

IX-062 – SUSTENTABILIDADE DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

Renato Castiglia Feitosa⁽¹⁾

Doutor em Engenharia Costeira e Oceanográfica (COPPE/UFRJ). Tecnologista Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz.

Marcelo Motta Veiga⁽²⁾

Professor e pesquisador da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz. Professor Associado da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Endereço⁽¹⁻²⁾: Rua Leopoldo Bulhões, 1480/5º andar - Manguinhos, Rio de Janeiro. CEP: 21041-210: renatocf@ensp.fiocruz.br

RESUMO

A drenagem urbana é parte fundamental no saneamento básico. Sistemas de drenagem insuficientes e/ou ineficientes impactam direta ou indiretamente a saúde pública, seja pelo carreamento de poluentes e contaminação de corpos d'água, ou pela promoção de condições propícias para proliferação de vetores causadores de doenças. Entretanto, quando estes sistemas são concebidos de forma correta, menores são os riscos associados à saúde e a contaminação do meio. A simples existência de redes de drenagem capazes de esgotar as águas pluviais do meio urbano possui impacto significativo no saneamento ambiental, visto que o grau de contaminação dessas águas é significativamente inferior ao das águas residuais, não demandando gastos permanentes com tratamento destas águas. Adicionalmente, os sistemas de drenagem são parte integrante do sistema viário urbano, e devem ser dimensionados anteriormente as edificações. Este estudo mostrou que a tarifação do serviço de drenagem baseado meramente na taxa de impermeabilização do terreno não é viável. Deve se levar em consideração que a implantação dos sistemas de drenagem demandam apenas o custo inicial de implantação e gastos esporádicos relacionados à sua manutenção preventiva. Adicionalmente, considerando que os índices de cobertura de coleta e tratamento de esgotos na maioria dos municípios está muito aquém do desejável, garantir financiamento através da cobrança por serviços de drenagem seria um desrespeito a hierarquia de investimentos públicos.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana, Sustentabilidade, Águas pluviais, Tarifação.

INTRODUÇÃO

O número de pessoas afetadas por desastres naturais vem aumentando significativamente, com a maioria dos impactos ocorrendo dentro das cidades. Mais de 90% desses eventos extremos estão relacionados à falta (11%) ou ao excesso água (50%). As inundações (15%) e as secas (42%) representam uma grande quantidade de mortes decorrentes de desastres naturais. Portanto, deve-se melhorar a gestão das águas urbanas para prevenir impactos e promover a saúde humana, o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental (UNEP, 2017).

Instalações sanitárias são instrumentos de prevenção em saúde pública. Uma parte substancial da população global ainda não tem acesso garantido a abastecimento de água potável e a serviços de sanitários básicos, que devem ser fornecidos por meio de uma infraestrutura artificial. Reconhecidamente, os serviços de abastecimento de água, manejo de águas pluviais e de esgotos (SRA) geram benefícios substanciais para a saúde pública, a economia e o meio ambiente. A Organização Mundial da Saúde (WHO) estimou que, para cada US\$1,00 investido em SRA há um retorno de US\$5,50, reduzindo os gastos em saúde, aumentando a produtividade do trabalho e minimizando o número de mortes prematuras (WHO, 2012).

A escassez de água afeta mais de 40% da população mundial e mais de 80% dos esgotos são despejados diretamente no ambiente sem qualquer tratamento. O Programa de Monitoramento Conjunto da WHO/UNICEF para o Abastecimento de Água e Saneamento (JMP) mostrou que um bilhão de pessoas no mundo ainda permanecem sem abastecimento de água regular e cerca de 2,3 bilhões de pessoas também continuavam sem acesso a instalações sanitárias elementares. A universalização dos serviços relacionados à água (SRA) ainda permanece como um dos maiores desafios para os governantes mundiais (WHO & UNICEF, 2017).

