura 1).

Parceria garante recuperação de córrego poluído na Vila Moreira

22/06/2010 - 15:48

No lugar de entulho, peixes. Esta é a nova realidade do córrego Queromano, na Vila Moreira, depois de ser beneficiado pelo mutirão "Invasão Verde" – uma iniciativa que consiste na limpeza, paisagismo e despoluição dos córregos através da canalização das emissões de esgoto.

Além de ganhar peixes, o Queromano – anteriormente utilizado irregularmente para despejo de entulho – também foram plantadas 22 árvores em suas margens e será totalmente revitalizado.

Desenvolvido pela Prefeitura, em parceria com a Associação Brasil Soka Gakkai e a Universidade Guarulhos (UnG), o "Invasão Verde" será estendido para outros córregos da cidade, já que custa dez vezes menos que uma canalização comum e é ambientalmente mais recomendada por garantir a permeabilização do solo e a arborização.

Figura 2: Noticia do portal da Prefeitura de Guarulhos sobre o mutirão de arborização casado com as obras da vazão de base. Fonte: PG (2010).

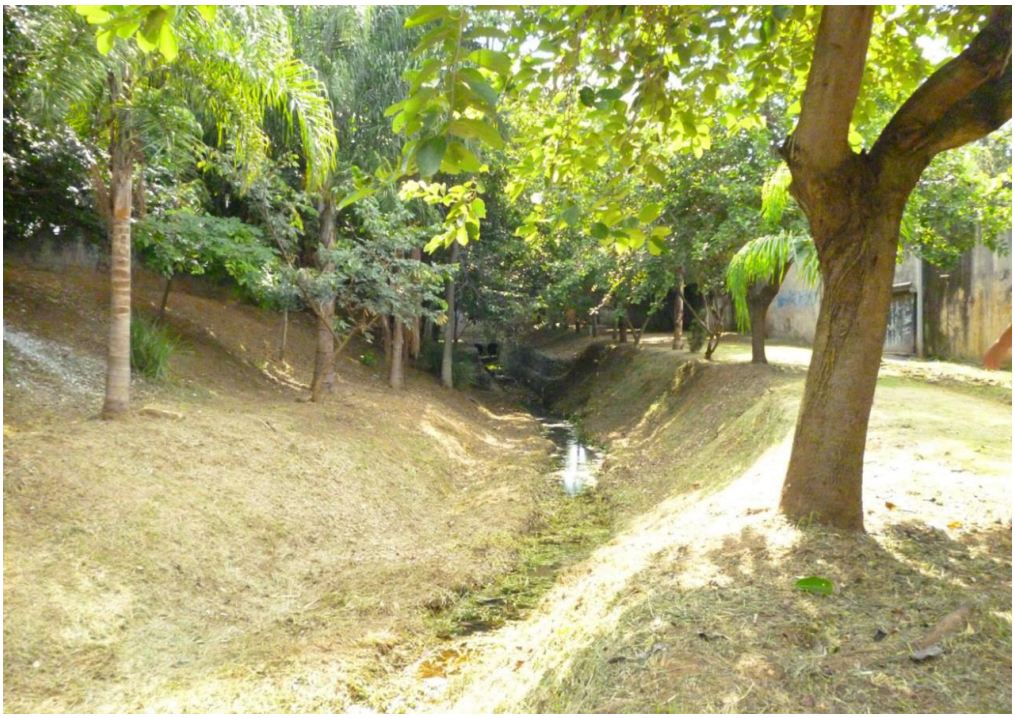

Figura 3: (acima à esquerda) no ponto a montante da intervenção onde o trecho em canal fechado é sucedido pelo trecho em canal aberto e as derivações que foram implantadas separando a drenagem urbana do curso d'água alimentado pelo lençol freático e nascentes existentes (Figura 4). Figura 5: O Córrego Queromano após intervenção. Fonte: Autores.

Figura 6: Fotos da área de intervenção no Córrego Queromano em 2008, pouco antes da revitalização e dez anos depois (Figura 7). Nota-se o aumento considerável das copas das árvores, fruto das ações casas com a implementação da vazão de base. Fonte: Google Earth.

