XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA: ANÁLISE PARA APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS EM ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS

Vanessa de Oliveira Friso (1); Eleonora Sad de Assis (2)
(1) Arquiteta-Urbanista, Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído, vanessafriso@ufmg.br
(2) D.Sc., Professora do Dep. Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, elsad@ufmg.br,
Laboratório de Conforto Ambiental da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais,
Rua Paraíba, 697, Belo Horizonte - MG, 30130-141, Tel.: (31) 3409-8873

RESUMO
A substituição da cobertura natural do solo pela ocupação urbana colabora para a alteração do ciclo da água, o que contribui para reforçar as mudanças climáticas e para a recorrência de trágicos acontecimentos relacionados, principalmente, a inundações e deslizamentos, podendo provocar graves desordens e danos socioeconômicos imediatos às cidades, cujos espaços não foram projetados para mitigar ou resistir a tais efeitos. Nesse contexto, o conceito de Desenho Urbano Sensível à Água tem sido desenvolvido buscando integrar a gestão do ciclo da água ao processo de desenvolvimento urbano. No entanto, o poder público não satisfaz as cidades nesse aspecto, ao passo em que o cidadão pode ser tratado como importante agente de transformação urbana. Este trabalho teve por objetivo identificar medidas de Desenho Urbano Sensível à Água aplicáveis em áreas urbanas consolidadas, que não demandem grande aporte financeiro e possam ser implementadas pelos próprios cidadãos, com exemplos em mecanismos e estratégias elaborados para a cidade de Adelaide, na Austrália. Assim, partindo-se de uma abordagem teórica, explorou-se o conteúdo do Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para Região da Grande Adelaide, estabelecendo-se critérios de análise que permitiram concluir se as medidas de Desenho Urbano Sensível à Água atendem à problematização proposta neste trabalho, cujo resultado expressa-se em quadro analítico representativo de tais relações. Por fim, considera-se que uma sistematização como a pretendida relaciona-se prioritariamente à conscientização ambiental e apropriação do espaço público pela comunidade.
Palavras-chave: drenagem urbana, desenho urbano sensível à água, controle sustentável de águas urbanas.

ABSTRACT
The replacement of natural land cover by urban occupation contributes to the alteration of the water cycle, which contributes to reinforce climate change and the recurrence of tragic events related mainly to floods and landslides, which can lead to serious disorders and cities socioeconomic damages, whose spaces were not designed to mitigate or resist such effects. In this context, the concept of Water Sensitive Urban Design has been developed seeking to integrate the management of the water cycle to the process of urban development. However, the public authorities do not satisfy the cities in this regard, whereas the citizen can be treated like important agent of urban transformation. The objective of this work was to identify measures of Water Sensitive Urban Design applicable in consolidated urban areas, which do not require a large financial contribution and can be implemented by the citizens themselves, with examples in mechanisms and strategies developed for Adelaide's city. Thus, starting from a theoretical approach, the contents of the Technical Manual of Water Sensitive Urban Design for the Region of Greater Adelaide, was explored establishing criteria of analysis that allowed to conclude if the measures of Water Sensitive Urban Design attend to the problematization proposed in this paper, whose result is expressed in an analytical framework representative of such relations. Finally, it is considered that a systematization like the one intended is related to environmental awareness and appropriation of public space by the community.
Keywords: urban flooding control, water sensitive urban design, urban sustainable hydrology.

1. INTRODUÇÃO

A existência de uma cidade condiciona o meio e seus ciclos ecológicos criando um microclima urbano característico e ao se alterar os ciclos ecológicos há interferência nos ecossistemas locais, o que modifica importantes ciclos naturais, aparecendo, então, os ciclos ecológicos urbanos, ou ciclos do ecossistema urbano, diferentes daqueles do ambiente natural (HIGUERAS, 2006).

Ainda segundo Higueras (2006), as consequências da urbanização sobre o território são relacionadas ao ar, tendo impacto sobre a saúde dos cidadãos pela atmosfera cheia de contaminantes; à água, entre outras coisas, pela alteração da capacidade de absorção dos solos e eliminação da cobertura vegetal; e ao solo e subsolo, pelo esgotamento de nutrientes em algumas zonas urbanas, assim como o excesso em outras, e a significativa quantidade de solos contaminados.

Além de alterar os ciclos ecológicos do meio natural, segundo Odum (1986), a cidade é um sistema incompleto, dependente de grandes áreas externas a ele para obtenção de energia, alimentos, água e ar puro, e exporta rejeitos, ar poluído e mais quente e água poluída.

