

PROJETO DE EXTENSÃO

FAI - UFSCar 15072

Secretaria de Meio Ambiente de Franca

Contrato nº 380/2022 (Processo nº 12.183/2022)

PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CANOAS NO MUNICÍPIO DE FRANCA (SP)

RELATÓRIO 3

Anexo 6.1

**Controle da drenagem em áreas urbanizadas:
Aspectos Conceituais**

Setembro – 2023

Controle da drenagem em áreas urbanizadas: aspectos conceituais

Introdução

O processo de urbanização tem provocado impactos negativos nas áreas em que se estabelecem. Estes impactos podem causar o aumento da frequência e do nível das inundações, causando alterações na qualidade da água e o aumento de materiais sólidos no escoamento pluvial em épocas de elevadas precipitações. Essas consequências refletem-se na falta de planejamento e de controle do uso do solo, na ocupação de áreas de risco e em sistemas de drenagem inadequados. A urbanização traz distintos efeitos negativos nas águas:

- (i) aumento da vazão e escoamento superficial pela redução da infiltração do solo devido à construção de superfícies impermeabilizadas, diminuindo as possibilidades de recargas subterrâneas; e
- (ii) aumento de sedimentos e materiais sólidos produzidos na bacia hidrográfica devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos, que causam alteração da qualidade da água. O aumento da velocidade do escoamento pluvial, resultante da urbanização, pode acelerar o aparecimento de ravinamentos e da erosão (Tucci, 2002; Paraná/SUDERHSA, 2002; Porto Alegre/UFRGS, 2005; Distrito Federal/Secretaria de Estado de obras, 2009).

Tipos de sistemas de drenagem em uma bacia hidrográfica

Os sistemas de drenagem podem ser categorizados em:

- (i) na fonte;
- (ii) microdrenagem; e
- (iii) macrodrenagem.

A drenagem na fonte (*source control*) ocorre pelo escoamento específico em um empreendimento individualizado como lote, condomínio, estacionamentos, parques e passeios. A microdrenagem refere-se a um sistema de condutos

pluviais, canais em um loteamento ou de rede primária urbana. A macrodrenagem é um desdobramento de várias redes de microdrenagem e envolve todos os sistemas coletores (Paraná/SUDERHSA, 2002; Distrito Federal/Secretaria de Estado de obras, 2009). O sistema de macrodrenagem refere-se à infraestrutura e medidas compensatórias de áreas de drenagem de grandes dimensões, composta por várias áreas de drenagem dos sistemas de microdrenagem (Natal/SEMOPI, 2009).

Medidas e técnicas compensatórias de drenagem

As medidas de controle de inundações são categorizadas como:

- (i) estruturais são obras de engenharia que ao serem implementação reduzem o risco potencial de enchentes. Referem-se a construção de barragens, diques, canalizações ou até mesmo de ações de reflorestamento. As medidas estruturais podem ser extensivas (no contexto da bacia hidrográfica) ou intensivas e
- (ii) não-estruturais, quando são propostas ações de convivência com as enchentes ou são estabelecidas diretrizes para reversão ou minimização do problema. As medidas não estruturais envolvem o zoneamento de áreas de inundações associado ao plano diretor do município (Paraná/SUDERHSA, 2002; Brasil, 2011), no caso, o Plano Municipal de Saneamento Básico. O plano diretor de drenagem urbana representa uma medida preventiva de controle de enchentes e de drenagem (Tucci, 1997).

Ainda, em relação, às medidas estruturais extensivas, essas têm sua atuação no contexto global da bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchentes e controla a erosão da bacia. As medidas intensivas agem numa escala menor, em específico nos corpos hídricos, tem-se retificações, desvios por canais, estruturas de retardamento como bacias de amortecimento e implementação de dispositivos de infiltração do solo (Paraná/SUDERHSA, 2002).

Dentre as técnicas de compensação de drenagem na fonte, citam-se: aumento de áreas de infiltração e percolação e de armazenamento temporário em reservatórios residenciais ou telhados, i.e., referem-se a

- (i) manutenção de gramados, áreas com seixos ou outro material que permita a infiltração natural,
- (ii) construção de pavimentos permeáveis; e
- (iii) poços de Infiltração, trincheiras de infiltração e bacias de percolação (Paraná/SUDERHSA, 2002; Distrito Federal/Secretaria de Estado de obras, 2009). As técnicas no âmbito da microdrenagem consiste em drenar uma área por meio da construção de condutos pluviais até um coletor principal ou riacho urbano. Em relação ao controle do impacto na macrodrenagem, no Brasil, tem sido através da canalização (Paraná/SUDERHSA, 2002).

