



IMPORTÂNCIA DA ADOÇÃO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE DRENAGEM NO MANEJO DAS ÁGUAS URBANAS

IONI BAZZI; WAGNER DE AGUIAR

RESUMO

A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios, estes por sua vez demandaram outros locais para ocupar. O aumento de estruturas impermeáveis resulta em um elevado escoamento superficial, onde há aumento de frequência e magnitude das enchentes. Os sistemas convencionais de drenagem urbana direcionam as águas precipitadas o mais rápido possível para o seu destino final, evitando a recarga dos aquíferos subterrâneos que abastecem os rios nos períodos de estiagem. Os projetos fundamentados neste conceito, apresentaram como imediata consequência, o aumento das inundações a jusante, devido à canalização reduzir o tempo de concentração da água, ou seja, há maior volume de escoamento superficial acumulado em menor espaço de tempo. As medidas não convencionais são estruturas, obras, dispositivos ou conceitos diferenciados de projeto, que buscam reter o escoamento superficial através de medidas que retardam o fluxo da água, potencializam a infiltração, melhoram a qualidade da água e aumentam o tempo de concentração. Dentre alguns exemplos de técnicas alternativas de drenagem urbana que aumentam o tempo de concentração do escoamento superficial tem-se os telhados verdes; valetas de infiltração; sistemas de captação de água da chuva para reuso; a redução de áreas impermeáveis por pavimentos permeáveis ou porosos; poços de infiltração; e bacias de contenção de cheias. Diante da necessidade de melhor manejo das águas urbanas, se faz necessário o reconhecimento da importância da drenagem, pois a ausência de planejamento ocasiona soluções paliativas, em que são priorizadas medidas corretivas, ao invés de medidas preventivas para controle das inundações.

Palavras-chave: Controle de cheias; gestão de saneamento; prevenção de enchentes; manejo de águas pluviais; saúde ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988, em seu Art 6º, garante aos cidadãos brasileiros, direitos sociais à saúde. No ano de 2022, foi aprovada a Proposta de Emenda à Constituição (PEC) nº 2, de 2016, que inclui dentre os direitos sociais, o saneamento básico (Brasil, 1988; Brasil, 2022). Este, está relacionado aos princípios de dignidade e direitos fundamentais à vida. Visando garanti-lo, conta-se com o Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab), instituído pela Lei nº 11445 de 2007 (Brasil, 2007), que estabelece diretrizes nacionais e determina incumbências essenciais para a saúde, dentre elas, a garantia de serviços de escoamento urbano (Rodrigues *et al.*, 2022).

A Lei nº 11445 de 2007 caracteriza o manejo das águas pluviais e a drenagem urbana, como um conjunto de atividades, infraestruturas e operações que realizam a drenagem, o transporte, a contenção para o amortecimento de vazões de cheias, o tratamento e a disposição final das águas pluviais (Brasil, 2007). As obras de drenagem e outras medidas de controle são instrumentos que amparam a gestão das águas urbanas (Silva *et al.*, 2020). A gestão da drenagem urbana envolve o manejo do escoamento no tempo e no espaço, assim, é

indispensável a adoção de medidas visando minimizar danos à sociedade e ao ambiente (Tucci, 2012). Como instrumento de amparo à gestão, são utilizados Planos Diretores de Drenagem Urbana. Esses planos estabelecem as diretrizes para a gestão das águas pluviais em uma bacia hidrográfica (Villanueva *et al.*, 2011).

As bacias hidrográficas são basicamente conjuntos de superfícies vertentes e de redes de drenagem formadas por cursos de água que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, os exutórios (Tucci, 1993). A precipitação que cai sobre as vertentes de uma bacia conservada é retida pela vegetação antes de alcançar o solo (Tucci, 1993). Uma vez na terra, a água infiltra-se pelos seus poros, podendo seguir um caminho vertical até alcançar o lençol freático (Miguez *et al.*, 2015). Ao saturar, o solo apresenta capacidade de infiltração inferior ao volume de precipitação, dessa forma, a água excedente escoar superficialmente (Miguez *et al.*, 2015).