A incrementar a extrema dependência da cidade em relação a recursos externos, some-se a velocidade e relativa desordem com que ela se desenvolve, em função do rápido aumento da população urbana pelo mundo. Com isso, não apenas grande parte de recursos extraídos da natureza são canalizados para as cidades, como água e materiais diversos, mas já existe, inclusive, a percepção de que há uma relação entre a urbanização e as mudanças climáticas, de acordo com o último relatório do IPCC (REVI *et al*, 2014, p. 551):

> "A grande extensão espacial e a significativa quantidade de área construída em megacidades (10 milhões ou mais de habitantes) pode ter impactos significativos no balanço energético local e regional, e no clima, tempo atmosférico e outras qualidades ambientais associadas, como a qualidade do ar. Grimmond (2011) encontrou uma crescente evidência de que as cidades podem influenciar o tempo atmosférico (p. ex., chuvas, concentração de relâmpagos) através da complexa relação de *feedback* entre o uso do solo urbano, tempo atmosférico e clima [...]." (Tradução livre das autoras)

A Organização Mundial de Meteorologia também já havia indicado que a quantidade de energia consumida no meio urbano é, indiretamente, a maior fonte de gases de efeito estufa (WMO, 1996), considerados os principais responsáveis pela tendência de aquecimento global. Além disso, a pressão sobre as terras marginais, ou periféricas, pela crescente população urbana, gera instabilidade social e colabora para o declínio ambiental (ROGERS; GUMUCHDJIAN, 2000). Assim, pode-se dizer que os efeitos do desenvolvimento e crescimento urbano desordenado e acelerado são capazes de criar um cenário de crise ambiental, resultando em má qualidade de vida e maior vulnerabilidade às mudanças climáticas aos habitantes das cidades que na sua maioria são, segundo Ribeiro (1998, p. 225), "[...] carentes de infraestrutura elementar".

Em 1990, 75% da população brasileira já vivia em cidades; no entanto, os desequilíbrios ambientais ainda não tinham a devida importância nas agendas governamentais. Atualmente, apesar do tratamento sobre esse tema ter passado a ocupar outra posição, com destaque para programas que visam incentivar o enfrentamento das questões referentes à resiliência urbana, a população das cidades ainda vive em más condições ambientais e com baixa qualidade de vida (RIBEIRO, 1998).

Num contexto no qual as cidades são consideradas como, possivelmente, as formas mais agressivas de alteração do ambiente natural (FRITZEN; BINDA, 2011), enfatizam-se as interferências no ciclo da água, primeiramente, pela redução da infiltração causada pelas superfícies agora impermeabilizadas, "[...] de modo geral, com a construção de obras de alvenaria, acessos públicos para pedestres e pavimentação asfáltica em vias de circulação de veículos" (FRITZEN; BINDA, 2011, p. 244), o que, segundo Tucci (1997), causa os seguintes impactos, ilustrados na Figura 1:

- O volume que deixa de infiltrar fica na superfície, aumentando do escoamento superficial;
- Aumento da velocidade do escoamento devido às soluções convencionais de captação de água;
- Com a redução do tempo de escoamento, sua máxima vazão é atingida mais rapidamente;
- Diminuição do nível do lençol freático pela falta de alimentação dos aquíferos.

Essa realidade colabora para que as populações urbanas sofram com eventos extremos, como chuvas concentradas, enchentes, inundações e deslizamentos, causados, entre outros fatores, pela alteração da cobertura natural da superfície (TUCCI, 1997).

Por outro lado, há a redução da evapotranspiração, fato relacionado à formação das chamadas "ilhas de calor urbanas", fenômeno caracterizado pelas temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas em relação às áreas naturais ou rurais adjacentes, que ocorre pelo fato das superfícies das cidades terem maior inércia

térmica, maior barreira à ventilação, conservação de calor nas áreas mais densas e verticalizadas e sensível diminuição de áreas verdes e permeáveis (TUCCI, 1997; CREA-MG, 2009).

