

CONSEQUÊNCIAS DA INEFICIÊNCIA DOS PROJETOS DE DRENAGEM URBANA: UM DIAGNÓSTICO DO CARREGAMENTO DE SEDIMENTOS CAUSADORES DE MALEFÍCIOS À SAÚDE HUMANA

Andréia Monique Lermen¹; Naiara Jacinta Clerici²; Dinalva Schein³; Carolina Smaniotto Fronza⁴; Mateus Vinicius Reis⁵

ABSTRACT – Humanity since its beginnings depends on the availability of quality water for public supply. Nowadays, the inefficiency of urban drainage projects, especially in the rainy periods, causes a series of problems, which can be solved as long as there is sustainable environmental management. In the face of many natural disaster events in Brazil, there is an increasing need to seek new alternatives for the management of rainwater. In this way, the objective was to carry out a study regarding the dragging of sediments, arising from floods and runoff, also addressing the harm to human health that they may cause. This study was carried out through a brief bibliographic review through the platforms Portal Periódicos Capes and Scopus, where the descriptors "urban drainage", "human health" and "environmental solutions" were used to find works related to the theme. Through the literature, it was possible to carry out a discussion regarding the harm to human health caused by the carrying of sediments. Sediments containing heavy metals, many nutrients, hydrocarbons, among other substances are carried through runoff to bodies of water, bringing consequences that result in contamination or decrease in the quality of water resources, thus affecting human health. When there is not a correct and adequate urban drainage system, water accumulation occurs, causing the proliferation of diseases such as diarrhea, leptospirosis, cholera and amoebiasis caused by microorganisms present in the sewage, which are consequently washed away with excess water. In this sense, there is a need for sustainable technological solutions that provide the retention and subsequent appropriate treatment of these harmful compounds to human health.

Palavras-Chave – Drenagem Urbana; Saúde Humana; Soluções ambientais.

¹) Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, andreiamoniqueclermen@hotmail.com, (55) 9 8107-4426

²) Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, naiaraj.clerici@gmail.com, (55) 9 9981-3493

³) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, dinalvaschein@hotmail.com, (55) 9 9977-6826

⁴) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, carolsmaniottof@gmail.com, (55) 9 9608-8240

⁵) Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, mateusvreis@hotmail.com, (55) 9 9957-9711

1 - INTRODUÇÃO

A drenagem urbana é um segmento essencial para o planejamento eficiente frente ao crescimento exponencial das cidades e para o manejo dos problemas ambientais causados pela ocupação dos espaços urbanos (Martins, 2017). Um sistema de drenagem urbana eficiente deve ser capaz de recolher as águas superficiais de uma região e guiar a um destino final, diminuindo problemas de alagamentos, inundações, erosão e sedimentação, melhorando a qualidade de vida da população e assegurando o bem-estar social (Souza, 2013).

Quando o sistema de drenagem urbana é sobrecarregado ou ineficaz no manejo das águas superficiais, e há a impermeabilização do solo devido a urbanização, os efeitos no meio são a diminuição do tempo de concentração, a aceleração do escoamento superficial, o arraste de sedimentos e vazões maiores, levando ao acúmulo de água e, conseqüentemente, à enxurradas, enchentes, alagamentos de áreas e inundações de locais próximos a corpos d'água (Martins, 2017; Tasca *et al.*, 2018).

As inundações, alagamentos e o arraste de sedimentos são problemas per se, uma vez que atingem, majoritariamente, comunidades onde os habitantes são mais vulneráveis, acarretando avarias econômicas, ambientais e sociais (Portela *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2010). No entanto, além desses problemas, também são responsáveis por causar danos a saúde da população, visto que são vetores de contaminação de doenças de veiculação hídrica, ou seja, atuam como veículos de patógenos ou como meio de desenvolvimento dos mesmos (Aguar *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2010). Quando há a ocorrência de incapacidade do sistema de drenagem urbana e problemas com acúmulo de água, surgem as doenças conseqüentes desse novo cenário não ideal, como a diarreia, leptospirose, cólera e amebíase, que tendem a eclodir em surto. Muitas dessas doenças são mais propensas a surgir devido à falta de coleta de esgoto e de resíduos sólidos, que ao serem carregados ou inundados pelo excesso de água devido a ineficiência da drenagem instalada, transportam consigo bactérias, vírus e pequenos parasitas patogênicos capazes de causar infecções (Auld *et al.*, 2004; Gray, 2014).