Indicação de estratégias de controle de drenagem

O planejamento urbano relacionado a drenagem deve considerar os aspectos integrados do controle, considerando a água, uso do solo e as tendências dos vetores de expansão de um município (Tucci, 2002). Como possíveis estratégias de controle de drenagem citam-se:

- (i) avaliar os impactos de novos empreendimentos sobre a drenagem da bacia hidrográfica, considerando as medidas não-estruturais, como melhoria do gerenciamento e a aplicação da legislação de controle de impactos negativos; e
- (ii) aplicar medidas estruturais e cobrança de uma taxa de drenagem de compensação por impactos individuais de cada empreendimento (Distrito Federal/Secretaria de Estado de obras, 2009). Ações de disciplinamento do uso e ocupação do solo, i.e., que decorrem do planejamento da macro e microdrenagem de uma área urbanizada ou em processo de urbanização, são imprescindíveis para garantir a manutenção sustentável da drenagem (Paraná/SUDERHSA, 2002).

Os sistemas de drenagem urbana sustentáveis (Sustainable Urban Drainage Systems - SUDS) são uma rede integrada de áreas com vegetação e espaços abertos (i.e., telhados verdes, pavimentos porosos) que ao serem utilizados protegem funções do ecossistema natural, oferecendo uma ampla variedade de benefícios para a população. As ferramentas para alcançar a drenagem urbana sustentável sistematizam os critérios de tomada de decisão, conectando o aspecto técnico do SUDS para usuários não técnicos e os tomadores de decisão (Ferrans et al., 2022). O SUDS, por serem sustentáveis, devem abraçar o tripé social, ambiental e econômico. No Brasil e no mundo, essa abordagem inicia-se com o aspecto tecnológico envolvendo a implantação, ciclo de vida e manutenção de tecnologias sustentáveis e, na sequência, desdobram-se os aspectos ambientais, econômicos e sociais (Vicente et al., 2023). As quatro categorias de benefícios da aplicação do SUDS são: quantidade de água, qualidade de água, biodiversidade e fornecimento de um meio equilibrado à sociedade (Graham et al., 2012; Ciria, 2015).

As técnicas compensatórias de drenagem são tecnologias de baixa complexidade construtiva e baixo impacto ambiental. Visam melhorar a eficiência da infiltração da água no solo ou reter água de chuva, reduzindo o escoamento superficial (Oliveira et al., 2016). Enfatiza-se que as Boas Práticas de Manejo da Drenagem incorporam três princípios:

- (i) redução da quantidade de escoamento coletado (técnicas de controle na fonte);
- (ii) diminuição da velocidade do escoamento, permitindo a infiltração da água por um sistema de transporte permeável; e
- (iii) garantir o tratamento passivo às águas superficiais coletadas antes de descarregá-las em um curso de água (SEPA, 1997).

Na Tabela 1, encontra-se uma listagem de vários dispositivos/técnicas compensatórias de drenagem.

Tabela 1. Dispositivos/técnicas compensatórias de drenagem divididas em categorias (i) Áreas de biorretenção e sistemas com vegetação; (ii) Pavimentos/superfícies permeáveis; (iii) Sistemas de infiltração e recarga de água e (iv) Reservatórios de amortecimento de cheias e áreas úmidas.

Descrição	Autores
Áreas de biorretenção e sistemas com vegetação: tecnologias que dependem de vegetação ou derivados para a retenção e tratamentos de águas pluviais: telhado verde; jardim de chuva; vala de infiltração com vegetação; biofiltros ou células infiltrantes; áreas verdes em geral.	SEPA, 1997; Clark e Acomb, 2008; Graham et al., 2012; Hubert et al., 2012; Melo et al., 2014; Ciria, 2015; Albuquerque et al., 2019
Pavimentos/superfícies permeáveis: dispositivos usados para cobrir superfícies que facilitam o processo de percolação e minimizam o fluxo de água da chuva.	SEPA, 1997; Porto Alegre/UFRGS, 2005; Hubert et al., 2012; Ciria, 2015; Oliveira et al., 2016; Albuquerque et al., 2019
Sistemas de infiltração e de recarga de água: dispositivos que facilitam a infiltração das águas pluviais: poços, trincheiras, valas e sistemas de infiltração em geral.	SEPA, 1997; Hubert et al., 2012; Ciria, 2015; Lucas et al., 2015; Oliveira et al., 2016; Albuquerque et al., 2019
Reservatórios de amortecimento de cheias e áreas úmidas	SEPA, 1997; EPA, 2009; Hubert et al., 2012; Ciria, 2015;

A gestão dos sistemas de drenagem deve ser permanente e constante na bacia do Rio Canoas. Deve-se adotar a incorporação das medidas de prevenção e de controle de drenagem de forma integrada em todos os instrumentos (plano diretor de drenagem, legislações municipais) disponíveis.