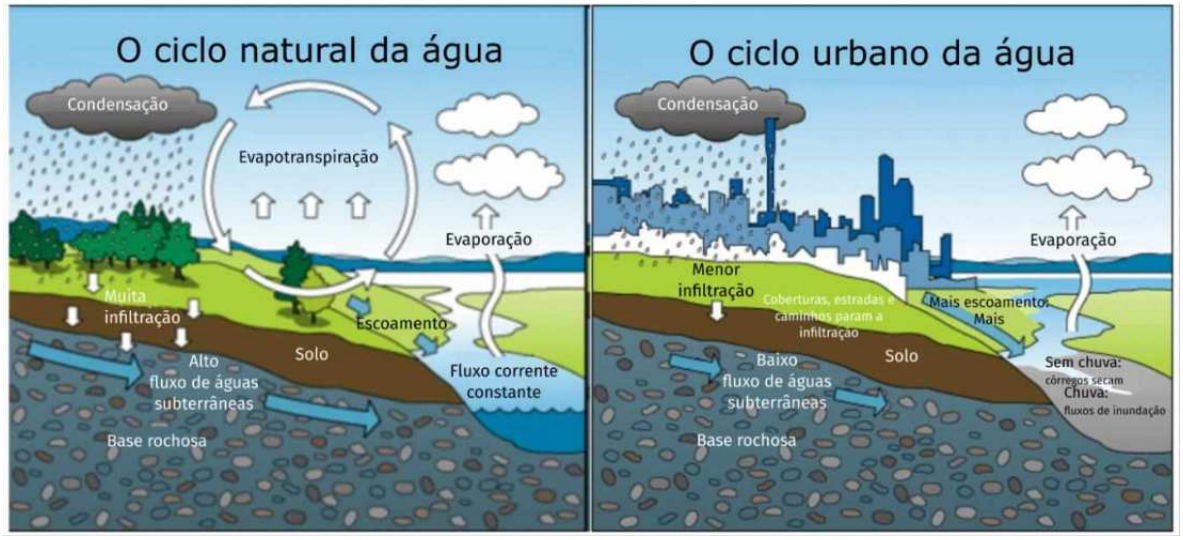


Figura 1 - Caracterização do ciclo da água em meio natural e em meio urbano. Fonte: *Greater Auckland* (2017)

Para fazer face a tais problemas, novas abordagens devem ser adotadas pelos planejadores urbanos visando entender cada situação geoclimática como geradora de um urbanismo característico e diferenciado (HIGUERAS, 2006), em contraposição ao urbanismo tradicional, no qual os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais estão desarticulados ou são desconsiderados durante o processo de planejamento (ANDRADE; MELO; VIANA, 2016).

Assim, conceitos como "desenho sensível à água" (WSUD, 2009), "desenvolvimento urbano de baixo impacto" (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012), "infraestrutura verde" (BENEDICT; McMAHON, 2006) e "soluções baseadas na natureza" (WWAP, 2018) tornam-se importantes nas agendas dos planejadores e gestores urbanos. Ainda, o usuário passa a ser visto como peça chave do processo, de modo que a educação para a sustentabilidade se torna parte de uma transformação cultural ampla, atingindo a consciência de cada cidadão para que colabore com a melhoria e proteção do meio em que vive (RIBEIRO, 1998).

Deve-se esclarecer também que, ao longo dos anos, muitas técnicas foram desenvolvidas mundo afora para buscar atender aos requisitos da gestão sustentável da água urbana, gerando uma série de termos relacionados ao tema, característicos a cada país, como apresentado no Quadro 1, embora representem quase sempre as mesmas intenções, indicando que a preocupação com a água em meio urbano é global.

Quadro 1 - Termos usados para gestão de águas pluviais no mundo

Termo	**Origem**	**Significado**	**Descrição**
BMP	Europa	Best Management Practices	Medidas para gestão sustentável de águas pluviais.
DRWM	Alemanha	Decentralised Rainwater/Stormwater Management	Medidas e técnicas para gestão de águas de chuvas e tempestades.
GI	EUA	Green Infrastructure	Gestão de águas pluviais e fluviais, e práticas que reduzam ou eliminem os riscos de inundação ou enxurradas através da infiltração local, evaporação e reuso de água de chuva.
IURWM	Mundial	Integrated Urban Resource Water Management	Abordagem integrada para gestão de águas urbanas, não apenas pluviais.
LID	EUA	Low Impact Development	Abordagem de planejamento e desenho urbano para gestão sustentável de escoamento de águas pluviais
NbS	Europa	Nature-based Solution	Soluções inspiradas ou baseadas na natureza; usam ou imitam processos naturais para contribuir com um melhor gerenciamento hídrico.
SUDS	Reino Unido	Sustainable Urban Drainage Systems	Medidas para a gestão sustentável de águas pluviais.
WSUD	Austrália	Water Sensitive Urban Design	Abordagem que visa integrar gestão sustentável da água, principalmente a gestão descentralizada de águas pluviais, no desenho urbano.

Fonte: adaptado pelas autoras, com base em Hoyer *et al* (2011).

No entanto, o termo comumente encontrado na literatura é "desenho urbano sensível à água", ou *water sensitive urban design (WSUD)*, definido, segundo o Manual da UNESCO (HOYER *et al*, 2011), como sendo uma cooperação interdisciplinar de gestão hídrica, desenho urbano e planejamento paisagístico, objetivando combinar as demandas do gerenciamento sustentável de águas pluviais com as do planejamento urbano e, assim, aproximar o ciclo urbano da água ao ciclo natural.

O mesmo Manual considera ainda que, para que haja sucesso na combinação entre a descentralização do gerenciamento de águas pluviais e o desenho urbano, é importante que as soluções de "desenho urbano sensível à água" atendam aos 5 tópicos listados abaixo e que os mesmos façam parte de um planejamento integrado:

- **Sensibilidade à água:** as soluções devem usar métodos descentralizados para aproximar a gestão da água urbana ao ciclo hidrológico natural;
- **Estética:** as soluções devem ser aplicadas para proporcionar benefício estético onde for possível e ser adaptadas ao desenho da paisagem urbana do seu entorno;
- **Funcionalidade:** as soluções devem ser implementadas de acordo com as condições locais e o uso pretendido, além de considerar a manutenção necessária e a possibilidade de adaptação a variabilidade de condições básicas, como eventos climáticos extremos;
- **Usabilidade:** as soluções devem ser desenvolvidas para criar espaços com propósitos de recreação e conservação da natureza;
- **Percepção e aceitação pública:** as medidas, além de considerar as necessidades de todos os envolvidos, devem integrá-los ao processo de planejamento, assim como ter seus custos compatíveis aos de soluções convencionais.