Além de microrganismos patogênicos, uma drenagem urbana ineficiente também é responsável pela poluição difusa de corpos d'água. O arraste de sedimentos tóxicos, como metais pesados e de resíduos sólidos urbanos, ricos em matéria-orgânica, durante períodos de enxurrada e de inundações é um dos principais responsáveis pela contaminação de lagos, rios e bacias. Esses sedimentos e resíduos afetam diretamente a qualidade da água e, devido à falta de um sistema de saneamento básico eficaz e abrangente, a população que necessita consumi-la fica suscetível a doenças (Poletto e Martinez, 2011; Righetto *et al.*, 2017).

No Brasil, por exemplo, de acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) de 2008, estima-se que a 94,46 % dos municípios brasileiros apresentam algum tipo de sistema de drenagem urbana para o manejo de águas pluviais, no entanto não há informação sobre o percentual de cobertura desses sistemas e tampouco acerca da eficiência dos mesmos (IBGE, 2010). No entanto, destaca-se que a drenagem urbana brasileira é fruto de um planejamento posterior ao problema, uma vez que é usualmente projetado para solucionar problema em regiões que já estão urbanizadas (Villanueva *et al.*, 2011). De acordo com o diagnóstico de drenagem urbana e manejo de águas pluviais divulgado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), cerca de 209.500 pessoas foram afetadas por eventos hidrológicos ocorridos em 2018 e mais de 149.000 pessoas ficaram desabrigadas ou desalojadas neste período (Brasil, 2019). Esse planejamento *posteriori* elucidada a ineficiência do sistema de drenagem urbana brasileira e justifica os desastres hidrológicos decorrentes do mesmo.

Portanto, diante da ineficácia dos sistemas de drenagem urbana devido ao planejamento errôneo ou tardio, ocasionando problemas socioeconômicos, ambientais e de saúde, a presente pesquisa objetivou uma investigação acerca do carregamento de sedimentos que podem trazer malefícios a saúde do homem.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa de revisão bibliográfica narrativa e não exaustiva acerca das possíveis consequências trazidas a partir de um sistema de drenagem urbana ineficiente. Especialmente, ao que reflete no carregamento de sedimentos com características desconhecidas juntamente as águas pluviais, as quais não possuem direcionamento final consolidado e, muitas vezes acabam por causar grandes empecilhos para a saúde humana. Nesse sentido, foi realizado um estudo exploratório da literatura científica sobre a temática, coletando informações nas bases de dados SCOPUS e Portal Periódicos Capes. Os descritores utilizados foram “carregamento de sedimentos”, “drenagem urbana”, “saúde humana” e “soluções ambientais” com a inclusão dos operadores AND e OR. Os trabalhos encontrados foram analisados, através da leitura de títulos e resumos e, aqueles que não tinham conexão com a temática proposta foram removidos da seleção.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes práticas antrópicas acabam por causar poluição no meio ambiente terrestre e aquático, visto que se baseiam intensamente no uso e ocupação da terra e logo, são responsáveis

pela exportação de poluentes, através de eventos pluviométricos por meio do carregamento de diversos sedimentos canalizados por caminhos preferenciais, por exemplo, para as bacias hidrográficas (Fletcher *et al.*, 2013; Marsalek *et al.*, 1993). Desse modo alteram o ciclo natural a partir de qualquer resquício de material, que à primeira vista apresenta-se inerte, mas que pode ser ativado por algum fator, tornando-se um potencial poluidor (Ke *et al.*, 2017).

