



DESENHANDO COM A ÁGUA NO MEIO URBANO

Padrões espaciais de infraestrutura ecológica e crescimento urbano inteligente

Liza Maria Souza de Andrade

University of Brasília, Research Group Water and Urban Environment, Brasília (DF), Brazil
lizamsa@gmail.com

Bruna Bacelar Pontes Melo

University of Brasília, Research's Group Water and Urban Environment, Brasília (DF), Brazil
brunabpm22@gmail.com

Angela Pereira Viana

University of Brasília, Research Group Water and Urban Environment, Brasília (DF), Brazil
ang.vpereira@gmail.com

RESUMO: O “Pacto Internacional de Paris sobre Água e Adaptação às Mudanças Climáticas” firmado em 2015 ressalta a relação entre os sistemas de águas e os impactos do clima para que se tornem mais resilientes. Problemas como enchentes, deficiência no abastecimento, seca e poluição das fontes de água potável estão se tornando cada vez mais comuns e denunciam a necessidade de mudança do pensamento no que tange à questão do ciclo hidrológico no meio urbano. Uma abordagem mais ampla e transdisciplinar permite relacionar as áreas mais compactas da cidade com a proteção da qualidade da água regional no âmbito da bacia hidrográfica, desde que respeitados o contexto e suas densidades e usando boas práticas de infraestrutura ecológica. Neste sentido, a pesquisa tem como objetivo apresentar padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica no meio urbano, considerando cidades mais compactas e mais verdes para alcançar o desenho urbano sensível à água, definidos por Andrade (2014). Foram analisados estudos da EPA (Agência de Proteção Ambiental Americana) sobre “Crescimento Inteligente”, boas práticas de gestão de recursos hídricos e densidades (US-EPA, 2005; 2006), o relatório “Água para um mundo sustentável (WWAP,2015), relatórios de estudos com fichas técnicas realizadas pelo Programa “Desenho Urbano Sensível à Água” (WSUD, 2008). Esta pesquisa faz parte da construção do manual “Desenhando com a água: padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica” e contempla até o momento 52 padrões. Espera-se, assim, contribuir no processo de planejamento e nas tomadas de decisão.

Palavras-chave *Ciclo da água, padrões espaciais, cidades verdes, cidades compactas, desenho urbano sensível à água.*

1. INTRODUÇÃO

A questão da escassez de água potável é um dos maiores problemas que a humanidade vai enfrentar neste século, como pode ser observado nas discussões do evento paralelo que ocorreu na COP 21 em 2015, o “Pacto de Paris sobre Água e Adaptação às Mudanças Climáticas” (*Paris Pact on Water and Climate Change Adaptation*, 2015 - <http://newsroom.unfccc.int/lpaa/resilience/press-release-lpaa-resilience-1-paris-pact-on-water-and-climate-change-adaptation-announced/>). As mudanças climáticas e o uso insustentável da água causam impactos generalizados sobre sociedades e economias, criando secas, inundações e aquecimento, afetando tanto a quantidade como a qualidade de água doce disponível.

O urbanismo baseado nos fluxos de água e a ocupação urbana ecologicamente sustentável têm se tornado uma temática capaz de promover um grande avanço para o planejamento consciente das cidades. A concentração de pessoas em áreas urbanas com modificações antrópicas que ocorrem na paisagem afeta diretamente os caminhos por onde a água circula, desde os processos de infiltração, escoamento e precipitação, avançando até a recarga de aquíferos.

O grande desafio da sustentabilidade urbana hoje é conciliar questões referentes à densidade populacional relacionada aos padrões de ocupação e ao uso do solo, em termos de justiça social, e à capacidade de suporte das cidades no que tange à pegada ecológica e à manutenção do ciclo da água no meio urbano. Com base nessa perspectiva, a pesquisa realizada visa aprofundar estudos sobre padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica que visam melhorar o desempenho do ciclo hidrológico no meio urbano.

As ocupações urbanas tal como são concebidas, atualmente, desequilibram a dinâmica das águas. O abastecimento das cidades e a irrigação para a produção de alimentos consomem água a níveis superiores à capacidade de recuperação dos mananciais, o descarte inadequado de resíduos prejudica os ecossistemas aquáticos e o solo é impermeabilizado pela infraestrutura cinza, que dificulta a drenagem da água e a recarga dos lençóis freáticos.