2. OBJETIVO

A partir da análise de medidas extraídas do Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para a Região da Grande Adelaide (*Department of Planning and Local Government*, 2009), este artigo objetiva identificar estratégias de "desenho urbano sensível à água" que, além de serem aplicáveis em áreas urbanas consolidadas, não tenham o custo como um fator impeditivo, não dependam de iniciativa do poder público e que possam ser implementadas pelos próprios cidadãos.

3. MÉTODO

Este trabalho foi desenvolvido através de revisão bibliográfica de manuais técnicos e artigos científicos sobre a aplicação do "desenho urbano sensível à água". Os manuais e artigos foram identificados e coletados por busca de palavras-chave no Google™ e portais técnico-científicos. No Google™ foi possível encontrar manuais e relatórios, notando-se a grande relevância da produção da Austrália no que tange ao desenvolvimento do tema. As principais palavras ou expressões-chave usadas foram: drenagem urbana; desenho urbano sensível à água; controle sustentável de águas urbanas; *urban flooding control*; *urban flash flooding control*; *urban sustainable hydrology*; *water sensitive urban design*.

Dentre os materiais produzidos na Austrália, destaca-se o Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para a Região da Grande Adelaide (*Department of Planning and Local Government*, 2009) pelo volume de informações nele apresentado, oferecendo um guia bastante completo para implementação de medidas de "desenho urbano sensível à água".

Sendo assim, o método aqui aplicado consiste em identificar essas medidas, relacionando-as a critérios que demonstrem se os objetivos propostos pelo presente trabalho foram atendidos. Para tanto, fez-se necessário determinar e descrever tais critérios.

3.1. Critérios para análise de estratégias de "desenho urbano sensível à água"

Os critérios considerados foram definidos a partir do estudo sobre as estratégias propostas no Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para a Região da Grande Adelaide (*Department of Planning and Local Government*, 2009), destacando-se suas possibilidades de aplicação relacionadas ao tempo, espaço, agentes participativos e investimentos.

3.1.1. Escalas de aplicação

Tendo como objetivo a identificação de medidas de desenho urbano sensível à água que possam ser adotadas de forma menos institucional, ou seja, sem que dependam necessariamente do tempo político e da iniciativa

pública, tendo o usuário como possível agente executor, inclusive, faz-se necessária a identificação das possíveis escalas de aplicação:

- Escala do lote: refere-se ao lote individual, com uso habitacional ou não, que pode abrigar tanto uma habitação unifamiliar, como uma multifamiliar ou edifício multiuso;
- Escala de quarteirão: estabelece relação entre lotes individuais e a via;
- Escala de bairro: refere-se à análise da relação entre mais de um quarteirão e suas vias, estabelecendo um sistema de captação de água e efluentes.

3.1.2. Participatividade

Representa a possibilidade da participação da comunidade no processo de decisão de implementação de determinada medida. Pressupõe empoderamento comunitário criado através de informações compartilhadas entre população e técnicos, do setor público ou não, entendendo-se o termo "comunitário" como sendo o que se relaciona a todos os possíveis envolvidos na gestão de determinada área.

3.1.3. Agentes

Remete aos possíveis responsáveis pela implementação da medida escolhida. Nesse trabalho, o agente não é considerado, necessariamente, o executor direto da medida, podendo ser aquele que gerencia sua implementação, sendo:

- Público: caso a gestão aconteça através do setor de serviços públicos e suas concessionárias;
- Privado: caso o gestor seja um líder comunitário, uma associação de moradores, o próprio morador ou um empresário.

A importância desse critério de análise dá-se ao fato de refletir a possibilidade de apropriação do espaço público pelo usuário de maneira estendida, ou seja, não apenas como quem usufrui, mas como quem também o constrói e mantém.

3.1.4. Fontes de investimentos

Trata-se de uma análise das possibilidades de origem de investimento para a implementação de determinada medida. Tal análise baseia-se, principalmente, na possível escala de aplicação da intervenção, considerando-se não apenas o aporte financeiro, mas, também, a infraestrutura física e de mão de obra necessários para a realização da proposta.

3.1.5. Objetivos alcançados

Refere-se à possibilidade de atendimento pela determinada medida de cada um dos objetivos listados. A escolha de tais objetivos baseia-se naqueles estabelecidos no Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para Região da Grande Adelaide (*Department of Planning and Local Government*, 2009) e que podem produzir efeito na resolução de problemas de áreas urbanas consolidadas, mitigando as consequências da alteração do ciclo natural da água, bem como das mudanças climáticas no meio urbano:

- Reduzir riscos de inundação;
- Prevenir erosão;
- Melhorar a saúde pública e segurança;
- Restaurar e conservar as condições ambientais;
- Criar vizinhanças mais atrativas e habitáveis;
- Realçar os valores culturais e sociais da paisagem urbana;
- Melhorar o uso dos espaços abertos e realçar as oportunidades de recreação;
- Melhorar a consciência ambiental da comunidade.

