

Vanessa de Oliveira Friso

DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA:

Análise para aplicação de estratégias em áreas urbanas consolidadas

Belo Horizonte

2018

Vanessa de Oliveira Friso

DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA:

Análise para aplicação de estratégias em áreas urbanas consolidadas

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Sistemas Tecnológicos e Sustentabilidade Aplicados ao Ambiente Construído.

Orientador: Eleonora Sad de Assis

Belo Horizonte

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

F917d

Friso, Vanessa de Oliveira.

Desenho urbano sensível à água [manuscrito]: análise para aplicação de estratégias em áreas urbanas consolidadas / Vanessa de Oliveira Friso. – 2018.

34f. : il.

Orientadora: Eleonora Sad de Assis.

Monografia (especialização)– Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura.

1. Drenagem. 2. Hidrologia urbana 3. Águas pluviais. 4. Ciclo hidrológico. 4. Arquitetura sustentável. I. Assis, Eleonora Sad de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Arquitetura. III. Título.

CDD 627.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ARQUITETURA - Dep. TAU
Rua Paraíba, 697 Funcionários 30130-141 Belo Horizonte, MG Brasil

Telefone: (031) 3409-8823
Fax: (031) 3409-8822

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

ATA DA REUNIÃO DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE MONOGRAFIA DA ALUNA *Vanessa de Oliveira Friso*, COMO REQUISITO PARA OBTENÇÃO DO CERTIFICADO DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO.

Às 14:00 horas do dia 21 de dezembro de 2018, reuniu-se na sala 307 da Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais, a Comissão Examinadora composta pela Professora ELEONORA SAD DE ASSIS, Orientadora - Presidente e pelo Arquiteto-Urbanista Esp. JÚLIO CÉSAR DE MARCO, designados pela Comissão Coordenadora do Curso de Especialização em Sustentabilidade do Ambiente Construído para avaliação da monografia intitulada "DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA: ANÁLISE PARA APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS EM ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS", de autoria da aluna VANESSA DE OLIVEIRA FRISO, como requisito final para obtenção do Certificado de Especialista em Sustentabilidade do Ambiente Construído. A citada Comissão examinou o trabalho e, por unanimidade, concluiu que a monografia atende às exigências para a obtenção do Certificado de Conclusão do Curso e recomenda que sejam encaminhados 02 (dois) exemplares para a Biblioteca da Escola de Arquitetura.

Belo Horizonte, 21 de dezembro de 2018.

Eleonora Sad de Assis
Orientadora-Presidente

Júlio César de Marco
Membro Titular

Dedico esse trabalho aos meus maiores
incentivadores, pai e mãe, aos meus
corajosos irmãos, ao meu parceiro de
jornada, Fernando, e àquelas que me
fortalecem a cada dia, futuras mulheres
da minha vida, Olga e Leda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela oportunidade do recomeço e pela chance de ter conhecido pessoas tão especiais em um momento de tantos desafios.

À querida Hélade, por ter-me apresentado a possibilidade de equilíbrio com a meditação.

Aos meus colegas de curso, que fizeram com que o desgaste dos finais de semana fosse menos intenso e os dias mais divertidos.

À Ana Maria, sempre disponível para nos acudir na secretaria do departamento.

Aos colegas mestrandos do EPIC-N, grandes incentivadores e inspirações.

À Marília, pelo ombro amigo e parceria nos trabalhos.

Aos professores do curso, que causaram entusiasmo em cada nova disciplina.

Agradeço especialmente à Eleonora, mais do que orientadora, pela experiência transformadora, pela paciência e generosidade no compartilhamento de seus ensinamentos para a vida.

Agradeço aos meus pais, Sergio e Teresinha, por me encorajarem e por serem minhas referências e meu ponto de apoio incondicional.

Agradeço ao Fernando, meu amigo e companheiro, meu marido violeiro, por me apoiar sempre, por ter vivido esse desafio comigo e por ser o pai amado de minhas filhas. Sem você, não seria possível.

Por fim, agradeço às minhas maiores incentivadoras, Olga e Leda, por existirem e darem novo sentido à minha vida, inspirando-me a cada dia e provando que há esperanças para um futuro melhor.

É indispensável um trabalho em questões ambientais, visando tanto às gerações jovens como aos adultos, dando atenção especial às populações menos privilegiadas, a fim de criar as bases de uma opinião pública bem informada e de uma conduta responsável dos indivíduos, das empresas e das comunidades, inspiradas no sentido de sua responsabilidade em relação à proteção e melhoria do meio ambiente em toda a sua dimensão humana.

Declaração de Estocolmo, 1972.