O CASO DA INTERVENÇÃO EM SÃO PAULO, SP

A intervenção em São Paulo se deu no assentamento precário Vila Flávia, no Bairro de São Mateus, zona leste da cidade de São Paulo, onde vivem cerca de 940 famílias. Pelos dados fornecidos pela Secretaria de Habitação da Prefeitura de São Paulo (dados de 28/07/2009),

essa área que está classificada como ZEIS-1, riscos existentes nessa região é de solapamento e sua ocupação foi iniciada em 1967 e ocupa uma área de 45.323,07 m^2. Maior parte desta favela está na área de preservação permanente (APP)[7] do Córrego Canguaras, cuja nascente está canalizada, afluente da margem esquerda do Rio Aricanduva, A sub-bacia do Aricanduva é uma das 78 bacias totalmente contidas no município, de um total de 92 e onde vivem 1.087.322 habitantes (IBGE, 2010) e com uma área de 9.222 hectares onde se encontra 9,7% da população e 12,5% da extensão territorial da cidade de São Paulo. Vale destacar que a Subprefeitura de Aricanduva, área onde está maior parte dessa sub-bacia, tem uma das menores proporções de áreas verdes por habitante: 6,45 m^2/hab. (PSP, 2012).

O processo de antropização dessa APP, não se iniciou com o surgimento dessa favela. O córrego já era o destino dos esgotos e a drenagem urbana daquela localidade. A favela que surgiu no inicio dos anos 1980, segundo Campos (2013).

Em 2016 foram iniciadas as obras para a implantação do canal e da tubulação que conduz por canal fechado a drenagem e o esgoto doméstico, separando-a do leito do córrego, além de passeios e contenções ao longo do curso d'água, uma vez que maior parte desta favela e está sujeito a risco de solapamento, casado com ações de paisagismo (figuras 7 e 8). Essa intervenção resolveu em partes a coleta dos esgotos sanitários a montante do Córrego Canguaras, próximo a sua nascente, estava previsto a sua continuidade até próximo ao Córrego Aricanduva, no entanto não há notícia de que essas obras devam ser retomadas.

[7] Quanto ao conceito de APP, restringimos as que foram objeto de intervenção nos dois estudos de caso que são descritas no artigo 4° da Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa: "Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular; IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta)

Figura 8: Construção do canal e a separação a montante do córrego Canguaras na favela Vila Flávia, São Paulo. Fonte: Campos (2015). Figura 9: Foto do córrego e a tubulação que conduz a drenagem de águas pluviais em paralelo ao curso d'água. Fonte: PSA, 2018.

CONCLUSÕES

Os sistemas de vazão de base implementados em intervenções pontuais nas cidades de São Paulo e Guarulhos, mostra-nos alguns desafios a incorporá-los no processo de planejamento dos sistemas de drenagem pluvial. Mais ainda, assim como se propõem a própria infraestrutura verde, a utilização desses paradigmas nos induz a estabelecer novos procedimentos no processo de planejamento de nossas cidades e na relação com os planos setoriais de saneamento básico com os planos voltados as áreas verdes e os planos habitacionais. Assim como, em outro aspecto, nesse momento em que as respostas dadas pelas engenharias do século XX não são suficientes ante um quadro de grande complexidade, é necessário aplicar a criatividade aos sistemas artificiais para enfrentar os desafios da infraestrutura urbana e operar mais próximos dos processos naturais, notadamente aqueles relacionados à drenagem e à qualidade da água (CORMIER & PELLEGRINO, 2008). E essa criatividade passa também por aperfeiçoar os sistemas consolidados: autores como Zischg et al. (2017) e Dong et al. (2017), mostram que a combinação de infraestruturas verdes e cinzas podem o aperfeiçoar o sistema de drenagem. Por outro lado, com eventos extremos cada vez mais frequentes, gerando incertezas quanto ao futuro, as infraestruturas verdes têm demonstrado maior flexibilidade e resiliência frente a esse quadro (AHERN et al., 2012; ZISCHG et al.,2017; DONG et al. (2017).