4. ESTRATÉGIAS DE DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA

4.1. Redução de demanda

Segundo o *Department of Planning and Local Government* (2009), o volume d'água necessário para satisfazer as necessidades dos consumidores, somadas às perdas e desperdícios, pode ser reduzido através de mudanças comportamentais, da tecnologia e do *design*.

Algumas das medidas que representam essa estratégia são:

- Uso de equipamentos mais eficientes;

- Uso de dispositivos, como aeradores nas torneiras;
- Boa manutenção das instalações;
- Redução de uso da água da rede para irrigação com medidas como seleção de plantas, limitação da extensão de gramados, proteção contra sol e vento e fontes alternativas de água;
- Educação ambiental.

4.2. Tanque de chuva

Tanques de chuva captam e armazenam a água através de calhas ou tubos de queda.

Segundo o *Department of Planning and Local Government* (2009), sua principal função é a conservação d'água, porém é também uma medida que exerce importante contribuição para a redução do escoamento superficial (CORMIER; PELLEGRINO, 2008). A Figura 2 apresenta exemplos de tanques de chuva.



Figura 2 – Exemplos de tanques de chuva: no sentido horário, tanque de chuva metálico, de concreto, plástico e "bexiga".
Fonte: *Department of Planning and Local Government* (2009).

4.3. Jardim de chuva

Jardins de chuva são depressões topográficas rasas que recebem o excesso de escoamento de água pluvial de telhados e outras construções, permitindo a infiltração, o que colabora para a recarga do lençol freático e redução do pico de fluxo de concentração de chuvas (*Department of Planning and Local Government*, 2009, p. 299).

A escolha das espécies para serem plantadas deve considerar sua ocorrência natural em área úmidas e alagadas, como pântanos.

Além disso, deve-se considerar o volume de chuva a ser infiltrado para que não haja concentração de água excessiva que favoreça a proliferação de mosquitos, havendo a possibilidade de projetar os jardins para gerenciar os menores e maiores eventos pluviais.

O jardim de chuva, conforme mostrado na Figura 3, é uma opção para reabilitação de áreas e suas instalações são simples de serem realizadas, com exceção da possível conexão de mecanismos de transbordamento para a rede pública de águas pluviais, que deve ser feito pelo serviço público responsável.

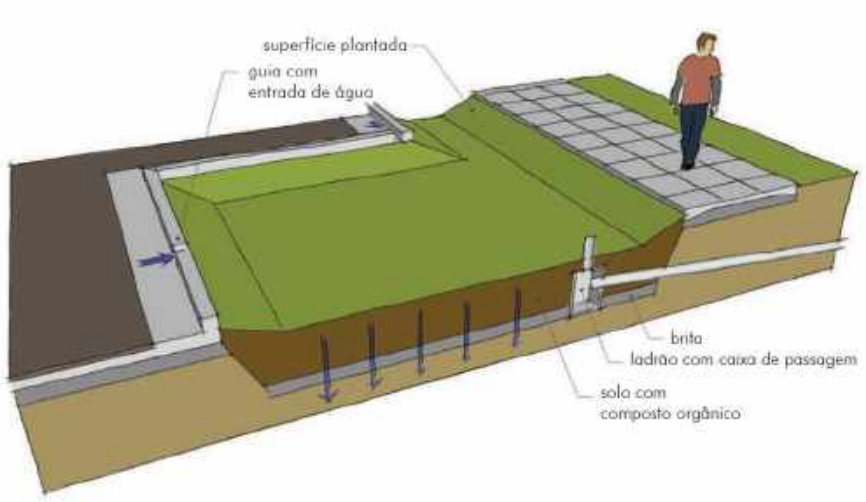


Figura 3 – Esquema de jardim de chuva. Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

4.4. Telhado Verde

Telhados verdes são coberturas vegetais plantadas compostas de uma série de camadas (vegetação, substratos, camada de drenagem). Absorvem águas das chuvas, reduzindo o volume de escoamento, além de contribuir para o arrefecimento térmico das edificações (*Department of Planning and Local Government*, 2009, p. 308).

A Figura 4 apresenta um corte típico de telhado verde.

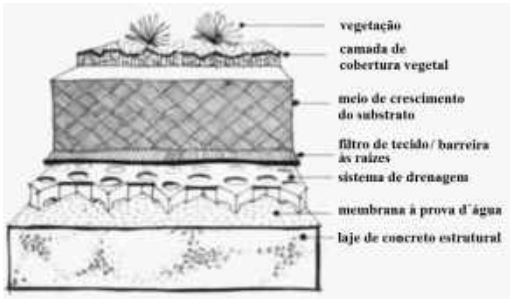


Figura 4 – Corte típico de telhado verde. Fonte: *Department of Planning and Local Government* (2009).