A inadequação dos serviços relacionados à água (SRA) causa diversas doenças: provocadas pela ingestão de água poluída; transmitidas por vetores nascidos em ecossistemas aquáticos; ou causadas por bactérias/parasitas relacionados à falta de higiene. Globalmente, mais de 2 milhões de pessoas são infectadas por parasitas e/ou morrem a cada ano por doenças relacionadas à falta de serviços de SRA. No entanto, os maiores impactos de problemas relacionados à água atingem desproporcionalmente os países (centrais e periféricos) que, particularmente são potencializados, nas crianças e nas populações mais pobres. A estratégia da ONU para aumentar o acesso aos SRA foi responsabilizar os governos locais pelo cumprimento de obrigações básicas associadas a direitos humanos, intensificando progressivamente as políticas públicas direcionadas a grupos mais pobres e marginalizados (WHO & UNICEF, 2017; WWDR, 2003).

Em zonas propensas a inundações, especialmente em áreas urbanas, o aumento no escoamento de águas pluviais pode gerar um enorme impacto ambiental, porque grande parte da chuva não pode mais ser absorvida pelo solo. A água da chuva escoar mais rápido, impactando a qualidade e a quantidade das fontes de água para consumo humano. Diversos estudos apontaram como a gestão das águas urbanas se tornou um problema sistêmico complexo que exige uma abordagem integrada para atender às necessidades dos usuários, controlar a poluição e evitar enchentes. Quando adequadamente gerenciados, os ecossistemas aquáticos podem ajudar a aumentar a resiliência natural do ambiente (WMO, 2008; Morrison et al, 2017; OPW, 2009; Unesco, 2009).

No ciclo natural da água, uma parte da precipitação pluvial escoar atingindo os sistemas hídricos rapidamente. Uma outra parte da precipitação pluvial se infiltra no solo. Uma parcela dessa água é retida pelo solo e pelas plantas; outra parte percola até os sistemas subterrâneos, recarregando aquíferos. Depois, essas águas se direcionam para o oceano mais próximo. No ciclo construído para água urbana, obras de engenharia se estendem sobre grandes áreas. Os serviços de abastecimento de água retiram água bruta de fontes naturais. Águas residuais tratadas e ou não tratadas são lançadas no meio ambiente. Nas áreas urbanas, parcelas significativas dos solos são compactadas e impermeabilizadas; o escoamento de águas pluviais aumenta e a percolação de água nos solos diminui.

Muitas cidades integram seus sistemas de esgoto com o de águas pluviais. Nesse tipo de sistema sem separação absoluta, o escoamento da água de chuva e do esgoto doméstico compartilham as mesmas vias de escoamento. Esses sistemas são mais simples de serem operados e tem custos de operação e de implantação menor. Entretanto, elevam os riscos de impactos ambientais, pois precipitações pluviais intensas podem superar a capacidade das estações de tratamento, resultando em água não tratada sendo descartada diretamente no meio ambiente. Sempre que a água da chuva é misturada ao esgoto doméstico, há necessidade de tratamento antes da descarga final nos sistemas hídricos.

No entanto, a maioria das cidades modernas não utiliza mais sistemas sem separação absoluta, contando com sistemas dedicados para escoamento exclusivo de águas pluviais, através de uma infraestrutura absolutamente independente. Estes sistemas com separador absoluto possuem instalação e operação mais complexa e custosa, tendo necessidade de garantir uma maior quantidade de recursos orçamentários. Nesse sentido, o financiamento dos serviços públicos de drenagem e de manejo de águas pluviais passa a competir com outras demandas públicas que, normalmente, tem maior prioridade, o que resulta em subfinanciamento.

As restrições orçamentárias governamentais e as crescentes demandas populacionais impõem uma severa competição sobre os recursos públicos. Os patronos da tarifação dos serviços de drenagem defendem que a gestão de águas pluviais não consegue competir com outros investimentos relativos as necessidades públicas fundamentais (saúde, educação, água, esgoto, transporte e segurança), considerados de maior prioridade. Este é o único argumento que justifique a necessidade de criação de um sistema de financiamento específico para os serviços de águas pluviais, especialmente em locais que não são propensos a graves enchentes e inundações.