Sinais de esgotamento se tornam visíveis em várias cidades do mundo e a situação se aproxima do estresse hídrico. As previsões para o futuro indicam que a demanda por água deve aumentar com a tendência mundial de crescimento da população urbana, especialmente nos países em desenvolvimento. Esse cenário revela dois grandes desafios: a necessidade de repensar a questão da água e de rever o padrão de crescimento para garantir a qualidade de vida das cidades em crescimento.

Uma abordagem mais ampla do assunto permite relacionar as áreas mais compactas da cidade com a proteção da qualidade da água regional, desde que respeitados o contexto e suas densidades e usando boas práticas de gestão das águas pluviais. Andrade (2014) trata da questão da dualidade entre cidades para as pessoas e cidades verdes e busca identificar padrões urbanos que sejam bons para as pessoas e bons para os ecossistemas por meio do desenho urbano sensível à água. No presente estudo, objetivo é dar continuidade a síntese desses padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica que conciliem a boa gestão das águas urbanas e a qualidade de vida nas cidades a partir de princípios do Crescimento Inteligente (*Smart Growth*), considerando cidades mais compactas e mais verdes para alcançar o desenho urbano sensível à água.

Foram analisados estudos da EPA (Agência de Proteção Ambiental Americana) sobre crescimento inteligente, boas práticas de gestão de recursos hídricos e densidades (US-EPA 2005 e 2006), o relatório “Água para um mundo sustentável (WWAP, 2015), e estudos realizados pelo Programa “Desenho Urbano Sensível à Água” (WSUD, 2008).

1.1 O crescimento inteligente e a infraestrutura ecológica

O crescimento inteligente surgiu de um cenário de crise no modelo de crescimento adotado nas cidades norte-americanas: o espraiamento ou *sprawl*, cujos pontos-chave são a baixa densidade, as zonas de uso único e o transporte motorizado individual. As consequências de décadas de cidades dispersas provaram a insustentabilidade do modelo, seja como cidade para pessoas, seja como cidade ecológica: dependência do automóvel, vias congestionadas, grandes distâncias percorridas no dia-a-dia, surgimento de cidades-dormitório, vizinhanças sem identidade e pouco convidativas.

A proposta do crescimento inteligente para cidades mais densas é utilizar princípios baseados nas vizinhanças tradicionais de uso misto para fortalecer as comunidades que já existem, criando espaços urbanos atraentes, compactos e conectados. Tornar as ruas mais amigáveis para o pedestre estimula o hábito de caminhar, de modo que evita trajetos de carro desnecessários, engarrafamentos e o sedentarismo.

As cidades de ocupação dispersa voltada para o uso de automóveis levam à construção de vias, estacionamentos e outras superfícies impermeáveis, que ocasionam problemas de enchentes, congestionamentos, alto consumo de energia, emissão de gases de efeito estufa e poluição generalizada. Em áreas residenciais, por exemplo, a malha viária é a principal responsável pelo aumento de volume e carga de poluentes de origem difusa. Já, em áreas comerciais, os telhados e estacionamentos são os maiores contribuintes, pelo acúmulo de cargas poluentes de deposição atmosférica e emissão de veículos (PSAT & WSU, 2005).

Segundo estudos desenvolvidos no Centro de Proteção à Bacia Hidrográfica (*Center for Watershed Protection*), da Cidade de Ellicott, em Maryland, nos EUA, os problemas das águas pluviais são também um problema do grande uso do automóvel. Nada menos que 2/3 de toda cobertura impermeabilizada destina-se a proporcionar “habitat” para carros, estacionamentos, calçadas, rodovias e autoestradas (AUBARCH, 2010, p. 5).

Sob a ótica dos processos hidrológicos, o sistema de drenagem urbana da cidade, bairro ou região abrange, não só as redes designadas para o fluxo de águas pluviais, mas também todas as superfícies e reservatórios de água dentro da bacia: estradas, faixas de servidão, vias, calçadas, telhados, parques, jardins, florestas, solo, fundos de vale, canais e lagoas. Estes elementos fazem parte do desenho urbano, podem ser projetados para produzir uma mudança no escoamento e, ao mesmo tempo, funcionar como um filtro de poluentes, antes de entrar no sistema maior da cidade e do entorno (SPIRN, 2012).