4.5. Sistemas de infiltração

Sistemas de infiltração consistem, geralmente, em valas superficialmente escavadas, projetadas para deter, e reter, um determinado volume de escoamento e infiltrar a água armazenada nas terras circundantes (*Department of Planning and Local Government*, 2009, p. 318).

A Figura 5 apresenta um esquema de trincheira de infiltração como exemplo de sistema de infiltração.

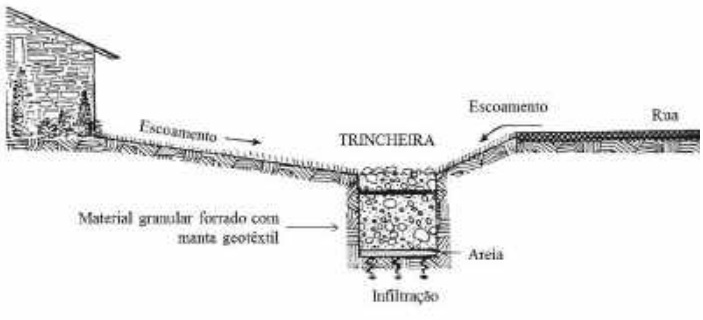


Figura 5 – Trincheira de infiltração. Fonte: Rossi (2012).

4.6. Pisos Permeáveis

De acordo com o *Department of Planning and Local Government* (2009), os pisos permeáveis são estruturas de pavimento permeável à água e podem ser classificados como:

- Pavimento poroso: composto por material de alta porosidade;
- Pavimento permeável: composto por blocos impermeáveis arranjados de forma a permitir a infiltração por ranhuras verticais ou tubos com cascalho.

A Figura 6 representa uma seção típica de piso permeável.

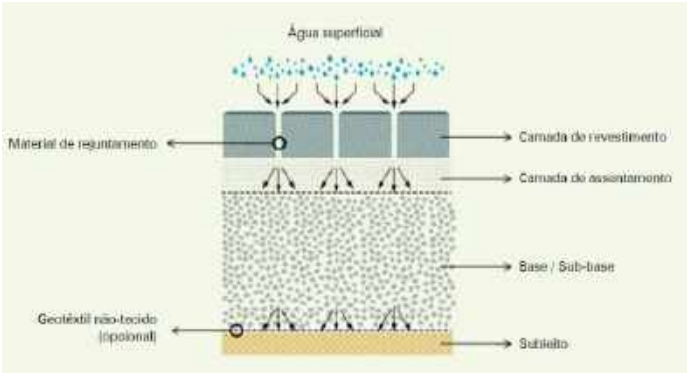


Figura 6 – Pisos urbanos drenantes. Fonte: Marchioni e Silva (2011).

4.7. Coleta e reuso de água urbana

A coleta e reuso de água são indicados para usos não potáveis, como descarga de vasos sanitários, lavagem de passeios e veículos, e irrigação de áreas verdes públicas ou privadas.

A Figura 7 mostra um exemplo.

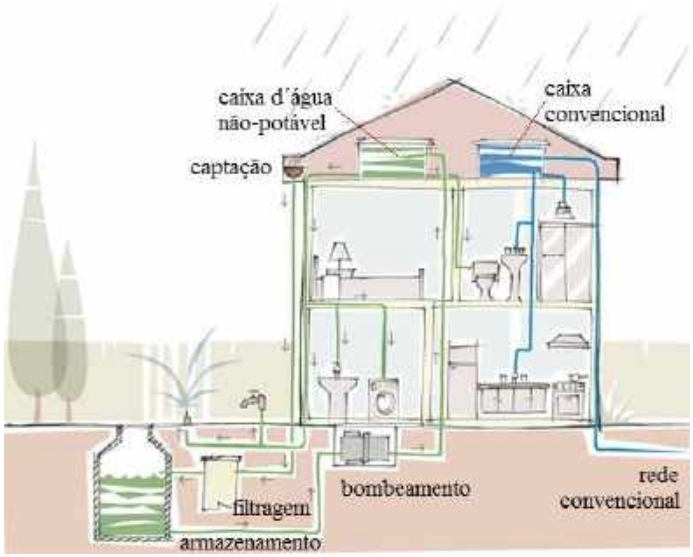


Figura 7 – Esquema de coleta de água de chuva, reservatórios e usos em uma residência. Fonte: adaptado de culturamix.com

4.8. Sistemas de biorretenção

De modo geral, sistemas de biorretenção são medidas que envolvem algum tratamento por vegetação antes da filtragem do escoamento, processando uma limpeza da água da chuva.

Um sistema de biorretenção está representado na Figura 8, com um esquema de biovaleta ou valeta de biorretenção vegetada.