Nesse sentido, apesar de controverso do ponto de vista jurídico e técnico, muitos municípios buscaram a sustentabilidade financeira dos serviços públicos de manejo de águas pluviais urbanas através da criação de fundos específicos obtidos pela cobrança dos usuários de forma vinculada pelo serviço de drenagem. Desta forma, garante-se os recursos necessários para cobrir os custos de implementação e de operação dos serviços de drenagem evitando a competição orçamentária com outros investimentos (Porse, 2013; Kalman e Lund, 2013; Visitation et al, 2009; Wang et al, 2017).

Porém, considera-se que haveria uma indesejável interferência no processo de tomada de decisão dos gestores públicos de forma a preferir o financiamento da gestão de águas pluviais em detrimento de outros investimentos

mais relevantes. Por isso, este estudo se propôs a analisar se a cobrança por serviços de drenagem em locais com outras demandas prioritárias de serviços públicos de saneamento seria ineficiente tecnicamente, além de desrespeitar o poder discricionário e decisório do gestor público local.

A metodologia utilizada nesse estudo exploratório foi buscar um arcabouço teórico (técnico, jurídico e econômico) capaz de analisar a eficiência da hierarquização dos investimentos prioritários nos serviços públicos relacionados a água (abastecimento de água; esgotamento sanitário; e drenagem). Neste estudo, o escopo limitou-se a sistemas de manejo de águas pluviais com separação absoluta e que não necessitem receber qualquer tratamento adicional antes da liberação final no meio ambiente. Nesses sistemas, o principal benefício esperado é difuso e está relacionado ao controle de enchentes.

A DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS

A Lei 11.445/07 estipula que o saneamento básico é um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais para abastecimento de água potável, esgoto, gestão de resíduos sólidos e gestão de águas pluviais urbanas. As redes de drenagem urbana são consideradas como um serviço público que também engloba sua limpeza e inspeção preventiva.

O ciclo hidrológico representa o movimento da água na natureza. Como sistema fechado, a água vai da atmosfera para a superfície terrestre, através de processos de precipitação e infiltração, e retorna para mesma por evapotranspiração. O ciclo hidrológico compreende quatro estágios diferentes: Evaporação, precipitação, infiltração e escoamento. O processo de urbanização modifica o equilíbrio original entre essas quatro etapas. Alterações no microclima local podem alterar as taxas de precipitação e, assim, todos os outros estágios do ciclo hidrológico. Além disso, a intensa ocupação do solo diminui as taxas de infiltração, incrementando as taxas de escoamento superficial.

A bacia hidrográfica é a região delimitada topograficamente, onde toda a água precipitada converge para uma saída comum que compreende dentro dos seus limites: lagos, córregos, rios, e águas subterrâneas. As ações antrópicas promovem mudanças ao longo de toda a bacia hidrográfica. Conseqüentemente sistemas de drenagem urbana tornam-se necessários para realizar artificialmente o trabalho da natureza através do uso de dutos e canais.

Ambientes construídos precisam ser drenados, de modo a evitar o contato humano com águas servidas e pluviais. A insuficiência e/ou ineficiência das redes de drenagem remete à inundações, e riscos associados à saúde, uma vez que as águas pluviais poder carrear poluentes atmosféricos ou superficiais. O escoamento superficial depende fundamentalmente da duração da precipitação e do tipo de cobertura superficial.

De acordo com Butler e Davies (2004) no meio urbano, os sistemas de drenagem são necessários levando-se em conta a interferência da urbanização no ciclo hidrológico. A influência antrópica compreende o uso de água para abastecimento e as alterações no uso e ocupação do solo. As águas de abastecimento retornam ao ambiente como águas servidas, e as águas precipitadas, em maior volume devido à diminuição das taxas de infiltração, como águas pluviais. Em termos de impacto na saúde, as águas servidas contém poluentes microbiológicos e químicos. As águas pluviais podem também ser nocivas de função do carreamento de poluentes depositados nas superfícies pelas quais escoam.