No entanto, a compreensão dessas decisões, sobre usar ou não determinadas tecnologias em larga escala, está para além da mera racionalidade técnica, mesmo que pautada pela sustentabilidade, é fundamental para entender o alcance (ou não) de novos paradigmas em países como o Brasil.

As intervenções estudadas podem fornecer orientações ou indicativos para projetos de maior envergadura e também de como atores locais podem ser mobilizados, a partir de seus recursos, na busca de uma transição sociotécnica para um modelo mais sustentável e inclusivo. Esses indicativos, apesar das pequenas escalas das intervenções, mostram potenciais para maiores desdobramentos em políticas públicas de maior escala como, por exemplo, o próprio “Programa Córrego Limpo”, que é desenvolvido em colaboração com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP – e Prefeitura da Cidade de São Paulo. Implantado em 2007, tem a finalidade é a recuperação dos córregos urbanos como estratégia complementar à despoluição dos rios Pinheiros, Tamanduateí e Tietê englobando ações de ampliação e otimização do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitário, limpeza de córregos e suas margens, implantação de parques lineares e urbanização de favelas, envolvendo diversas instâncias do poder público, de acordo com suas responsabilidades (SSRH et al., 2014; PSP, 2018).

Outro fator a ser explorado, que nos mostra seu potencial com o segundo caso, é como casar projetos de IV com a urbanização de favelas, reiterando que, segundo Adegun (2017), formas de assentamento informal e de baixa renda constituem uma proporção crescente do território dos países do Sul Global. E, na maioria dos casos, são essas populações que apresentam maior vulnerabilidade de risco ante os eventos extremos. Tal experiência induz a aprofundar e desenvolver um processo de recuperação da qualidade dos córregos em áreas

onde a cidade formal não chegou. Tome-se como exemplo a cidade de São Paulo que, segundo Travassos e outros (2017: 67) tem um enorme potencial de recuperação socioambiental:

> "..dados de 2017 da Secretaria Municipal de Habitação, é possível observar que do universo de 1.698 favelas no município de São Paulo, 848 se encontram total ou parcialmente sobre áreas de várzea ou sobre o leito de rios, somando aproximadamente 274 mil domicílios, de um total de 386 mil. Ou seja, a principal questão ambiental dos rios de São Paulo hoje está onde a cidade é mais precária."

O processo de recuperação ambiental e social, que reverta ou mitigue um quadro de risco e injustiça ambiental dessas populações, ao mesmo tempo em que se propicie a melhora considerável dos padrões dos corpos hídricos urbanos em cidades como São Paulo e Guarulhos é um fato de suma importância que nos induz também a experimentações, que fazem parte do processo de construção, *safe-to-fail*[8] (AHERN et al., 2012 e DONG et al., 2017) de uma infraestrutura com características peculiares aos diversos ecossistemas, culturas, características urbanas, entre outros, dos países do sul global. Que faça uso de espécies vegetais que possa combinar (ou até substituir) a infraestrutura cinza e, que estabeleça a conexão com outros sistemas que se articulam em uma escala maior.

AGRADECIMENTOS

Este artigo abordou dois estudos de caso que foram projetados e executados pelo Tecnólogo Carlos de Jesus Campos e sua equipe, que nos deu todo o suporte por meio de visitas técnicas às respectivas áreas e no fornecimento de dados empíricos. Sem este apoio este trabalho não seria possível.

Ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (processo 2018/12245-1). O artigo é resultado das atividades do projeto temático, em andamento, "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista, frente a variabilidade climática" processo n.15/03804-9 apoiado pela FAPESP e vinculado ao Programa FAPESP de pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES. Ranking ABES da Universalização do Saneamento, 2018. Disponível em: http://abes-dn.org.br/?p=18603. Consultado em 12 de outubro de 2018.

[8] Para Ahern et al (2012: 39) tal conceito trata daqueles "projetos nos quais as inovações são implementadas e monitoradas atentamente, mas que comportam a real possibilidade de um resultado não esperado, o que é entendido e explicitamente aceito pelas partes envolvidas (Ahern, 2011)".