Com o desencadeamento da exportação sedimentológica, a qual age de forma oposta ao bem estar de equilíbrio, os metais pesados tendem a adsorver partículas suspensas devido à natureza reativa das partículas. Esses metais possuem grandes chances de serem depositados nos diferentes tipos de reservatórios, através de fatores de arraste, intermediados por enchentes habilitadas por falhas não ideais do sistema atual de drenagem urbana (Bradl, 2004).

Assim, toda essa transposição acarreta em impactos à saúde humana. Pontua-se que as formas de ocorrência são conhecidas basicamente pela consequência da falta de saneamento básico e através do consumo de peixes capazes de acumular metais pesados no organismo, estes presentes nos sedimentos de rios conforme postulado por estudos (Mataba *et al.*, 2016).

Qian *et al.* (2020) elaboraram um estudo sob o lago Dianchi, no sudoeste da China, no intuito de investigar o nível de contaminação por metais pesados dos sedimentos no lago, evidenciando diversos parâmetros de investigação, especialmente relacionado a saúde humana. Os resultados desse estudo mostraram alta concentração de metais no sedimento do lago. Assim, esse estudo remete inevitavelmente a possibilidade de acumulação destes no organismo de peixes em habitat natural e logo quando consumidos apresentam risco iminente à saúde humana.

O comportamento de atuação dos hidrocarbonetos totais do petróleo remetente ao ciclo de tráfego em rodovias também é conhecido, pois trata-se de uma ampla fonte poluente inerente ao processo de circulação de automóveis em geral. Mas, esses poluentes muitas vezes passam despercebidos, visto que é uma rotina de uso e ocupação de produtos que constituem-se de vida útil limitada e com o passar do tempo vão se desgastando, como é o caso dos pneus, formados por substâncias orgânicas persistentes, recalcitrantes, hidrofóbicas, bioacumuláveis e que podem ser tóxicas, mesmo em pequena escala quantitativa (US EPA, 1983). A situação se agrava com a mudança do clima, uma vez que no cenário chuvoso as concentrações de hidrocarbonetos são consideravelmente aumentadas, ocasionando infiltração quando a permeabilidade permite ou simplesmente são transportadas por escoamento superficial não planejado, assim o emprego de drenagem básica através de valas com propósito de destinação adequada acaba por filtrar e ou reter esse tipo de material danoso aos receptores (Roinas *et al.*, 2014).

Atualmente existe demanda por tecnologias capazes de melhorar a qualidade das águas da chuva a partir de uma drenagem urbana otimizada, vislumbrando o desenvolvimento de baixo impacto e infraestrutura verde como ferramenta sustentável a fim de evitar o carregamento de

sedimentos pluviais indesejados. O estudo de Gavrić *et al.* (2019) possui como premissa a remoção de sólidos das águas pluviais, ou seja, reduzir os poluentes carreados pelo escoamento superficial. Os resultados são concentrados na remoção de poluentes associados ao escoamento de estradas, empregados sob uma visão de medidas estruturais de controle, as quais imitam características naturais das bacias hidrográficas antes da urbanização mediante o uso de espécies de gramas drenantes otimizadas tendo como finalidade alcançar a qualidade da água. Especialmente ao que concerne a remoção da fração dos metais, constituída através de diferentes fontes que se originam desde o tráfego urbano (Huber *et al.*, 2016), lixiviação (Joshi e Balasubramanian, 2010) até a deposição atmosférica (Gunawardena *et al.*, 2013). Assim, o emprego da tecnologia supracitada resultou em uma redução da concentração de 90 a 95% para cerca de 10 a 20% para o metal zinco, já para o cobre houve uma redução de 85 a 92% para 14 a 40%, e para alumínio, níquel e cromo ocorreu uma redução da concentração na faixa de 60-90% para aproximadamente 5 a 29%.

Já no sentido de remoção de nutrientes em 2009 dois pesquisadores, visando o não enriquecimento que satura por vezes os parâmetros adequados relativos a água de abastecimento público e a minimização da eutrofização nas águas receptoras, reportaram a redução de derivações de fósforo na margem de 48% da carga inicial (Line e Hunt, 2009).