RESUMO

A substituição da cobertura natural do solo pela crescente ocupação do meio urbano colabora para a alteração do ciclo da água que, por sua vez, contribui para reforçar as mudanças climáticas e para a recorrência de acontecimentos, por vezes trágicos, relacionados a inundações e deslizamentos. Essas alterações podem provocar graves desordens e danos socioeconômicos imediatos às cidades, cujos espaços não foram projetados para mitigar tais efeitos ou resistir às suas consequências. Nesse contexto, o conceito de Desenho Urbano Sensível à Água tem sido desenvolvido buscando integrar a gestão do ciclo da água nas cidades ao processo de desenvolvimento urbano. No entanto, o poder público, por motivos relacionados, principalmente, ao tempo político e aos limites orçamentários não supre as necessidades da cidade nesse quesito. Por outro lado, o cidadão pode ser importante agente de transformação, principalmente se for tecnicamente orientado e acompanhado. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo oferecer ferramenta que possa colaborar com o processo de melhoria da qualidade de vida em áreas urbanas consolidadas, formais ou informais, que sofrem com as consequências geradas pelas alterações no ciclo natural da água, identificando medidas de Desenho Urbano Sensível à Água que não demandem grande aporte financeiro e possam ser implementadas pelos próprios cidadãos, com exemplos em mecanismos e estratégias já aplicadas pelo mundo. 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, Austrália, selecionado pela consistência de suas informações e pela relevância que o país assumiu em escala internacional no tratamento desse tema, estabelecendo-se critérios de análise que permitam concluir, entre outras coisas, 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. No entanto, considera-se que a finalidade primeira de uma sistematização como a pretendida se relaciona à conscientização ambiental e apropriação do espaço público. Por fim, sugere-se, para futuros trabalhos, a produção de material técnico de apoio à implementação de estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água.

Palavras-chave: Desenho urbano. Desenho urbano sensível à água. Urbanismo bioclimático. Educação ambiental. Resiliência urbana.

ABSTRACT

The replacement of natural land cover by the increasing occupation of the urban environment contributes to the alteration of the water cycle, which in turn contributes to the reinforcement of climate change and the recurrence of events, sometimes tragic, related to floods and landslides. Such changes can lead to serious disorders and immediate socioeconomic damages to cities, whose spaces are not designed to mitigate such effects or to resist its consequences. In this context, the concept of Water Sensitive Urban Design has been developed seeking to integrate the management of the water cycle in the cities to the process of urban development. However, the public power, for reasons related, mainly, to political time and budget limits, does not meet the needs of the city in this regard. On the other hand, the citizen can be an important agent of transformation, especially if it is technically oriented and accompanied. Therefore, the objective of this work is to provide a tool that can collaborate with the process of improving the quality of life in consolidated urban areas, formal or informal, that suffer from the consequences of changes in the natural water cycle, identifying measures of Water Sensitive Urban Design that do not require a great financial contribution and can be implemented by the citizens themselves, with examples in mechanisms and strategies already applied by the world. Thus, starting from a theoretical approach, the contents of the Water Sensitive Urban Design Technical Manual for the Greater Adelaide Region, Australia, were explored, selected for consistency of their information and the relevance that the country assumed on an international scale in the treatment of this theme, establishing criteria of analysis that allow to conclude, among other things, if the measures of Water Sensitive Urban Design attend to the problematization proposed in this work, whose result is expressed in analytical framework representative of such relations. However, it is considered that the primary purpose of a systematization such as that intended is related to environmental awareness and appropriation of the public space. Finally, it is suggested, for future works, the production of technical material to support the implementation of strategies of Water Sensitive Urban Design.

Keywords: Urban design. Water sensitive urban design. Bioclimatic urbanism. Environmental education. Urban resilience.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Caracterização do ciclo da água em meio natural e em meio urbano.....	11
Quadro 1	Termos usados para gestão de águas pluviais pelo mundo	16
Figura 2	Exemplo de tanque de chuva metálico	18
Figura 3	Exemplo de tanque de chuva de concreto	19
Figura 4	Exemplo de tanque de chuva plástico	19
Figura 5	Exemplo de tanque de chuva “bexiga”	19
Figura 6	Esquema de jardim de chuva	20
Figura 7	Arranjo típico de drenagem de jardim de chuva	21
Figura 8	Corte típico de jardim de chuva	21
Figura 9	Corte típico de telhado verde	22
Figura 10	Trincheira de infiltração	22
Figura 11	Seção típica de piso permeável	23
Figura 12	Reuso de água urbana para fins não potáveis	23
Figura 13	Esquema de uma biovaleta, ou valeta de biorretenção vegetada	24
Quadro 2	Quadro analítico de estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	Desenvolvimento urbano e impactos das alterações do ciclo natural da água	12
1.2	Desenho urbano sensível à água e outros termos para gestão sustentável de águas pluviais pelo mundo.....	14
2	METODOLOGIA.....	16
2.1	Estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água	17
2.2	Critérios para análise de estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água	24
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
	REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

A existência de uma cidade implica na alteração dos ciclos ecológicos do meio:

A presença de uma área urbanizada condiciona completamente o meio ambiente e seus ciclos ecológicos, desde o suporte (subsolo e solo), a evacuação de águas superficiais, a redução da cobertura vegetal e o clima (criando o microclima urbano característico). (HIGUERAS, 2006, p. 61, tradução nossa).¹

Tais alterações interferem no ecossistema ao modificar importantes ciclos naturais e “aparecerão, portanto, os ciclos ecológicos urbanos, ou os ciclos do ecossistema urbano, que são diferentes e característicos daqueles que podem aparecer no ambiente natural.” (HIGUERAS, 2006, p. 61, tradução nossa).²

Ainda segundo Higuera (2006), as consequências da urbanização sobre o território são:

- Sobre o ar:

A atmosfera das cidades é diferente a de seu entorno circundante, está cheia de contaminantes que condicionam a temperatura, o movimento do ar, a baixa humidade ambiental e a presença de gases que provocam o efeito estufa. No final, tudo isso tem um impacto sobre a saúde dos cidadãos. (HIGUERAS, 2006, p. 14, tradução nossa).³

- Sobre a água: “[...] na cidade se superexploram os aquíferos subterrâneos, se desperdiça água de chuva, se altera a capacidade de absorção dos solos e se elimina a cobertura vegetal.” (HIGUERAS, 2006, p. 14, tradução nossa).⁴
- Sobre o solo e subsolo: tem havido um esgotamento dos nutrientes do solo em algumas zonas urbanas e excesso dos mesmos em outras, sendo também significativa a quantidade de solos contaminados, principalmente em zonas industriais. (HIGUERAS, 2006).