ADEGUN, O. Sustainable Stormwater management in Johannesburg's informal settlement. Master of Built Environment (Housing) Research Report. University of the Witwatersrand, Johannesburg, 2013.

ADEGUN, O. B. Green infrastructure in relation to informal urban settlements. Journal of Architecture and Urbanism, 41(1), 22–33, 2017. https://doi.org/10.3846/20297955.2017.1296791

AHERN, J. Green infrastructure for cities: The spatial dimension. In: Cities of the Future Towards Integrated. IWA, United Kingdon. p. 267-283, 2007.

AHERN, J; PELLEGRINO, P; MOURA, N.B. Infraestrutura verde, desempenho, estética, custos e método. In: COSTA L.M.S.A.; MACHADO, D.B.P. (org.). Conectividade e resiliência: estratégias de projeto para a metrópole. Rio de Janeiro. Rio Books: PROURB, 2012

BELANGER, P. Landscape as infrastructure. Landscape journal. V. 28 n.1, 2009, p. 75 - 79.

BERLAND, A. et al. The role of trees in urban stormwater management. Landscape and Urban Planning, 162, 167–177, 2017. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017;

BONZI, R.S. Paisagem como infraestrutura. In: PELLEGRINO, P. & MOURA, N.B.M. [org.]. Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri: Manole, 2017.

BRASIL. lei no 12.651, de 25 de maio de 2012. Que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.

Community Design Center University of Arkansas (UACDC). LID - Low Impact Development: a design manual for urban areas. Fay Jones School of Architecture, University Of Arkansas Press/ Fayetteville, 2010.

CAMPOS, C.J. Drenagem Urbana: Canalização da Vazão Poluída de Base. XVII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento da 43ª Assembleia da Associação Nacional dos Serviços Municipais em Saneamento- ASSEMAE. Vitória, 23 de maio de 2013.

CORMIER, N.; PELLEGRINO, P.R.M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. Paisagem e Ambiente: ensaios, São Paulo, nº. 25, p.127-142, 2008.

Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE). Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê. São Paulo, 2008.

DERKZEN, M. L et al. Shifts in ecosystem services in deprived urban areas: Understanding people's responses and consequences for well-being. Ecology and Society, 2017 - 22 (1), 2017. https://doi.org/10.5751/ES-09168-220151;

DONG, X., et al. Enhancing future resilience in urban drainage system: Green versus grey infrastructure. Water Research, 124, 280–289, 2017. https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.038

ENGLEBACK, L. Advance and retreat. Landscape 23e28, 2009.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case study. Research Policy, v. 31, pp. 1257-1274, 2002.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. Research Policy, Amsterdam, n.36, p.399-417, 2007.

GEELS, F.W. The role of cities in technological transitions. Analytical clarifications and historical examples. In: Bulkeley, H., Broto, V.C., Hodson, M., Marvin, S. (Eds.), Cities and Low Carbon Transitions. Routledge, Abingdon, pp. 13–28, 2011.

HODSON, M. & MARVIN, S. Can cities shape socio-technical transitions and how would we know if they were? Research Policy, 39(4), 477–485, 2010. https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.020

HOUGH, M.l. - Naturaleza y Ciudad. Planificación Urbana y Processos Ecológicos. Barcelona, Gustavo Gili, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Disponível em: http://censo2010.ibge.gov.br/ . Consultado em 21 de agosto de 2018

MOMM, S.; TRAVASSOS, L. Caminhos da sustentabilidade urbana: conceitos, técnicas e abordagens na interface entre recursos hídricos e planejamento territorial. In: Ivo Ladwig; Hugo Schwalm. (Org.). Planejamento e gestão territorial: hidrografia e sustentabilidade. 1ed.Florianópolis: Insular, 2016, v., p. 91-110. Disponível em http://docs.wixstatic.com/ugd/c54848_13b61481f8ff4e38b10a936a4b926ee6.pdf

MOURA, N. C. B. The Jaguaré Creek Revitalization Project: Transforming São Paulo through a Green Stormwater Infrastructure. Procedia Engineering, 198 (September 2016), 2017. 894–906. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.165

NOBRE, C. A. et al. Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. INPE; UNICAMP; USP; IPT; UNESP - Rio Claro, junho de 2010.