Em relação à água a ser drenada em ambientes urbanos, existem basicamente dois tipos de sistemas convencionais. O sistema unitário onde águas residuais e pluviais são transportadas unicamente por uma tubulação, e o sistema separador absoluto onde essas águas correm em tubulações separadas.

No sistema separador absoluto, a água da chuva não se mistura com as águas residuais e pode ser descarregada no curso de água num ponto conveniente, sem um considerável impacto ambiental. No entanto, é importante considerar que, dois conjuntos de tubulações são necessários. Além dos custos, o inconveniente do sistema separador absoluto está relacionado à contaminação das águas pluviais por poluentes depositados nas superfícies. Entretanto, vale a pena ressaltar que, comparativamente aos sistemas unitários, a carga de poluentes no ambiente sob condições de fortes chuvas é consideravelmente menor. O sistema separador absoluto é amplamente utilizado, especialmente em regiões com níveis pluviométricos consideráveis. As redes de

esgotamento sanitário dependem diretamente do tamanho da população a ser fornecida, enquanto as redes de drenagem consideram o regime de precipitação e as taxas de escoamento superficiais.

Durante a condição de tempo seco, os sistemas unitários escoam apenas águas residuais. No entanto em eventos de precipitação, há um aumento considerável vazão transportada pelo incremento da vazão pluvial. É importante ressaltar que, sob condições precipitações intensas, a vazão pluvial nos esgotos pode ser de cinquenta a cem vezes maior do que o fluxo médio de esgoto. Uma desvantagem dos sistemas unitários é o aumento considerável da vazão afluente às estações de tratamento de esgotos, que pode tornar inviável o tratamento de grandes volumes (Butler e Davies, 2004).

As redes de drenagem possuem grande importância no planejamento urbano e devem ser planejados antes do assentamento da cidade, levando em consideração as características das bacias hidrográficas, o sistema viário e os tipos atuais e futuros de uso e ocupação do solo. Deste modo, as redes de macrodrenagem devem ser projetadas de modo a comportar descarga pluviais que levam em consideração toda a área contribuição da bacia hidrográfica.

Os projetos de drenagem de águas residuais e de águas pluviais são de concepção bastante distinta. Os sistemas de drenagem de águas residuais são calculados baseado no tamanho da população atendida, enquanto os sistemas de drenagem de águas pluviais estão vinculados primariamente, à condição climática e, secundariamente, à taxa de ocupação humana que pode alterar a infiltração no solo e, conseqüentemente, as taxas de escoamento.

ANALISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversos estudos comprovaram que a combinação de mudanças climáticas e de planejamentos urbanos inadequados tornaram as inundações como eventos quase inevitáveis. Além disso, muitas cidades se desenvolveram e cresceram em áreas propensas a inundações. À medida que os riscos de inundação se intensificam, a gestão de águas pluviais tornou-se uma necessidade pública (WMO, 2008; Morrison et al, 2017; OPW, 2009; Unesco, 2009).

A cada evento extremo, somos lembrados dos desafios de resiliência que afetam as áreas propensas a inundações. As infraestruturas de águas pluviais para controlar as cheias são projetadas de acordo com um comportamento ambiental esperado. Contudo, é inviável para qualquer comunidade construir um sistema de proteção contra inundações que possa forçar grandes volumes de água em períodos curtos.

A escassez de recursos financeiros e as crescentes necessidades ambientais a nível global exigem cada vez maiores cuidados com investimentos em serviços relacionados à água. Nesse cenário restritivo, priorizar políticas públicas é fundamental. A priorização de investimentos de saneamento é um processo complexo, baseado em informações e inerentemente político. As crescentes necessidades públicas são limitadas pela diminuição dos fundos orçamentários. Fatores políticos ponderam informações técnicas, jurídicas e econômicas para orientar o processo de tomada de decisão (OCDE, 2011).