Uma das razões pelas quais os sistemas de drenagem não são rigorosamente aplicados, é o crescimento desordenado dos centros urbanos (Rodrigues *et al.*, 2022). A urbanização caótica e o uso inadequado do solo provocam a redução da capacidade de armazenamento natural dos deflúvios, estes por sua vez demandaram outros locais para ocupar (Canholi, 2005). O escoamento superficial urbano tem como destino imediato a rede de drenagem (Tucci, 1993). O desenvolvimento dos sistemas de drenagem urbana se baseia no conceito convencional de escoar a água precipitada excedente o mais rápido possível (Tucci, 2003). Entretanto, este acelera os escoamentos e transfere o problema, resultando em inundações a jusante, considerando que quanto menor o tempo de concentração, maior o volume acumulado (Canholi, 2005).

Conforme os autores Tucci (2007) e Gribbin (2012), reduzir esses danos é possível por meio de diversos métodos alternativos, como a mudança de rota ou dispersão do escoamento, delineamento da área com proteção contra erosão e a implantação de medidas que visem a retenção de água a montante.

Essas técnicas alternativas, de drenagem urbana, procuram fazer a manutenção e recuperação de ambientes saudáveis tanto interna quanto externa à área urbana (Ceolin, 2019). Melhoram o aspecto visual do espaço urbano, estimulam a permeabilidade do solo contribuindo para os aquíferos, melhorando a qualidade do ar e a saúde pública (Silva *et al.*, 2020). Podem apresentar múltiplos usos, para fomentar o melhor convívio da comunidade e uma melhor inserção urbanística dessas técnicas (Ceolin, 2019).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A execução deste trabalho se deu pela pesquisa bibliográfica acerca da problemática envolvendo os sistemas convencionais de drenagem urbana e as vantagens apresentadas pela adoção de sistemas alternativos que visam reduzir as vazões máximas e aumentar o tempo de concentração das águas. Tal tema foi selecionado devido a carência de estudos acerca da drenagem urbana com o objetivo de aprimorar ainda mais a compreensão e capacidade de gerenciar efetivamente a drenagem urbana.

O levantamento das referências se deu por meio de livros emprestados da biblioteca da UTFPR e do acervo pessoal do professor orientador, bem como por documentos digitais acessados pela biblioteca virtual da UTFPR, dos portais Google Scholar, Scielo e Elsevier. Ainda, foi utilizado o aplicativo Mendeley a fim de auxiliar na formatação das referências bibliográficas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sistemas Convencionais

Os sistemas convencionais de drenagem urbana consistem em infraestruturas

responsáveis por direcionar as águas precipitadas sobre o solo o mais rápido possível para o seu destino final, evitando que se acumule em regiões de interesse para ocupação humana (Miguez *et al.*, 2015). Os projetos fundamentados neste conceito, apresentaram como imediata consequência, o aumento das inundações a jusante, devido à canalização reduzir o tempo de concentração da água (Soares, 2015). Tempo o qual é o necessário para a água concentrar-se no ponto mais baixo, ou escoar do ponto mais distante (Gribbin, 2012), ou seja, corresponde ao tempo que leva para que toda a bacia contribua para a seção em análise (Miguez *et al.*, 2015).

Esses sistemas de conceito com origem sanitário-higienista (Silva *et al.*, 2020), além de acelerar os escoamentos tem por consequência uma maior vazão de pico (Canholi, 2005). A vazão de pico, por sua vez, consiste na vazão máxima dos deflúvios de um determinado hidrograma de projeto (Tucci, 1993). No hidrograma de projeto é possível representar a vazão do escoamento superficial ao longo do tempo (Gribbin, 2012).

A partir de tais representações tem-se que em áreas urbanizadas, a vazão de pico é maior e o tempo de concentração menor do que em áreas não urbanizadas, ou seja, há maior volume de escoamento superficial acumulado em menor espaço de tempo. O aumento de estruturas impermeáveis resulta em um elevado escoamento superficial, onde há aumento de frequência e magnitude das enchentes (Almeida, 2020). Esses fatores podem acarretar inundações em áreas que anteriormente não sofriam tais problemas, visto que a ocupação urbana nos vales normalmente se desenvolve no sentido jusante para montante (Canholi, 2005).

Serretti *et al.* (2015) apresenta que com a falta de planejamento urbano e a substituição de coberturas naturais por superfícies impermeáveis, há impedimento para que ocorra infiltração da água no solo, aumentando o escoamento superficial, os picos de cheia e diminuindo a manutenção dos lençóis freáticos, reduzindo assim a disponibilidade de água nos períodos de estiagem (Marengo, 2009). Com o aumento do escoamento superficial e redução na taxa de infiltração devido à impermeabilização, os aquíferos não são abastecidos, e a capacidade dos rios é reduzida (Tucci, 2007).