Denich *et al.* (2013) retratam o potencial de biorretenção de doses extremas de sódio e cloreto, através do uso de espécies de plantas como *Aster nova angliæ* "Red Shades" e *Panicum virgatum*, no entanto o que ficou anteriormente retido pelas plantas, posteriormente, foi lavado por infiltração de água pluvial.

Há a possibilidade de instalação de faixas que funcionem como filtro vegetativo ao redor das bordas de mananciais hídricos, visando a mitigação ambiental da poluição atrelada ao escoamento derivado da pulverização agroquímica que acontece nas proximidades de receptores hídricos, importantes na cadeia de abastecimento. Em geral, essa posição geográfica implica na presença de um lençol freático, logo demandando de maiores mecanismos de remediação a fim de evitar sedimentação de cargas poluentes nestes recursos naturais (Fox *et al.*, 2018).

Battemarco *et al.* (2018) estudaram diversas propostas para a drenagem urbana como pavimentos permeáveis, bacias de retenção e jardins de chuva, com o intuito de diminuir riscos causados pelas fortes chuvas. Caracterizados como superfícies porosas ou perfuradas, os pavimentos permeáveis são classificados em pavimento de asfalto poroso, concreto poroso e blocos de concreto preenchidos com grama ou areia (Costa Junior e Barbassa, 2006; Araújo *et al.*, 2000). Outra alternativa são as bacias de retenção capazes de reduzir o pico de escoamento, inundações e degradação de terrenos, podendo ser temporárias ou de volume permanente (Lima *et al.*, 2006). Já os jardins de chuva, sistema de biorretenção bastante conhecido, apresentam-se também de maneira eficaz para a redução do volume de escoamento. Considerados de baixo investimento e de

fácil manutenção, jardins de chuva consistem em uma estrutura hidrológica por meio de sistema solo-planta-esfera e processos de infiltração que adsorvem águas pluviais de pequenas áreas (Melo *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2008).

Estudos realizados por Becker e Pinheiro (2019) apontam os pavimentos permeáveis eficientes na remoção de poluentes, apresentando remoção superior a 90% para metais pesados e aproximadamente 70% para sólidos suspensos. Além disso, mostram-se eficientes na remoção de fósforo, porém não eficientes na remoção de nitrogênio. Contrariamente, Sountharajah *et al.* (2017) afirmam que pavimentos permeáveis a base de zeólito ou basalto não são eficientes na remoção de metais, como cádmio, cobre, chumbo, zinco e níquel.

De acordo com Assumpção *et al.* (2017), no Brasil ainda poucas cidades possuem um sistema eficiente e adequado de saneamento básico que visa amenizar os desastres naturais provocados por chuvas fortes, fazendo com que inundações acompanhadas por deslizamentos de terra sejam registrados frequentemente.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de saneamento básico adequado ainda é bastante discutida no Brasil. Desastres naturais ocorrem frequentemente, principalmente inundações acompanhadas por deslizamentos de terra. Nesse contexto, o carregamento de sedimentos por meio de inundações traz diversos malefícios à saúde humana, especialmente por meio da contaminação de metais pesados.

Os eventos naturais mencionados necessitam ser melhor avaliados e deve-se buscar melhores estratégias de resposta para essa problemática. Diversos estudos apontam sistemas de drenagens eficientes para solucionar problemas relacionados ao manejo de águas pluviais urbanas, como pavimentos permeáveis, bacias de retenção e jardins de chuva. Desta forma, a otimização e implantação de tecnologias relacionadas à gestão de águas pluviais é fundamental para o controle dos desastres naturais, além de proporcionar elevação positiva dos índices referente a saúde humana visto que mitiga os problemas atrelados ao carregamento de sedimentos contaminados.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, M. F.; CECCONELLO, S. T.; CENTENO, L. N. (2019). "Saneamento básico versus Doenças de veiculação hídrica no município de Pelotas/RS". *Holos*, v. 3, p. 1 - 14.
- ARAÚJO, P. R.; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. (2000). "Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamentos superficial". *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 5, n. 3, p. 21 - 29.
- ASSUMPÇÃO, R. F.; SÉGUIN, E.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C. (2017) "Possíveis contribuições da integração das políticas públicas brasileiras à redução de desastres". *Saúde Debate*, v. 41, p. 39 - 49.