Referências Bibliográficas

Albuquerque, M.B.; Araújo, A.A.; Martinez, C.E.N.M.; Mauad, F.F.; Okawa, C.M.P. (2019). Sustainable urban drainage: a brief review of the compensatory techniques of structural and non-structural measures. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 23: e35.

Brasil (2011). Termo de referência para elaboração de plano diretor de águas pluviais urbanas. Brasília: Ministério das Cidades, 30p.

Ciria (2015). The DuDS manual (CIRIA C753). Department for Environment, Food & Rural Affairs. London: Ciria, 968 p. Disponível em: <http://www.scotsnet.org.uk/documents/NRDG/CIRIA-report-C753-the-SuDS-manual-v6.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

Clark, M.; Acomb, G. (2008). Florida Fiel guide to low impact development. Bioretention basins/Rain gardens. University of Florida, 4p. Disponível em: https://buildgreen.ifas.ufl.edu/fact_sheet_bioretention_basins_rain_gardens.pdf. Acesso em: 13 de maio de 2023.

Distrito Federal/Secretaria de Estado de obras (2009). Plano diretor de drenagem urbana do Distrito Federal (Volume 2: Manual Técnico 2 e 3). Brasília:Concremat Engenharia, 275p.

Environmental Protection Agency - EPA (2009). Stormwater wet pond and wetland management guidebook - EPA 833-B-09-001. 57p. Disponível em: <https://www3.epa.gov/npdes/pubs/pondmgmtguide.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

Ferrans, P.; Torres, M.N.; Temprano, J.; Rodríguez Sánchez, J.P. (2022). Sustainable urban drainage system (SUDS) modeling supporting decision-making: A systematic quantitative review. *Science of the Total Environment*, 806:150447.

Graham, A.; Day, J.; Bray, B.; Mackenzie, S. (2012). Sustainable drainage systems — A guide for local authorities and developers. 56p. Disponível em: http://www.rspb.org.uk/Images/SuDS_report_final_tcm9-338064.pdf. Acesso em: 13 de maio de 2023.

Hubert, H.; Edwards, T.; Jahromi, A.B. (2012). Comparative study of sustainable drainage systems. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 12p.

Lucas, A.H.; Sobrinha, L.A.; Moruzzi, R.B.; Barbassa, A.P. (2015). Avaliação da construção e operação de técnicas compensatórias de drenagem urbana: o transporte de finos, a capacidade de infiltração, a taxa de infiltração real do solo e a permeabilidade da manta geotêxtil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 20(1), 17–28.

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*, 14(4): 147–165.

Natal/Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura – SEMOPI (2009). Plano diretor de drenagem e manejo de águas pluviais da cidade de Natal. Natal: Prefeitura de Natal/Engenharia e Consultoria Ambiental Ltda, 254 p.

Oliveira, A.P.; Barbassa, A.P.; Gonçalves, L.M. (2016). Aplicação de técnicas compensatórias de drenagem na requalificação de áreas verdes urbanas em Guarulhos-SP. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, 4(9): 87-101.

Paraná/Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - SUDERHSA (2002). Manual de drenagem urbana - região metropolitana de Curitiba- PR (CH2M HILL). Curitiba: SUDERHSA, 150p.

Porto Alegre/Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS (2005). Manual de drenagem urbana - Volume VI. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS, 159p.

Scottish Environment Protection Agency – SEPA (1997). A guide to sustainable urban drainage. North Lanarkshire: Environment Agency 25p. Disponível em: <http://www.environmentdata.org/archive/ealit:1651/OBJ/20000561.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

Tucci, C. E. (1997). Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 2(2):5-12.

Tucci, C.E.M. (2002). Gerenciamento da drenagem urbana. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 7(1):5-27.

Vicente, A.P.C.; Faria, K.M.S.; Formiga, K.T.M. (2023). Sustainable drainage technologies under the sustainability tripod perspective. *Sociedade & Natureza*, 35:e66919.