A ausência de drenagem apropriada faz com que os locais mais suscetíveis inuntem, onde a água estagnada se acumula (Rodrigues *et al.*, 2022). Esse processo ocorre através da sobrecarga da microdrenagem sobre a macrodrenagem (Tucci, 2007). O não escoamento ideal das águas da chuva pode acarretar problemas variados, como o aparecimento de doenças, a perda de habitabilidade e de recursos financeiros (Rodrigues *et al.*, 2022). A precariedade nos serviços de saneamento básico, inclusive a drenagem urbana, pode se tornar fator limitante da vida humana, atingindo principalmente a população economicamente desfavorecida (Peixoto *et al.*, 2021).

Os prejuízos devido às inundações na drenagem urbana nas cidades brasileiras têm aumentado exponencialmente, reduzindo a qualidade de vida e o valor das propriedades (Tucci, 2003). Tucci (2007) aponta que durante as enchentes, substâncias poluentes são agregadas no processo de lavagem das ruas pela precipitação, podendo contaminar aquíferos e sistemas de abastecimento de água. Quando afetada a rede de distribuição de água para consumo humano, há falta de água potável para a população. Além de afetar a distribuição, a água de poços e nascentes, acabam sendo contaminados por agentes infecciosos, aumentando o risco de doenças transmitidas pela ingestão da água (Freitas; Ximenes, 2012).

Freitas e Ximenes (2012) alertam que dessa forma, há alteração nos ciclos de reprodução dos vetores, hospedeiros e reservatórios de doenças, através da proliferação de locais com águas residuais, silte e material em decomposição que recobrem as ruas. Ainda conforme os autores, com o ambiente alterado, há um considerável aumento na quantidade de mosquitos, moscas e ratos, assim como aumento da contaminação oral fecal por parasitos e helmintos.

A prática de gestão de águas pluviais deve considerar esses problemas e abrandá-los (Gribbin, 2012). É possível reduzir esses danos adotando métodos que aumentem o tempo de concentração do escoamento superficial (Tucci, 2007) e reduzam as vazões máximas de forma

compatível com a vazão da rede coletora (Matias, 2006).

Sistemas Alternativos

Como apresentado anteriormente, a utilização do sistema de drenagem convencional não se apresenta suficiente devido a redução do tempo de concentração das águas, resultando em inundações a jusante, assim, faz-se necessária a utilização de métodos alternativos para o controle de cheias (Braga, 1997). O controle de cheias é entendido como o conjunto de medidas que visa reduzir os seus impactos ou a neutralização das consequências da interferência antrópica que tende em geral a agravar as cheias (Franco, 2004).

As medidas não convencionais podem ser entendidas como estruturas, obras, dispositivos ou conceitos diferenciados de projeto, cuja utilização ainda não se encontra disseminada (Canholi, 2005). Essas técnicas priorizam a infiltração da água no solo melhorando sua qualidade, visto que os poluentes são retidos no solo de maneira semelhante ao processo de filtração, resultando no aumento do tempo de concentração. Ainda, se diferem do conceito convencional de canalizar a precipitação o mais rápido possível, considerando que buscam reter o escoamento superficial, através de medidas que retardam o fluxo da água (São Paulo, 1999). As técnicas alternativas, ou compensatórias, de drenagem urbana, procuram fazer a manutenção e recuperação de ambientes saudáveis tanto interna quanto externa à área urbana (Ceolin, 2019). Melhoram o aspecto visual do espaço urbano, estimulam a permeabilidade do solo contribuindo para os aquíferos, melhorando a qualidade do ar e a saúde pública (Silva *et al.*, 2020). Podem apresentar múltiplos usos, para fomentar o melhor convívio da comunidade e uma melhor inserção urbanística dessas técnicas (Ceolin, 2019).

Dentre alguns exemplos de técnicas alternativas de drenagem urbana tem-se:

Os telhados verdes, que consistem em coberturas de edifícios com vegetação como revestimento final, com benefícios estéticos, valor ecológico, em alguns casos melhorias térmicas do edifício em termos de redução de temperatura e aumento do tempo de concentração da precipitação (Vasco, 2016). Esses sistemas contribuem para a redução dos efeitos das ilhas de calor urbanas e para o aumento da umidade no meio, além de demandar baixa manutenção (Almeida, 2020).