- AULD, H.; MACIVER, D.; KLAASSEN, J. (2004). "Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: the Walkerton example". *Journal of Toxicology and Environmental Health*, v. 67, p. 1879 - 1887.
- BATTEMARCO, B. P.; YAMAMOTO, L.; VERÓL, A. P.; RÊGO, A.; VASCONCELLOS, V.; MIGUEZ, M. G. (2018). "Sistemas de espaços livres e drenagem urbana." *Paisagem e Ambiente*, v. 42, p. 55 - 74.
- BECKER, N.; PINHEIRO, I. G. (2019). "Potencialidade dos pavimentos permeáveis na melhoria da qualidade da água do escoamento superficial: uma revisão". *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 11, p. 1 - 11.
- BRADL, H. B. (2004). "Adsorption of heavy metal ions on soils and soils constituents". *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 277, p. 1-18.
- BRASIL. (2019). "Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 3º Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas". SNS/MDR, Brasília/DF, 195 p.
- COSTA JUNIOR, L. L.; BARBASSA, A. P. (2006). "Parâmetros de projeto de microrreservatório, de pavimentos permeáveis e de previsão de enchentes urbanas". *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 11, n. 1, p. 46 - 54.
- DENICH, C.; BRADFORD, A.; DRAKE, J. (2013). "Bioretention: assessing effects of winter salt and aggregate application on plant health, media clogging and effluent quality". *Water Quality Research Journal*, v. 48, p. 387-399.
- FOX, G. A.; CARPENA, R. M.; PURVIS, R. A. (2018). "Controlled laboratory experiments and modeling of vegetative filter strips with shallow water tables". *Journal of Hydrology*, v. 556, p. 1-9.
- FLETCHER, T.D.; ANDRIEU, H.; HAMEL, P. (2013). "Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters; a state of the art". *Advances in Water Resources*, v. 51, p. 261- 279.
- GAVRIĆ, S.; LEONHARDT, G.; MARSALEK, J.; VIKLANDER, M. (2019). "Processes improving urban stormwater quality in grass swales and filter strips: A review of research findings". *Science of the Total Environment*, v. 669, p. 431-447.
- GRAY, N. F. (2014). "The implications of global warming and climate change on waterborne disease", in *Microbiology of Waterborne Diseases: Microbiological Aspects and Risks*. Org. por Percival, S. L., Yates, M. V., Williams, D. W., Chalmers, R. M. e Gray, N. F., Academic Press, 2 ed., Cambridge - MA, pp. 653-666.
- GUNAWARDENA, J., EGODAWATTA, P., AYOKO, G.A., GOONETILLEKE, A. (2013). "Atmospheric deposition as a source of heavy metals in urban stormwater". *Atmospheric Environment*, v. 68, p. 235-242.
- HUBER, M., WELKER, A., HELMREICH, B. (2016). "Critical review of heavy metal pollution of traffic area runoff: occurrence, influencing factors, and partitioning". *Science of the Total Environment*, v. 541, p. 895-919.
- IBGE. (2010). "Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008". IBGE, Rio de Janeiro/RJ, 219 p.
- JOSHI, U.M., BALASUBRAMANIAN, R. (2010). "Characteristics and environmental mobility of trace elements in urban runoff". *Chemosphere*, v. 80, p. 310-318.
- KE, X.; GUI, S.; HUANG, H.; ZHANG, H.; WANG, C.; GUO, W. (2017). "Ecological risk assessment and source identification for heavy metals in surface sediment from the Liaohe River protected area, China". *Chemosphere*, v. 175, p. 473-481.
- LI, J. Q.; XIANG, L. L.; CHE, W.; GE, R. L. (2008). "Design and Hydrologic Estimation Method of Multi-Purpose Rain Garden: Beijing Case Study". *Low Impact Development for Urban Ecosystem and Habitat Protection*, v. 67, p. 1 - 10.