Assim, pode-se dizer que os efeitos do desenvolvimento e crescimento urbano, desordenado e acelerado, são capazes de criar um cenário de desconforto ambiental,

¹ “La presencia de un área urbanizada condiciona completamente el medio y sus ciclos ecológicos, desde el soporte (subsuelo y suelo), la evacuación de agua superficial, la reducción de la cubierta vegetal y el clima (creándose el característico microclima urbano).”

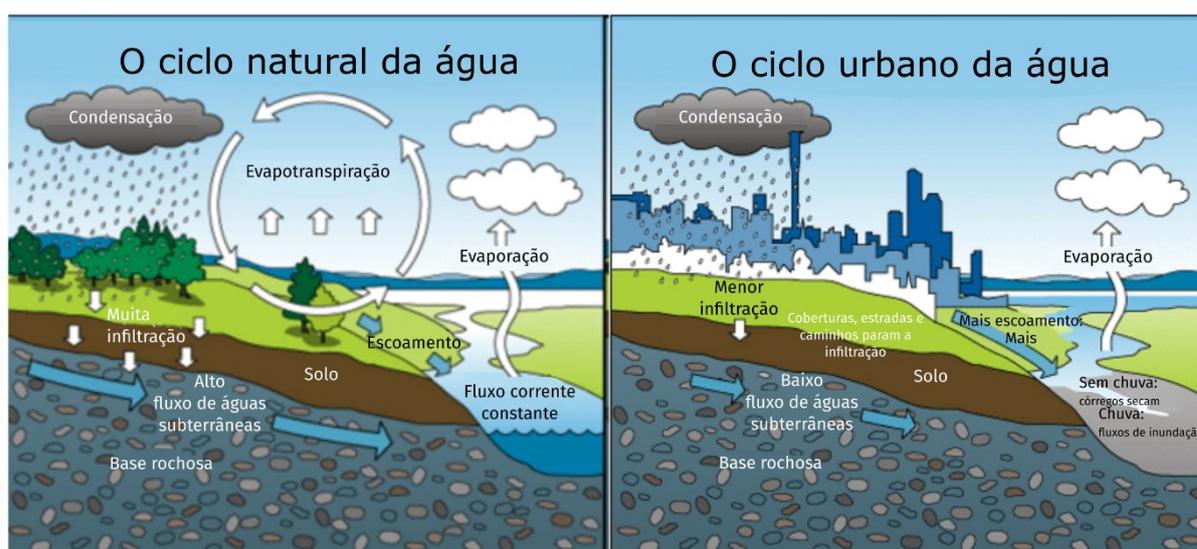
² “Aparecerán, por tanto, los ciclos ecológicos urbanos, o los ciclos del ecosistema urbano, que son diferentes y característicos de los que puedan aparecer en el medio natural.”

³ “La atmosfera de las ciudades es diferente a la de su entorno circundante, está llena de contaminantes que condicionan la temperatura, el movimiento del aire, la baja humedad ambiental y la presencia de los gases que provocan el efecto invernadero. Al final, todo ello repercute sobre la salud de los ciudadanos.”

⁴ “[...] en la ciudad se sobreexplotan los acuíferos subterráneos, se despilfarra el agua de lluvia, se altera la capacidad de absorción de los suelos y se elimina la cubierta vegetal.”

proporcionando má qualidade de vida aos habitantes das cidades que são, segundo Ribeiro (1998, p. 225) “[...] carentes de infraestrutura elementar”, colaborando para que essas populações sofram com eventos extremos, como chuvas concentradas, enchentes, inundações e deslizamentos, causados, entre outros fatores, pela alteração da cobertura natural da superfície que, agora impermeabilizada, altera o balanço energético das cidades, reduzindo a evapotranspiração e a infiltração das águas das chuvas, o que faz aumentar a velocidade e o volume do escoamento superficial (TUCCI, 1997), como observado na Figura 1.

Figura 1 – Caracterização do ciclo da água em meio natural e em meio urbano



Fonte: Greater Auckland. Disponível em: <https://www.greeterauckland.org.nz/wp-content/uploads/2017/11/Water-Cycle.jpg>. Acesso em: 14/02/2019.