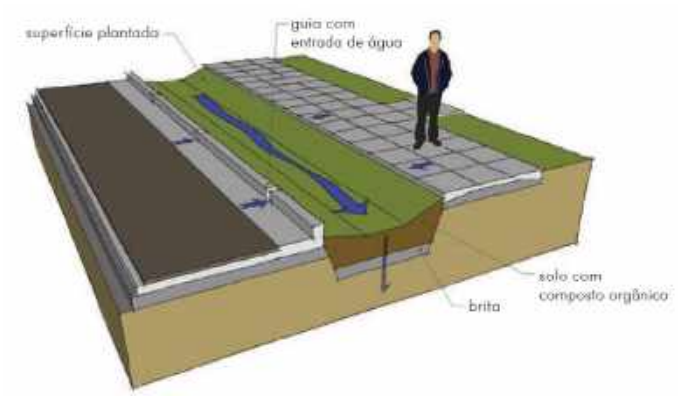


Figura 8 – Esquema de biovaleta ou valeta de biorretenção vegetada. Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

5. RESULTADOS

O Quadro 2 apresentado a seguir demonstra a relação das estratégias de "desenho urbano sensível à água" selecionadas a partir do Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para Região da Grande Adelaide (*Department of Planning and Local Government*, 2009) com os critérios descritos anteriormente.

As indicações feitas sobre cada estratégia ("Aplica-se" ou "Não se aplica") foram baseadas nas informações coletadas, prioritariamente, naquele Manual e no material sobre "soluções baseadas na natureza" (WWAP/ UM-WATER, 2018), levando-se em conta, ainda, outros trabalhos referenciados ao longo dessa pesquisa como forma de validação das informações assim colhidas.

As relações criadas pelo cruzamento das informações contidas no Quadro 2 demonstram que todas as estratégias são aplicáveis na escala do lote, havendo a possibilidade de serem tratadas em processos participativos e sendo implementadas pelo serviço público ou pelos próprios cidadãos, considerando-se que os investimentos também podem partir do setor privado, não dependendo exclusivamente da iniciativa pública.

A única estratégia considerada como não aplicável na escala de quarteirão é a de telhado verde. Já na escala de bairro, além do telhado verde, não são reconhecidas como aplicáveis os tanques de chuva, os pisos permeáveis e coleta e reuso de água urbana.

Finalmente, sobre os objetivos alcançados, percebe-se maior atendimento, mais uma vez, pelas estratégias relacionadas à paisagem urbana: jardim de chuva, sistemas de infiltração e sistemas de biorretenção. Nesse critério, nota-se que a redução de demanda é a medida que menos atende aos objetivos

propostos, mas ainda está relacionada aos objetivos de conservação e consciência ambiental, o que faz com que tal medida seja de grande valia.

Quadro 2 – Quadro analítico de estratégias de "desenho urbano sensível à água"

Estratégias	Escala de Aplicação			Agente		Participatividade	Fonte de Investimento		Objetivos Alcançados								
	Lote	Quarteirão	Bairro	Público	Privado	Possível	Público	Privado	Reduzir riscos de inundação	Prevenir erosão	Melhorar a saúde pública e segurança	Restaurar e conservar as condições ambientais	Criar vizinhanças mais atrativas e habitáveis	Realçar os valores culturais e sociais da paisagem urbana	Melhorar o uso dos espaços abertos e realçar as oportunidades de recreação	Melhorar a consciência ambiental da comunidade	
Redução de demanda	•	•	•	•	•	•	•	•	○	○	○	•	○	○	○	•	
Tanque de chuva	•	•	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	○	○	○	•	
Jardim de chuva	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Telhado verde	•	○	○	•	•	•	•	•	•	○	•	•	•	○	○	•	
Sistemas de infiltração	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Pisos permeáveis	•	•	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	○	•	•	
Coleta e reuso de água urbana	•	•	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	○	○	○	•	
Sistemas de biorretenção	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	

Legenda • Aplica-se ○ Não se aplica

Fonte: Elaborado o pelas autoras, 2018.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho objetivou identificar quais medidas de "desenho urbano sensível à água" seriam as mais indicadas para serem implementadas em ambientes urbanos construídos e consolidados, no qual houvesse a possibilidade de aplicação de tais estratégias pela própria população. Isso porque buscou-se desvincular sua execução do tempo político, bem como do orçamento público, que frequentemente impossibilitam que certos programas prossigam ou sejam executados adequadamente.

Os resultados obtidos no Quadro 2 permitiram concluir que todas as estratégias apresentadas poderiam ser aplicadas, sendo as relacionadas à paisagem urbana (jardim de chuva, sistemas de infiltração e sistemas de biorretenção) mais impactantes por atingirem maior número de objetivos.

No entanto, a primeira necessidade a ser suprida relaciona-se à conscientização ambiental sobre o bem público. Acredita-se que isso pode acontecer, assim como o necessário compartilhamento de informações técnicas, através de processos participativos que são importantes ferramentas para a apropriação da cidade, assim como de seus problemas, pela população.

Nesse contexto, pequenas intervenções, como a execução de jardins em lotes individuais, ou apenas mudanças de comportamento, como as relacionadas a redução de demanda de água potável, poderiam gerar tantos ou mais frutos do que grandes obras de infraestrutura, pois são capazes de formar novas maneiras de compreender e compartilhar o meio urbano.