PINCETL, S. From the sanitary city to the sustainable city: challenges to institutionalising biogenic (nature's services) infrastructure. Local Environment, 15(1), 43–58, 2010.

PIREZ, Pedro. La urbanización y la política de los servicios urbanos en América Latina. Andamios [online]. 2013, vol.10, n.22 [citado 2018-07-01], pp.45-67.

Prefeitura de Guarulhos (PG). Plano Diretor de Drenagem. Diretrizes, Orientações e Propostas. Guarulhos, 2008.

Prefeitura de Guarulhos (PG). Parceria garante a recuperação de córrego da Vila Moreira. Disponível em: http://www.guarulhos.sp.gov.br/index.php?view=article&catid=54%3Ameio-ambiente&id=526%3Aparceria-garante-recuperacao-de-corrego-poluido-na-vila-moreira&tmpl=component&print=1&layout=default&page=&option=com_content&Itemid=108. Consultado em 02 de maio de 2016.

Prefeitura de Santo André (PSA). Secretaria de Habitação e Regularização Fundiária. Relatório de Visita Técnica a Urbanização da Vila Flávia, São Paulo. Santo André, outubro de 2018.

Prefeitura de São Paulo (PSP). Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São Paulo (PMAP-SP) 2012.

Prefeitura de São Paulo (PSP). Programa 'Córrego Limpo' revitaliza cursos d'água na capital. Disponível: http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/ultimas-noticias/programa-corrego-limpo-promove-revitalizacao-de-cursos-dagua-na-capital/. Consultado em 14 de novembro de 2018

QIN et al. The effects of low impact development on urban flooding under different rainfall characteristics. Journal of Environmental Management, 129, 577–585, 2013. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.08.026;

Secretaria Estadual de Saneamento e Recursos Hídricos – SSRH; Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP; Prefeitura do Município de São Paulo – PMSP. PROGRAMA CÓRREGO LIMPO. São Paulo, Dezembro de 2014.

SILVA, J. C.; GALLARDO, A.L.C.F.; MENEZES; C.M.V.M.C.; MENEZES, A.L.C.; PENDLOSKI, C.J.S. Revitalização de Rios e Gestão Pública: O Estudo de Caso de Drenagem Urbana na Cidade de Guarulhos (SP). In: Anais XVII Encontro Internacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente (ENGEMA) [s/l]. 2014. Disponível em: http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/217.pdf. Consultado em: 01 de junho de 2018.

SILVEIRA, A.L.L. Curso de Drenagem Urbana: Aspectos de Gestão - Gestores Regionais de Recursos Hídricos. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 2002.

SUSSAMS, L. W., SHEATE, W. R., & EALES, R. P. Green infrastructure as a climate change adaptation policy intervention: Muddying the waters or clearing a path to a more secure future? Journal of Environmental Management, 147, 184–193, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.09.003

SWYNGEDOUW, E., & KAIKA, M. (2014). Urban Political Ecology. Great Promises, Deadlock… and New Beginnings? Documents d'Analisi Geografica, 60(3), 459–481. https://doi.org/10.5565/rev/dag.155

TRAVASSOS, L.; PENTEADO, C. L. C.; FORTUNATO, I. Urbanização desigual: rios, mídia e modernização ecológica In: Espacio Abierto Cuaderno Venezolano de Sociología Vol.26 No.2 (abril - junio, 2017).

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. Estud. av., São Paulo, v. 22, n. 63, 2008 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007&lng=en&nrm=iso. Access on 30 July 2012.

TZOULAS, C. et al. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. Landscape Urban Plann. 81 p.167–178. [S.l.] 2007.

ZISCHG, J. et al. Info-Gap robustness pathway method for transitioning of urban drainage systems under deep uncertainties. Water Science and Technology, 76(5), 1272–1281, 2017. https://doi.org/10.2166/wst.2017.320

ZHOU, J., et al. Sustainability. Water Environment Research (Vol. 81). 2009. https://doi.org/10.2175/106143009X12445568399938.