Segundo WMO (1996), o rápido e acelerado crescimento da população urbana pelo mundo exige novas formas de governança e torna-se importante pensar sobre as causas, consequências e possibilidades de controle dos impactos causados pela interferência antrópica relacionada à urbanização, fazendo-se necessário considerar tal realidade nas tomadas de decisões dos planejadores urbanos que, ao entenderem arquitetura, planejamento e desenho urbanos como ferramentas que podem garantir o futuro das cidades, restaurando a harmonia da humanidade com seu meio ambiente (ROGERS, 2000), encontram importante apoio teórico nos princípios do Urbanismo Sustentável (FARR, 2013) e Urbanismo Bioclimático (HIGUERAS, 2006), em contraposição ao urbanismo tradicional, no qual os conceitos urbanísticos, hidrológicos e ambientais são desarticulados ou desconsiderados durante o processo

de planejamento (ANDRADE; MELO; VIANA, 2016), e caminhando paralelamente a conceitos como Desenho Urbano Sensível à Água (WSUD, 2009), Soluções baseadas na Natureza (WWAP, 2018), Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012) e Infraestrutura Verde (BENEDICT; MCMAHON, 2006), como parte do processo de se criar um ambiente urbano mais habitável e agradável, notando-se, no entanto, o enfoque literário nas estratégias que priorizam os novos desenvolvimentos, diferentemente do presente trabalho, que pretende colaborar para a melhoria da qualidade de vida em áreas já consolidadas que sofrem com as consequências do crescimento desordenado das cidades, como as causadas pela alteração do ciclo da água que, por sua vez, impacta no clima urbano.

Para tanto, pretende-se identificar estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água aplicáveis em tais áreas, considerando-se as limitações do poder público em prosseguir com programas de duração superior ao tempo político de cada gestão e que não se enquadrem às suas metas orçamentárias, contexto no qual torna-se de extrema relevância a reflexão sobre apropriação do espaço público pela população que pode exercer o papel de agente transformador do meio urbano.

E, para que a identificação das estratégias aconteça, faz-se necessário conhecer e analisar medidas existentes segundo estabelecimento de critérios relacionados ao atendimento das expectativas no contexto do presente trabalho, devendo esses critérios guardar observância a conceitos como Desenho Urbano Sensível à Água, Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto, Soluções baseadas na Natureza e Infraestrutura Verde, recorrentes na literatura sobre gestão hídrica.

Para alcançar tais objetivos, realizou-se pesquisa bibliográfica, com uma abordagem indutiva, procurando extrair da literatura os critérios de análise, através de manuais e guias técnicos e artigos científicos, selecionando-se o Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para Região da Grande Adelaide (Department of Planning and Local Government, 2009), pela relevância de seu conteúdo, como material chave. A partir dessa pesquisa foi possível elaborar uma matriz, ou quadro analítico, que relaciona as medidas de Desenho Urbano Sensível à Água aos critérios descritos, colaborando para o esclarecimento das indagações que motivaram esse trabalho.

1.1 Desenvolvimento urbano e impactos das alterações do ciclo natural da água

Como dito anteriormente, a existência de uma cidade implica na alteração dos ciclos ecológicos do meio (HIGUERAS, 2006), mas não apenas, pois, segundo Odum (1986), a cidade é um sistema incompleto, dependente de grandes áreas externas a ele para obtenção de energia, alimentos, água, ar puro, e, ao mesmo tempo, exportador de rejeitos, ar mais quente e poluído e água poluída (RIBEIRO, 1998).

A incrementar essa atividade parasitológica da cidade, some-se a velocidade e desordem com que ela se desenvolve, o que significa o rápido aumento da população urbana pelo mundo, implicando na interferência antrópica no sistema climático, a qual foi avaliada pelo IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (WMO, 1996), podendo-se dizer que a urbanização relaciona-se a questões sobre as mudanças climáticas em, pelo menos, dois pontos: a quantidade de energia consumida no meio urbano que, indiretamente, é a maior fonte de gases de efeito estufa, e a ocupação de terras marginais, ou periféricas, pela crescente população urbana (WMO, 1996) o que, além de gerar uma instabilidade social, colabora para o declínio ambiental (ROGERS, 2000).

Assim, é possível afirmar que o impacto das cidades sobre os sistemas naturais tem efeitos adversos sobre o clima local e regional, estando relacionados basicamente às condições de conforto térmico, à qualidade do ar e à ocorrência de eventos meteorológicos, como alterações locais no ritmo das chuvas (CREA-MG, 2009).

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:

- 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.

Além disso, sendo maior do que seria se a cidade não estivesse implantada naquele determinado local, o escoamento acarreta enchentes e inundações (WMO, 1996).

Depois, pela redução da evapotranspiração, fato estritamente relacionado à formação das *Urban Heat Islands* – UHI (CREA-MG, 2009), ou Ilhas de Calor, fenômeno caracterizado pelas temperaturas mais elevadas nas áreas urbanas em relação às rurais, que ocorre pelo fato das superfícies impermeáveis das cidades absorverem parte da energia solar, aumentando a temperatura ambiente (TUCCI, 1997).

Em 1990, 75% da população brasileira vivia em cidades, no entanto, os desequilíbrios ambientais ainda não tinham a devida importância nas agendas governamentais (RIBEIRO, 1998). 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 a resiliência urbana, a população das cidades ainda vive em más condições ambientais e com baixa qualidade de vida, em localidades carentes de infraestrutura elementar (RIBEIRO, 1998), portanto, uma nova postura e abordagem devem ser adotadas pelos planejadores urbanos, comprometendo-se com os conceitos do Urbanismo Sustentável, definido como sendo aquele que apresenta um bom sistema de transporte público e a possibilidade de integrar o sistema de deslocamento peatonal com edificações e com infraestrutura de alto desempenho (FARR, 2013), tendo a compacidade, que considera impossível haver sustentabilidade em baixas densidades, e a biofilia, que representa a conexão dos seres humanos à natureza, como valores centrais, e do Urbanismo Bioclimático, definido como sendo aquele que deve entender cada situação geográfica como geradora de um urbanismo característico e diferenciado (HIGUERAS, 2006).