Valetas de infiltração, as quais são revestidas com vegetação, em geral grama, adjacentes à rua e estradas, ou junto a área de estacionamento, para favorecer a infiltração (Canholi, 2005). As valas são canais abertos de desenvolvimento longitudinal, geralmente pouco profundos e de secção variável, podendo ter forma triangular, trapezoidal ou curva (Lourenço, 2014). Tem como objetivo armazenar e retardar o escoamento da água pluvial e, consequentemente, facilitar a sedimentação, a filtração através da zona radicular, a evapotranspiração e a infiltração no solo (Almeida, 2020).

Sistemas de captação de água da chuva que contribuem para a retenção de parte da água precipitada e possibilita o reuso da mesma (Silva *et al.*, 2020). A água é captada através de calhas, transportada por condutores e armazenada em cisternas (Almeida, 2020). Canholi (2005) traz uma proposta semelhante de captação de água nos telhados, onde os condutos, telhas e estruturas de cobertura de concreto possuem capacidade de armazenamento. Além de contribuir para a redução do volume de escoamento superficial (Almeida, 2020), este tipo de sistema permite uma utilização da água para fins não potáveis (Vasco, 2016).

A redução de áreas impermeáveis no meio urbano pode ser realizada pela aplicação de pavimentos permeáveis ou porosos (Almeida, 2020). Essa técnica busca reduzir o escoamento superficial e a erosão e aumentar o tempo de concentração (Silva *et al.*, 2020). O pavimento permeável diz respeito a um calçamento cujo material permite a infiltração da água por toda a superfície na qual é instalada (Almeida, 2020). Já os pavimentos porosos são formados por um material impermeável, com a existência de vazios em toda sua extensão, permitindo que a água seja infiltrada (Vasco, 2016).

Poços de infiltração, os quais correspondem à medida de contenção na fonte mais recomendada (Canholi, 2005). Estes consistem em pequenos fossos de estrutura vertical que possibilita armazenar e realizar uma lenta infiltração direta de parte das águas pluviais no solo (Almeida, 2020). De acordo com Canholi (2005), os poços de infiltração são ideais para situações que não dispõem de espaço ou ainda quando há urbanização já existente. Há possibilidade de associar-se facilmente a outros dispositivos, tais como os pavimentos permeáveis e as valas de infiltração.

Livinali *et al.* (2017) traz que dentre as várias medidas a serem implantadas, as bacias de contenção de cheias são uma alternativa eficaz para locais urbanizados. Segundo Canholi (2005), essas obras favorecem a reserva dos escoamentos. As bacias de contenção surgem como dispositivos que visam o armazenamento de água pluvial por determinado período de tempo, com o poder de controlar os volumes que chegam à rede de drenagem (Almeida, 2020). A adoção destas, objetiva amenizar os efeitos adversos da ocupação urbana, controlando a vazão de pico, o volume decorrente do escoamento superficial, a qualidade das águas pluviais e promover a recarga dos aquíferos (Gribbin, 2012).

Ceolin (2019) reforça que o tipo de técnica a ser adotada depende de fatores urbanísticos, sociais, econômicos e ambientais. Em áreas que estão em desenvolvimento, deve-se estudar fatores em consonância com o desenvolvimento do projeto urbanístico, enquanto em áreas já urbanizadas, a aplicação de determinadas técnicas pode apresentar alguns empecilhos em relação a aplicação, ainda conforme o autor.

4 CONCLUSÃO

Segundo Almeida (2020), a deficiência da infraestrutura de drenagem advém da rápida expansão urbana, do baixo nível de conscientização do problema, da inexistência de planos de longo prazo, da utilização precária de medidas não estruturais e da manutenção inadequada dos sistemas de controle de cheias (Canholi, 2005). O planejamento de drenagem deve ser unificado como parte de um abrangente processo de planejamento urbano, junto dos demais constituintes do saneamento básico (água, esgoto e resíduos sólidos) (Canholi, 2005).