Porém, tais intervenções não podem ser tratadas como soluções para todas as questões relacionadas à gestão hídrica nas cidades, mas é necessário que um tema tão importante e impactante no cotidiano das populações urbanas, principalmente das economicamente menos favorecidas, seja tratado com apropriação, gerando consciência do que cada um, enquanto cidadão, pode fazer para tornar o ambiente urbano mais amigável e habitável.

Além disso, é imprescindível considerar, como deixa claro o Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para Região da Grande Adelaide (*Department of Planning and Local Government*, 2009), que a eficácia das medidas de "desenho urbano sensível à água" está diretamente relacionada a uma combinação de estratégias, que deverá estar de acordo com as necessidades e potencialidades de cada local.

Por fim, considera-se que, para que seja possível uma análise de cada localidade, assim como o estabelecimento da específica combinação de estratégias a serem aplicadas, o conhecimento das etapas do

processo (técnicas e as burocráticas) para a sua efetiva implementação, seria de extrema valia a existência de um guia, ou roteiro, que proporcionasse um direcionamento aos agentes responsáveis.

Sugere-se para futuros trabalhos, portanto, o desenvolvimento de material técnico de apoio para a implementação de estratégias de "desenho urbano sensível à água" para uma municipalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. M. S.; MELO, B. B. P.; VIANA, A. P. Desenhando com a água no meio urbano: padrões espaciais de infraestrutura ecológica e crescimento urbano inteligente. **SBE16 Brazil & Portugal-Sustainable Urban Communities towards a Nearly Zero Impact Built Environment**, v. 3, p. 1325-1334, 2016.

BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. **Green infrastructure:** linking landscapes and communities. Washington, DC: Island Press, 2006.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 25, p. 127-142, 2008.

CREA-MG. **Sustentabilidade e Eficiência Energética no Ambiente Construído**. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: http://www.crea-mg.org.br/publicacoes/Cartilha/Sustentabilidade%20e%20Efici%C3%AAncia%20Energ%C3%A9tica%20no%20Ambiente%20Constru%C3%ADdo.pdf. Acesso em 04/09/2017.

DEPARTMENT OF PLANNING AND LOCAL GOVERNMENT. **Water Sensitive Urban Design Technical Manual for the Greater Adelaide Region**. Adelaide: Government of South Australia, 2009.

FRITZEN, M.; BINDA, A. L. Alterações no ciclo hidrológico em áreas urbanas: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 3, p. 239-254, 2011.

GREATER AUCKLAND. **Water Cycle**, 2017. Disponível em: https://www.greaterauckland.org.nz/wp-content/uploads/2017/11/Water-Cycle.jpg. Acesso em: 14/02/2019.

GRIMMOND, C. S. B. Climate of cities. In: Douglas, I.; Goode, D.; Houck, M.; Wang, R. (eds.) **Routledge Handbookof Urban Ecology**. Abingdon: Routledge, 2011, p. 103-119.

HIGUERAS, E. **Urbanismo Bioclimático**. Barcelona: Editorial GG, 2006.

HOYER, J., DICKHAUT, W.; KRONAWITTER, L.; WEBER, B.. **Water sensitive urban design: principles and inspiration for sustainable stormwater management in the city of the future. Manual.** UNESCO-IHE/ HafenCity Universität, Hamburg, Germany: Jovis, 2011.

MARCHIONI, M.; SILVA, C. O. **Pavimento Intertravado Permeável - Melhores Práticas.** São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2011. 24p.

ODUM, E.. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1986.

REVI, A. *et al*. Urban areas. In: IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A - Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, p. 535-612.

RIBEIRO, M. A. **Ecologizar: pensando o ambiente humano**. Belo Horizonte: Ed. Rona, 1998.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2001.

ROSSI, E.; GONÇALVES, L. M. Ecotécnicas de drenagem urbana: urbanização de impacto ambiental reduzido. III SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA, Maringá, novembro de 2012. **Anais eletrônicos…**, Maringá: Uinversidade Estadual de Maringá/ Dep. Engenharia Civil, 2012, 11p. Disponível em http://www.eventos.uem.br/index.php/simpgeu/simpgeu/paper/view/894/783. Acesso em 14/02/2019.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 2, p. 9-18, 2012.

TUCCI, C. E. M. **Água no meio urbano.** In: TUCCI, C. E. M. **Água doce**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf. Acesso em 04/09/2017.

WORLD Meteorological Organization. **Climate and Urban Development**. Geneva, WMO No. 844, 1996. Disponível em: https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_844_en.pdf. Acesso em 04/09/2017.

WSUD General Code – Australia. **Waterways. Water Sensitive Urban Design General Codes**. Austrália, 2009. Disponível em: http://www.legislation.act.gov.au/ni/2008-27/copy/64663/pdf/2008-27.pdf. Acesso em 04/09/2017.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme)/UN-Water. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water.** Paris, UNESCO, 2018.