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), a serem descritos a seguir, tornam-se de fundamental importância para as agendas dos planejadores e gestores urbanos. Isso implica, porém, na consideração do usuário como peça chave do sistema, tornando a educação para a sustentabilidade como parte de transformação cultural ampla, atingindo a consciência de cada cidadão para que colabore com a melhoria e proteção do meio em que vive (RIBEIRO, 1998).

1.2 Desenho urbano sensível à água e outros termos para gestão sustentável de

águas pluviais pelo mundo

Desenho Urbano Sensível à Água, ou *Water Sensitive Urban Design – WSUD*, é 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 material 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.

Deve-se esclarecer 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 pelo 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
GI	EUA	Green Infrastructure	Abordagens de gestão de águas pluviais e práticas que reduzam ou eliminem o escoamento através da infiltração local, evaporação e reuso de águas de chuva
IURWM	Mundial	Integrated Urban Resource Water Management	Abordagem integrada para gestão de águas urbanas, não apenas águas pluviais
LID	EUA	Low Impact Development	Abordagens de planejamento e desenho para gestão sustentável de escoamento de águas pluviais
NbS	Europa	Nature based Solution	Soluções inspiradas e baseadas na natureza e usam, ou imitam, processos naturais para contribuir para o melhor gerenciamento hídrico (WWAP/ UN-WATER, 2018).
SUDS	Reino Unido	Sustainable Urban Drainage Systems	Medidas para gestão sustentável de águas pluviais
WSUD	Austrália	Water Sensitive Urban Design	Abordagem que visa integrar gestão sustentável da água, principalmente, gestão descentralizada de águas pluviais, no desenho urbano

Fonte: Adaptado pela autora, com base em HOYER et al, 2011.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de revisão bibliográfica de manuais técnicos e artigos científicos sobre a aplicação de Desenho Urbano Sensível à Água, por busca de palavras-chave, notando-se a grande relevância da Austrália no que tange ao desenvolvimento do tema, fazendo com que tal país seja referência no assunto, tendo produzido guias e manuais técnicos que orientam a aplicação dessas

estratégias nas suas diversas localidades.

Dentre estes, 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 concentrado.

Com o objetivo de se identificar estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água aplicáveis no ambiente urbano construído e consolidado, possibilitando ao menos a apropriação do tema pela população, foram selecionadas medidas que demonstram conexão com tal propósito, tendo em vista os critérios aqui descritos.

Além disso, buscou-se estabelecer a relação dessas estratégias com os conceitos mais notáveis na bibliografia sobre gestão hídrica, visto que muitas figuram como medidas exemplares em mais de um deles, na tentativa de, inclusive, entender a relação entre essas diferentes abordagens.

O Manual Técnico de Desenho Urbano Sensível à Água para a Região da Grande Adelaide, desenvolvido pelo *Department of Planning and Local Government* em 2009, tem como objetivo fornecer as principais informações práticas de gerenciamento de desenho urbano sensível à água para uma variedade de medidas aplicáveis em diferentes escalas de desenvolvimento e categorias (residencial, comercial, industrial e espaços abertos), sendo o escoamento urbano o foco principal das ferramentas apresentadas (Department of Planning and Local Government, 2009).

Este manual serve de guia para implementação dessas medidas considerando, principalmente, novos empreendimentos, mas apresentando, também, possibilidades de reabilitação para áreas urbanas consolidadas levando em conta, inclusive, as possíveis escalas de aplicação dessas estratégias.

De acordo com os objetivos do presente trabalho e o estudo sobre as estratégias apresentadas pelo *Department of Planning and Local Government* (2009), foram descritas nesse capítulo aquelas admitidas como sendo as mais indicadas para ambientes urbanos construídos e já consolidados. Para tanto, considerou-se, principalmente, as possíveis escalas de aplicação, excluindo-se as alternativas compreendidas como sendo aplicáveis exclusivamente à escala da bacia de captação.

2.1 Estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água

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.

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).

Figura 2 – Exemplo de tanque de chuva metálico



Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

Figura 3 – Exemplo de tanque de chuva de concreto



Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

Figura 4 – Exemplo de tanque de chuva plástico



Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

Figura 5 – Exemplo de tanque de chuva “bexiga”



Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

JARDIM DE CHUVA

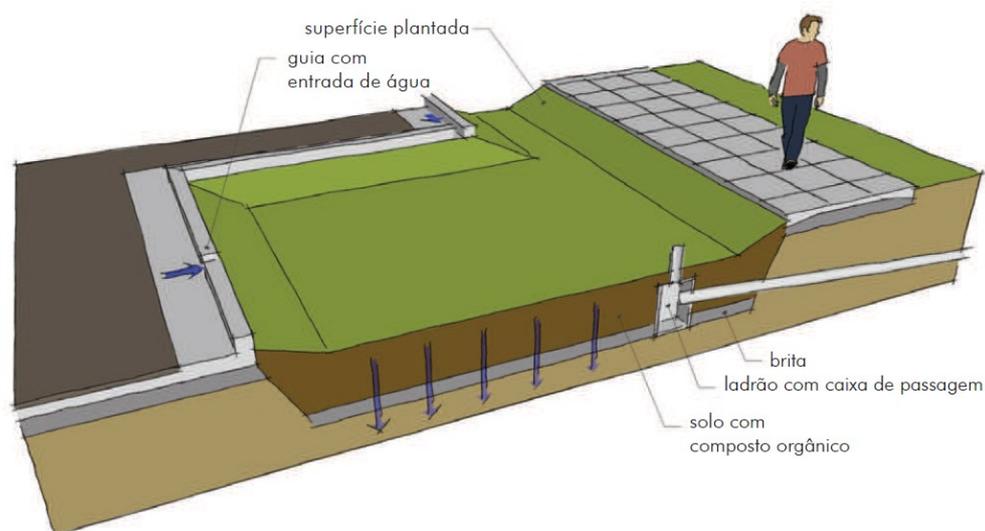
Jardins de chuva são depressões topográficas rasas que recebem o excesso de escoamento de água pluvial de telhados e outras construções, permitindo a infiltração, o que colabora para a recarga do lençol freático e redução do pico de fluxo de concentração de chuvas (Department of Planning and Local Government,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

A escolha das espécies para serem plantadas deve considerar sua ocorrência natural em áreas 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.

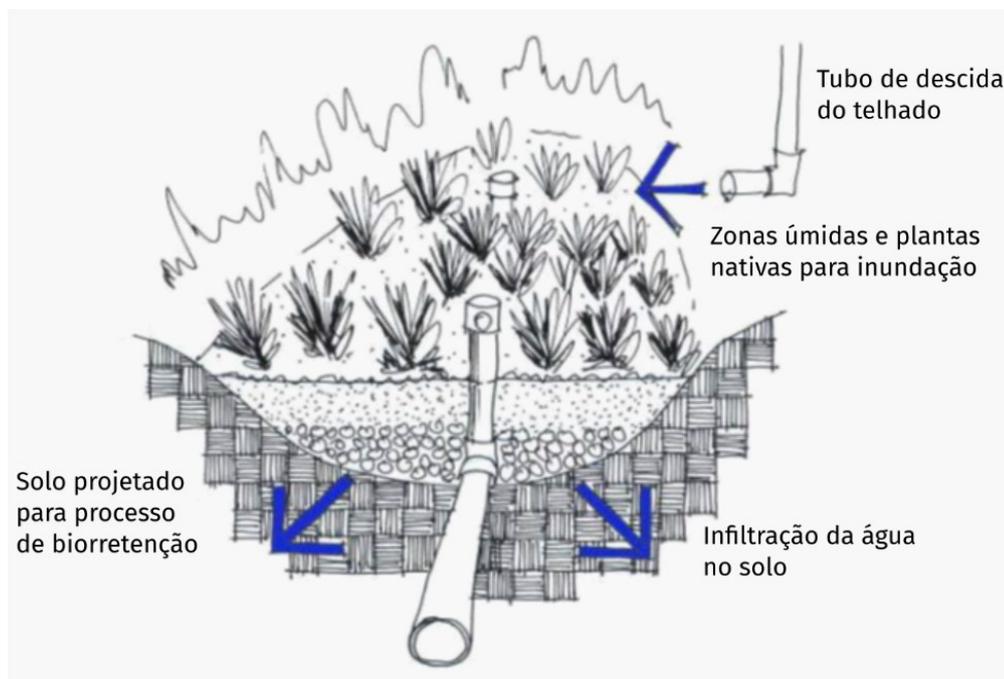
O jardim de chuva é uma opção para reabilitação de áreas e suas instalações são simples de serem realizadas, com exceção da possível conexão de mecanismos de transbordamento para a rede pública de águas pluviais que deve ser feito pelo serviço público responsável.

Figura 6 – Esquema de jardim de chuva



Fonte: CORMIER; PELLEGRINO, 2008.