LIMA, H. M.; SILVA, E. S.; RAMINHOS, C. (2006). *“Bacias de retenção para gestão do escoamento: métodos de dimensionamento e instalação”*. Revista Escola de Minas, v. 59, n. 1, p. 97 - 109.

LINE, D.E., HUNT, W.F. (2009). *“Performance of a bioretention area and a level spreader-grass filter strip at two highway sites in North Carolina”*. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v. 135, p. 217–224.

MARSALEK, J., BARNWELL, T. O., GEIGER, W., GROTTKER, M., HUBER, W.C., SAUL, A.J., SCHILLING, W., TORNO, H.C. (1993). *“Urban drainage systems: design and operation”*. Water Science. Technology, v. 27, p. 31–70.

MATABA, G. R.; VERHAERT, V.; BLUST, R.; BERVOETS, L. (2016). *“Distribution of trace elements in the aquatic ecosystem of the Thigithe river and the fish Labeo victorianus in Tanzania and possible risks for human consumption”*. Science of the Total Environment, v. 547, p. 48-59.

MARTINS, L. C. (2017). *“O planejamento da drenagem urbana em cidades médias do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba”*. Sustentabilidade em Debate, v. 9, p. 120 - 133.

MELO, T. A. T.; COUTINHO, A. P.; CABRAL, J. J. S. P, ANTONINO, A. C. D.; CIRILO, J. A. (2014) *“Jardim de chuva: sistema de biorretenção para o manejo das águas pluviais urbanas”*. Ambiente Construído, v. 14, n. 4, p. 147 - 165.

POLETO, C.; MARTINEZ, L. L. G. (2011). *“Sedimentos Urbanos: ambiente e água”*. Holos Environment, v. 11, p. 1-15.

PORTELA, F. C.; KOBIYAMA, M.; GOERL, R. F. (2020). *“Panorama brasileiro da relação entre leptospirose e inundações”*. Geosul, v. 35, p. 711 - 734.

QIAN, Y.; CHENG, C.; FENG, H.; HONG, Z.; SHU, Q.; KOLENČÍK, M.; CHANG, X. (2020). *“Assessment of metal mobility in sediment, commercial fish accumulation and impact on human health risk in a large shallow plateau lake in southwest of China”*. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 194. p. 110346.

RIGHETTO, A. M.; GOMES, K. M.; FREITAS, F. R. S. (2017). *“Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana”*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 22, p. 1109-1120.

ROINAS, G., MANT, C., WILLIAMS, J.B. (2014). *“Fate of hydrocarbon pollutants in source and non-source control sustainable drainage systems”*. Water Science Technology, v. 69, p. 703–709.

SOUNTHARARAJAH, D. P.; LOGANATHAN, P.; KANDASAMY, J.; VIGNESWARAN, S. (2017). *“Removing heavy metals using permeable pavement system with a titanate nano-fibrous adsorbent column as a post treatment”*. Chemosphere, v. 168, p. 467 – 473.

SOUZA, D. L. G. de; NETO, J. A. H.; LOPES, J. R.; FERREIRA, L. B.; GUIMARÃES, M. E. S.; BARBOSA, Z. H. C. (2010). *“Drenagem, comunidade e saúde: a má utilização da lagoa dos potiguares em morro branco – Natal/RN”*. Holos, v. 1, p. 83 - 91.

SOUZA, V. C. B. de. (2013). *“Gestão da drenagem urbana no Brasil: Desafios para a sustentabilidade”*. Gesta, v. 1, p. 57 - 72.

TASCA, F. A.; POMPÊO, C. A.; FINOTTI, A. R. (2018). *“Evolução da gestão da drenagem urbana na bacia hidrográfica do rio Itajaí Açu”*. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 7, p. 264 - 283.

U.S. EPA. (1983). *“Results of the Nationwide Urban Runoff Program, Volume 1: Final Report”*. U.S. Environmental Protection Agency, Water Planning Division, Washington/D.C.

VILLANUEVA, A. O. N.; TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; BEMFICA, D.; TUCCI, C. (2011). *“Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação”*. REGA, v. 8, p. 5-18.