Os investimentos em saneamento possuem uma hierarquia socioeconômica considerando a relação custo-benefício. Os benefícios de investimentos visando um aumento na cobertura de água potável excederia seus custos em 50 vezes. Enquanto isso, a relação custo-benefício nos investimentos em esgotamento sanitário cai para seis vezes. A relação custo-benefício dos investimentos em drenagem produziria resultados inferiores ao esgotamento sanitário. Essa hierarquia socioeconômica dos investimentos é ratificada pela absoluta dominância dos novos investimentos em abastecimento de água em relação aos demais investimentos em saneamento (WHO, 2012).

Apesar de qualquer interferência na hierarquia de investimentos em saneamento poder gerar intervenções ineficientes, alguns gestores tentam garantir fundos para sistemas de drenagem de águas pluviais. Normalmente, essa garantia de fundos se dá pela tarifação dos serviços utilizando a área impermeabilizada como parâmetro. Planejadores urbanos assumem que a impermeabilização dos solos é a principal causa das inundações. Por isso, defendem a utilização da área impermeabilizada dos terrenos como parâmetro de cálculo para tarifação dos serviços de drenagem, o que contraria a hierarquia de investimentos pela prioridade.

Contudo, a avaliação da contribuição das propriedades privadas, tais como casas, edifícios, lojas, etc. em sistemas de drenagem de águas pluviais como um todo, é uma tarefa complexa. Os padrões que regulam as taxas de fluxo de escoamento variam substancialmente no espaço e no tempo: Diferentes volumes de precipitação que produziram diferentes taxas de escoamento podem ocorrer simultaneamente em áreas adjacentes; Tipos de solo variam em espaço e profundidade, o que causa mudanças nas taxas de infiltração não apenas espacialmente, mas também ao longo do tempo; e o uso e a ocupação do solo variam de propriedade para propriedade. Além disso, muitas propriedades armazenam águas pluviais para que possam ser reutilizadas em jardins ou outras atividades; e algumas propriedades podem usar sistemas vegetados (telhados verdes) que retêm águas pluviais. Esta água retida volta à atmosfera através do processo de evapotranspiração, e não pelas redes de drenagem.

Adicionalmente, é importante considerar que os sistemas viários contribuem substancialmente como uma vazão de escoamento a ser drenada, e compreendem uma área pública cuja concepção das suas redes de drenagem não pode ser projetada sem considerar todo o seu entorno, estando este edificado ou não. Isto é, considerando que no planejamento urbano, a implantação do sistema viário é anterior as edificações, entende-se que o mesmo já esteja projetado para drenar integralmente a região, considerando de antemão o escoamento das áreas futuramente edificadas.

Outro ponto a ser considerado é que nos sistemas separadores absolutos as águas pluviais escoam separadamente, das águas residuais, aos corpos d'água sem tratamento. Tal fato remete a consideração de que as redes de drenagem demandam apenas o custo inicial de implantação e gastos esporádicos relacionados à manutenção preventiva destas redes. Vale ressaltar que os sistemas de drenagem devem ser considerados como elementos de infraestrutura urbana e não como uma prestação de serviço efetivo, entendendo, deste modo que a cobrança por este serviço não se justifica. Adicionalmente, considerando que a parcela nacional de coleta e tratamento de esgotos cobrados como serviço à população está muito aquém do desejável, entende-se que a cobrança pelos serviços de drenagem embasado no tratamento das águas pluviais seja fato a ser refutado.

Finalmente, a tarifação dos sistemas de águas pluviais levanta controvérsias jurídicas, porque taxa (tributo) é uma quantia exigida compulsoriamente para cobrir serviços públicos que possam ser individualizados em termos de seus custos e de seus benefícios. No entanto, os benefícios do controle de inundações são difusos, não podendo ser individualizados. Além disso, há uma inadequação técnica sobre o método utilizado para individualização dos custos com base na contribuição impermeável do escoamento de águas pluviais, como foi demonstrado (NAFSMA, 2006).