Figura 7 – Arranjo típico de drenagem de jardim de chuva



Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

Figura 8 – Corte típico de jardim de chuva

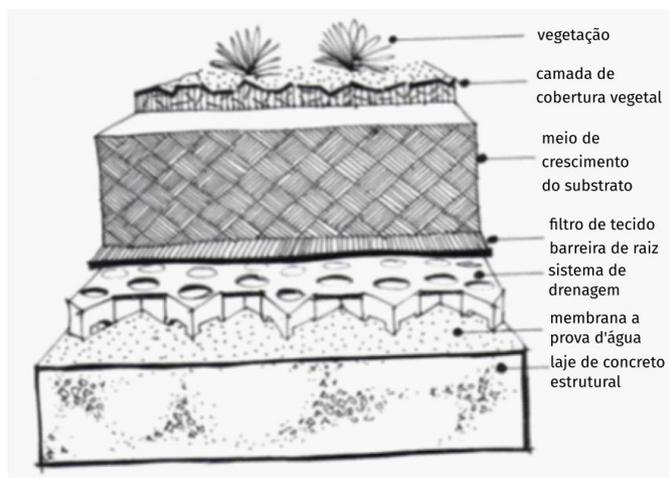


Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

TELHADO VERDE

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

Figura 9 – Corte típico de telhado verde

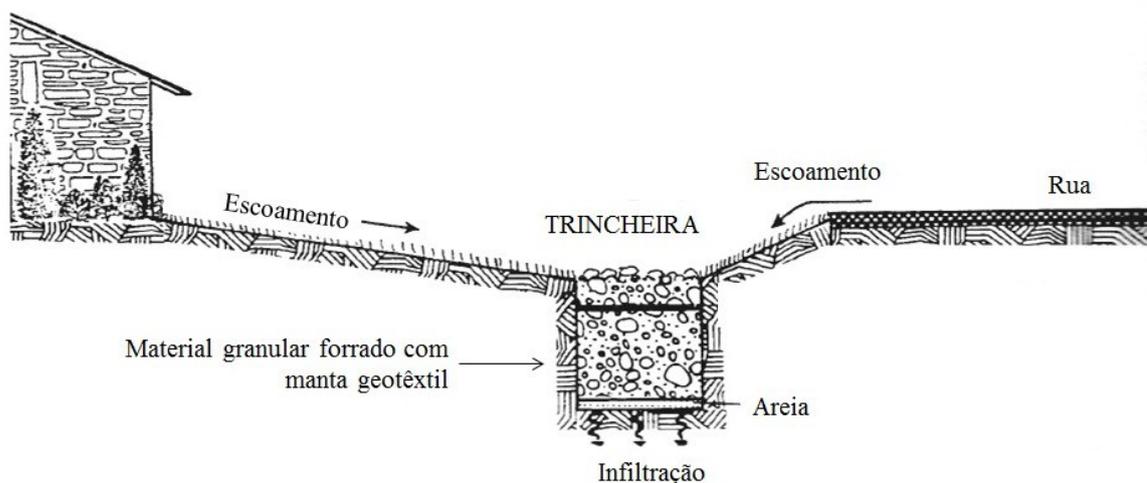


Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

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).

Figura 10 – Trincheira de infiltração



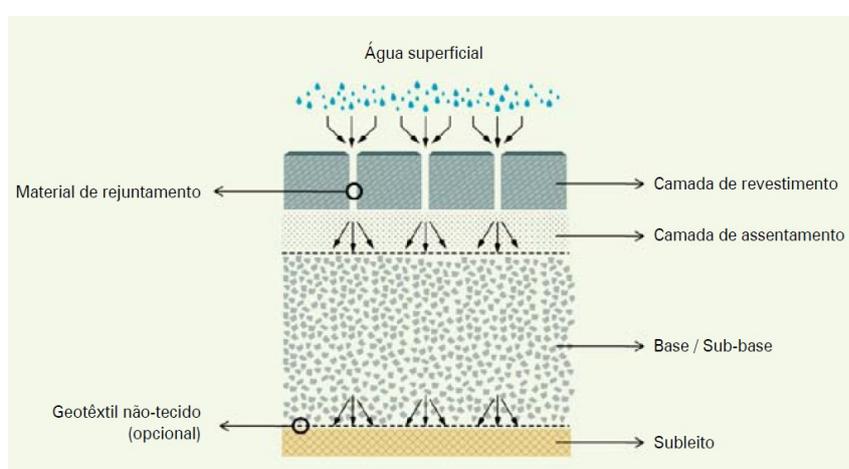
Fonte: ROSSI, 2012.

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.

Figura 11 – Seção típica de piso permeável



Fonte: MARCHIONI; SILVA, 2011.

COLETA E REUSO DE ÁGUA URBANA

A coleta e reuso de água são indicados para usos não potáveis, como descarga de vasos sanitários e irrigação de espaços abertos públicos.

Figura 12 – Reuso de água urbana para fins não potáveis

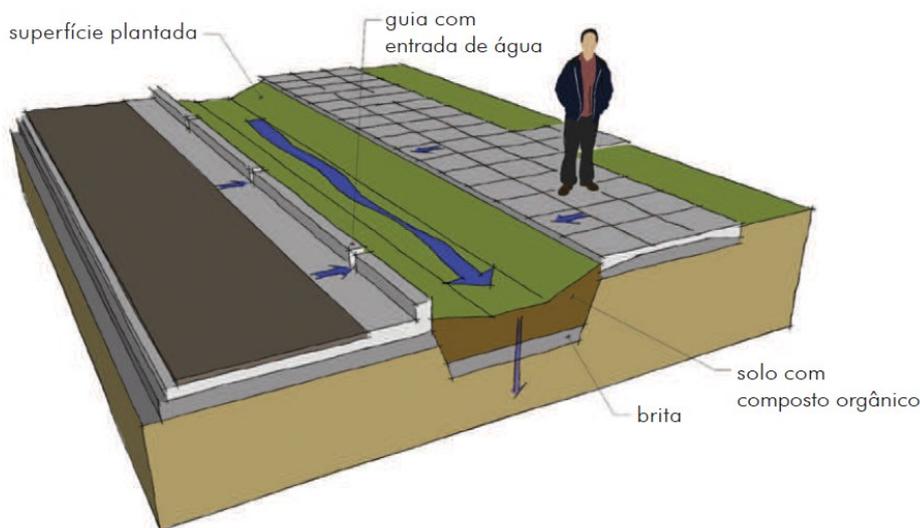


Fonte: Department of Planning and Local Government, 2009.

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.

Figura 13 – Esquema de uma biovaleta, ou valeta de biorretenção vegetada



Fonte: CORMIER; PELLEGRINO, 2008.