As políticas e práticas de gestão de risco de enchentes devem atuar no sentido de minimizar estes eventos com o planejamento das cidades e ações, como o manejo adequado e sustentável das águas urbanas (Christofidis *et al.*, 2019). Quando o poder público não controla essa urbanização ou não amplia a capacidade da macrodrenagem, a ocorrência dos alagamentos e inundações aumenta (Tucci, 2007).

Se faz necessário o reconhecimento da importância da drenagem urbana para estabelecer seu financiamento, pois a ausência de um planejamento ocasiona soluções paliativas, em que são realizadas medidas corretivas do problema instalado, ao invés de realizar medidas preventivas para controle das inundações (Silva *et al.*, 2020).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. C. Sistemas Sustentáveis De Drenagem Urbana: Uma Proposta Para A Bacia Hidrográfica Do Córrego São Pedro, em Juiz De Fora - MG. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

BRAGA, B. P. F. Controle de cheias urbanas em ambiente tropical: Drenagem urbana: gerenciamento, simulação e controle. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 1997.

BRASIL. Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988. Constituição da República

Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL. Proposta de Emenda à Constituição n. 2 de 2016. Brasília: Senado Federal, 2022.

CANHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CEOLIN, L. F. M. Análise Hidráulica-Hidrológica da Implantação de Bacias de Retenção e Detenção em Vicente Pires. 2019. Monografia - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPÇÃO, R. S. F. V.; KLIGERMAN, D. C. A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza. Saúde Debate. Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 94-108, 2019.

FRANCO, E. J. Dimensionamento de bacias de detenção das águas pluviais com base no método racional. 2004. Dissertação - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. Ciência e Saúde Coletiva, n. 17, v. 6, p. 1601-1615, 2012.

GRIBBIN, J. E. Introdução à hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais. ed. 4a, p. 526, 2012.

LIVINALI, M.; STEIN, I.; ROQUE, P. B.; PAZZE, L. G.; SIEBERT, J. D. Bacias de contenção: Métodos alternativos para contenção de cheias. XXV Seminário de Iniciação Científica. Unijuí, 2017.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil. FBDS - Fundação Brasileira de para o Desenvolvimento Sustentável, Rio de Janeiro, 2009.

MATIAS, M. G. B. Bacias de Retenção: Estudo de Métodos de Dimensionamento. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, 2006.

MIGUEZ, M. G.; VEROL, A. P.; REZENDE, O. M. Drenagem Urbana - Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

PEIXOTO, A. L. A.; AHMED, F. V.; SALES, C. M. R. Saneamento Básico: direito de todos? Uma breve análise. Petróleo, Royalties e Região, Campos dos Goytacazes, n. 70, p. 4-13, dez. 2021.

RODRIGUES, N. M.; RODRIGUES, C. E. F.; RODRIGUES, C. R. A falta de drenagem urbana nas cidades brasileiras. Research, Society and Development. Gurupi, v. 11, n. 6, p. 12, 2022.

SÃO PAULO. Diretrizes básicas para o projeto de drenagem urbana no município de São Paulo. Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <<https://pdfcoffee.com/drenagem-urbana-so-paulo-cetesb-pdf-free.html>>. Acesso em: 16 mai. 2024.

SERRETTI, T. M.; MARTINS, R. C.; ALVES, F. Influência da impermeabilização no ciclo hidrológico da cidade de Belo Horizonte/MG. Revista PETRA, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 311-327, ago/dez. 2015.

SILVA, J. L. A.; CARVALHO, E. N.; NOGUEIRA, B. S.; ROSA LIMA, A. L. R. S.; MATOS, F. R.; LEAL, D. O.; VARJÃO, F. L. M. Drenagem Urbana com Foco Sustentável para loteamento. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 2440-2452, jul./set. 2020.

SOARES, A. B.; ADUATI, A. C.; SÁ, R. G.; KUNKEL, L. F.; FREDDI, M. G.; KISSMANN L. Drenagem Urbana Influência da Drenagem Urbana nas Enchentes e Inundações. In: XXIII Seminário de Iniciação Científica. 2015, Unijuí. Anais Salão do Conhecimento, Unijuí, 2015.

TUCCI, C. E. M. Gestão da drenagem urbana. Distrito Federal: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia. Ciência e Aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1993.

VASCO, J. R. J. Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2016.

VILLANUEVA, O. U. N.; TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; BEMFICA, D.; TUCCI, C. Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. REGA, v. 8, n. 1, p. 5-18, jan./jun. 2011.