Reitera-se que, algumas características necessárias às taxas não são encontradas na tarifação dos serviços de drenagem: não discriminatórias, voluntárias e razoáveis para os custos / benefícios individuais. Na maioria dos serviços de drenagem nenhuma dessas características está presente. Esse tipo de serviço público (águas pluviais) beneficia a todos de forma indiscriminada e seus custos são praticamente impossíveis de serem individualizados. Por isso, os tribunais têm decidido que tarifação de usuários em serviços públicos só é possível se os benefícios são específicos, o que não se aplica aos serviços de manejo de águas pluviais com benefícios universais e custo não individualizáveis (NAFSMA, 2006).

Logo, o gerenciamento de águas pluviais através de sistemas de drenagem com separador absoluto são serviços que fornecem benefícios universais (impossíveis de serem individualizados) e, por conseguinte, deve ser fornecido independente de qualquer pagamento. Além do mais, é um serviço que não pode ser realmente medido, nem mesmo estimado com base na superfície impermeável. Assim, a gestão de águas pluviais são bens públicos que só podem ser financiados por impostos, que compõem, de forma desvinculada, o orçamento público.

Portanto, a sustentabilidade financeira do serviço de drenagem ou de disponibilidade de infraestrutura baseado na cobrança de taxa de impermeabilização do terreno não encontra qualquer respaldo técnico ou jurídico. No Brasil, assim como em muitos dos países periféricos, a cobertura por esgotamento sanitário está longe de ter índices aceitáveis. Deste modo, a tarifação como forma de priorizar financeiramente os serviços de manejo de águas pluviais não encontra respaldo nem nos aspectos morais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O número de desastres naturais associados a má gestão das águas urbanas aumentou significativamente. Eventos relacionados as águas representam setenta por cento do total de mortes por desastres naturais. Sistemas de

drenagem de águas pluviais são intervenções para controlar inundações. A maioria dos serviços de manejo de águas pluviais é projetada como sistemas centralizados convencionais. Normalmente, em sistemas de drenagem separados, não há custos associados ao tratamento de águas pluviais. A água da chuva é separada das águas residuais, sendo transportada diretamente para cursos de água. Logo, os principais custos esperados nos sistemas de drenagem com separador absoluto são de instalação, que ocorrem na implantação da infraestrutura e precisariam apenas ser financiados em novas intervenções e expansões.

Este estudo analisou a sustentabilidade financeira dos serviços públicos de manejo de águas pluviais visando controle de inundação por meio de sistemas separados de drenagem. Os investimentos em drenagem são de menor prioridade, quando comparados com outros investimentos públicos, resultando serviços públicos subfinanciados. Nesse sentido, operar os serviços de drenagem através de tarifação dos usuários seria uma solução de financiamento.

Garantir financiamento para qualquer serviço público tem se tornado cada vez um desafio orçamentário maior, pois qualquer nova demanda financeira concorre com muitas necessidades públicas crescentes e disponibilidades financeiras decrescentes. Na maioria dos países periféricos, ainda existe uma lacuna de acesso em serviços de saneamento. Acesso a água potável e esgotamento sanitário reduz os riscos à saúde e aumenta a produtividade do trabalho. À medida que essa lacuna diminui, o retorno esperado dos investimentos em saneamento vai se reduzindo. A taxa marginal de retorno das intervenções em saneamento também diminui à medida que a complexidade das ações aumenta, indicando um menor retorno relativo dos serviços de drenagem. Mesmos em países centrais, investimentos em abastecimento de água e esgotamento sanitário costumam gerar os maiores benefícios econômicos, ambientais e sociais do que os serviços de drenagem.

No entanto, nos países centrais, os investimentos em saneamento de maior retorno já foram feitos: foi gerado acesso universal à água potável, cobertura satisfatória de esgotamento e nível aceitável de tratamento de águas residuais. Enquanto que nos países periféricos, os investimentos em saneamento ainda podem ter elevados coeficientes de custo-benefício nas intervenções.