2.2 Critérios para análise de estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água

Tendo como objetivo principal o de oferecer uma ferramenta que colabore para a melhoria da qualidade de vida em áreas consolidadas do ambiente urbano que sofrem com as consequências geradas pelas alterações do ciclo natural da água, o presente trabalho busca identificar quais medidas de Desenho Urbano Sensível à Água poderiam ser implementadas em um contexto específico, tendo a comunidade como participante não apenas nas tomadas de decisões, mas como integrante ativa da execução das medidas. Para tanto, faz-se necessário analisar as estratégias apresentadas segundo critérios que permitam alcançar esse objetivo.

Tais critérios seguem conceituados abaixo buscando-se ajustar cada termo da maneira mais adequada na tentativa de exprimir, através das suas descrições, o que representam na realidade e, concomitantemente, no contexto dessa pesquisa. Ainda, deve-se considerar que 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), considerando-se suas possibilidades de aplicação relacionadas ao tempo, espaço, agentes participativos e investimentos.

ABORDAGEM

Muitas das medidas aqui tratadas aparecem como estratégias a serem aplicadas em diferentes abordagens de temas relacionados à gestão hídrica.

Nesta classificação, indicam-se as abordagens com as quais as medidas tratadas podem estar identificadas na literatura disponível.

A relevância considerada para a escolha das abordagens apresentadas abaixo deu-se pela relação das mesmas com os resultados nas buscas de pesquisa sobre Desenho Urbano Sensível à Água, sendo:

- WSUD
- NbS
- LID
- GI

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.

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.

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.

FONTES DE INVESTIMENTO

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.

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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

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.

As considerações feitas sobre cada estratégia, “Aplica-se” ou “Não se aplica”, foram baseadas nas informações coletadas, prioritariamente, naquele Manual Técnico 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.

Quadro 2 – Quadro analítico de estratégias de Desenho Urbano Sensível à Água

Estratégias	Abordagem				Escala de Aplicação		Agente		Participatividade	Fonte de Investimento	Objetivos Alcançados									
	WSUD	NbS	LID	GI	Lote	Quarteirão	Bairro	Público			Usuário	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
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 pela autora, 2018.

As relações criadas pelo cruzamento das informações contidas no Quadro 2 demonstram que as estratégias que representam todos os conceitos são aquelas que se relacionam com a paisagem e com sistemas de infraestrutura urbana: jardim de chuva, sistemas de infiltração e sistemas de biorretenção.

A falta de relação de algumas medidas com determinado conceito indica que alguns são representados por estratégias mais técnicas, enquanto outros também admitem as comportamentais, como redução de demanda e coleta e reuso de água urbana, as

quais se relacionam apenas com o conceito de WSUD.

Nota-se ainda como os conceitos de LID e GI estão estritamente relacionados, visto que as estratégias admitidas em um são também no outro.

Além disso, as informações obtidas no quadro 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 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.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o objetivo de identificar quais medidas de Desenho Urbano Sensível à Água seriam as mais indicadas para serem implementadas em ambientes urbanos construídos e consolidados em um contexto específico, no qual houvesse a possibilidade de aplicação de tais estratégias pela população, na tentativa de desvincular sua execução do tempo político, bem como do orçamento público, que frequentemente impossibilitam que certos programas prossigam, juntamente com os resultados obtidos no quadro analítico apresentado neste trabalho (QUADRO 2), concluiu-se 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 demonstrarem atingir mais objetivos.

No entanto, a primeira necessidade a ser suprida relaciona-se à conscientização ambiental e sobre o bem público, o que 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 se enxergar e pensar o meio urbano.

Porém, tais intervenções não podem ser tratadas como as 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, conclui-se que, para que seja possível ser feita uma análise de cada localidade, assim como o estabelecimento da específica combinação de estratégias a serem aplicadas, o conhecimento das etapas do processo, incluindo as técnicas e as burocráticas, e 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.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Liza Maria Souza de; MELO, Bruna Bacelar Pontes; VIANA, Angela Pereira. 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, Mark A.; MCMAHON, Edward T. **Green infrastructure: linking landscapes and communities**. Washington, DC: Island Press, 2006.

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. 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 set.2017.

Department of Planning and Local Government. **Water Sensitive Urban Design Technical Manual for the Greater Adelaide Region**. Government of South Australia, Adelaide, 2009.

FARR, D.; SALVATERRA, A. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre, Bookman, 2013.

FRITZEN, Maycon; BINDA, Andrey Luis. 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.greeterauckland.org.nz/wp-content/uploads/2017/11/Water-Cycle.jpg>.

Acesso em: 14/02/2019.

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

HOYER, Jacqueline, DICKHAUT, Wolfgang; KRONAWITTER, Lukas; WEBER, Björn. **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, Mariana; SILVA, Cláudio Oliveira. **Pavimento Intertravado Permeável - Melhores Práticas**. São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), 2011. 24p.

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

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

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

ROSSI, Efigênia; GONÇALVES, Luciana M. Ecotécnicas de drenagem urbana: urbanização de impacto ambiental reduzido. **Simpósio de pós-graduação em engenharia urbana, Maringá. Caderno de Resumos–SIMPGEU**, 2012.

SOUZA, Christopher Freire; CRUZ, Marcus Aurélio Soares; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. 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, Carlos E. M. **Água no meio urbano**. In: TUCCI, Carlos 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 set.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 set.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 set.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.