Onde há tarifação dos serviços de drenagem, estas são impostas a cada propriedade em função de sua superfície impermeabilizada. Superfície impermeável pode desempenhar um papel fundamental em eventos de inundação. No entanto, a redução de superfícies impermeáveis não é a solução mais eficiente para controlar inundações urbanas. Há muito foco nos pavimentos (superfícies impermeáveis) e pouca atenção na melhoria do transporte de água. Mesmo após as reduções do escoamento de água, grandes quantidades de água da chuva ainda seriam transportadas muito rapidamente em superfícies impermeáveis (por exemplo, tubos e canais de concreto).

As melhores soluções de manejo de águas pluviais devem tentar usos alternativos próximos para água drenada. Um sistema de drenagem sustentável deve recuperar as águas pluviais para reutilização, adicionar vegetação, usar tecnologias inovadoras, construir sistemas de transferência locais, fornecer água para usos alternativos e reduzir a necessidade de água potável fornecida pela concessionária.

Algumas instituições municipais tentam garantir fundos para intervenções de drenagem em sistemas que são considerados de menor prioridade e rentabilidade. A tarifação dos serviços de águas pluviais não encontra nenhum argumento aceitável. A maioria dos municípios que ainda possui gap nos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário deve investir na redução do déficit desse acesso. Não se deve obrigar governos locais a investirem seus escassos recursos em intervenções de baixa rentabilidade. Além disso, estabelecer a tarifação da drenagem através da cobrança obrigatória para serviços que forneçam benefícios universais e custos não passíveis de individualização é uma aventura jurídica. Por isso, os serviços de drenagem devem ser financiados por recursos públicos orçamentários originados por impostos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) e à Fundação para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Saúde (Fiotec) pelo suporte e apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BUTLER D; DAVIES JW. Urban drainage. Spon Press, London. 2004.
2. KALMAN, O; LUND, JR. Benefit–Cost Analysis of Stormwater Quality Improvements. Environmental Management Vol. 26, No. 6, 2000, pp. 615–628.
3. MORRISON, A; WESTBROOK, CJ; NOBLE, BF. A review of the flood risk management governance and resilience literature. J. Flood Risk Management. doi:10.1111/jfr3.12315 – 2017.
4. NAFSMA - National Association of Flood and Stormwater Management Agencies Guidance for Municipal Stormwater Funding. Prepared by. Under Grant Provided by Environmental Protection Agency. January 2006. (NAFSMA, 2006)
5. OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development. Benefits of Investing in Water and Sanitation: An OECD Perspective, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264100817-en>. 2011.
6. OPW - The Office of Public Works. Government of Ireland. The Planning System and Flood Risk Management. Guidelines for Planning Authorities. November 2009.
7. PORSE, EC. Stormwater Governance and Future Cities. *Water*, 5, 29-52; doi:10.3390/w5010029. 2013
8. UNEP - United Nations Environment Program. Water-related Disasters. Accessed in Aug 2017. <http://www.unep.org/ecosystems/freshwater/priorities/water-related-disasters>.
9. UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Flood Risk Management. A Strategic Approach. 2009.
10. VISITACION, BJ.; BOOTH, DB.; STEINEMANN, AC. Costs and Benefits of Storm-Water Management: Case Study of the Puget Sound Region. J. Urban Plann. Dev., 135(4): 150-158. 2009
11. WANG, M; SWEETAPPLE, C; FU, G; FARMANI, R; BUTLER, D. A framework to support decision making in the selection of sustainable drainage system design alternatives. Journal of Environmental Management. 2017. Pages 145-152. 2017.
12. WHO - World Health Organization. Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. WHO/HSE/WSH/12.01. WHO Press, World Health Organization, Geneva, Switzerland. 2012.
13. WHO & UNICEF - World Health Organization and the United Nations Children’s Fund. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. 2017.
14. WMO - World Meteorological Organization . Urban Flood Risk Management. A Tool for Integrated Flood Management. Associated Programme on Flood Management. APFM Technical Document n.11. March 2008.
15. WWDR - UN World Water Development Report. Water for People, Water for Life - 2003.