A infraestrutura ecológica pode ser definida como um conjunto de elementos que mantem o funcionamento dos mecanismos de atuação e regulação da natureza dentro das cidades. Na visão de Herzog (2010) proporciona serviços ecossistêmicos ao mimetizar as funções naturais da paisagem. Esses serviços são realizados quando existe conexão entre os fluxos de água e de pessoas nas cidades a partir de um desenho urbano inteligente, verde e permeável, que aproveita ao máximo a capacidade da natureza de ser autossuficiente. Essa harmonia contribui para a qualidade de vida nas cidades e é uma maneira de alcançar a

resiliência. Nessa pesquisa, a infraestrutura ecológica será avaliada principalmente no que diz respeito ao ciclo da água urbano.

Para tanto, é preciso compreender que as águas pluviais podem infiltrar no solo, evaporar ou escoar sobre a superfície, sendo descarregadas nos corpos d'água. A infiltração requer uma combinação de baixa velocidade de escoamento com boa porosidade do substrato - o que, no entanto, não acontece na maioria das cidades, nas quais a grande quantidade de superfícies impermeáveis acelera a velocidade do fluxo da água. Isso impossibilita a sua penetração no solo, potencializando o deslizamento da água sobre a superfície e o transporte de sedimentos, ocasionando assoreamento e poluição dos rios em que é descarregada. Além disso, contribui para a lixiviação e a erosão do solo.

Dessa forma, fica evidente que o bom funcionamento do ciclo da água envolvendo águas urbanas depende intrinsecamente da redução ou limitação das superfícies impermeáveis. É nesse cenário que se torna necessária uma infraestrutura permeável e compacta para recuperar a dinâmica natural das águas dentro das cidades. Alguns especialistas em qualidade da água acreditam que o desenvolvimento urbano de maior densidade pode melhorar a proteção dos recursos hídricos.

A Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) realizou estudos nesse sentido para avaliar a relação entre as densidades e a produção de escoamento proveniente de águas pluviais. Para isso, considerou que a ocupação dispersa preconiza pouca área construída em um lote, cuja área remanescente será coberta por gramados ou jardins. Essa configuração foi por muito tempo tida como eficiente na proteção da qualidade da água, pois reservaria maior área verde para a infiltração. No entanto, alguns pontos foram considerados no estudo no que diz respeito à efetividade dessa solução.

Foi levado em conta que o impacto causado extrapola o desempenho da edificação em um lote. Primeiramente porque em uma ocupação de baixa densidade as distâncias entre os edifícios serão maiores, de modo que se torna necessária uma infraestrutura nova para pessoas e veículos - infraestrutura essa que representará uma superfície impermeável adicional que deve ser contabilizada. Segundo, por que a dispersão naturalmente perturbará uma maior área ainda não utilizada da bacia hidrográfica para acomodar a demanda por crescimento. Além disso, a tipologia adotada nos edifícios nem sempre favorece uma menor área de ocupação; é comum, por exemplo, que residências unifamiliares isoladas ocupem áreas maiores que programas mais complexos.

Outro fator considerado é que mesmo as áreas urbanas potencialmente permeáveis, como gramados e jardins, podem não apresentar contribuição significativa para a infiltração da água devido à compactação de suas superfícies. Essa compactação pode acontecer pelo trânsito de veículos de transporte, equipamentos de construção civil ou simplesmente de pessoas caminhando sobre a superfície do solo.

Por fim, foi concluído que limitar a densidade não limita o crescimento, apenas o direciona para outra região, onde causará impactos em outras bacias hidrográficas. Para comprovar essas hipóteses, a EPA realizou simulações com modelo matemático simples em três cenários de densidade: 1 habitação por acre (4.046m²), 4 habitações por acre e 8 habitações por acre. O primeiro cenário foi o que mais gerou escoamento superficial de água pluvial. O modelo demonstrou que densidade mais alta reduz o escoamento por

moradia em 73%. Construindo o mesmo número de casas em densidade mais alta reduz superfícies impermeáveis em 60%.

A EPA acredita que os princípios do Crescimento Inteligente são uma possibilidade de ocupar uma menor área virgem da bacia hidrográfica e de reduzir as distâncias percorridas por automóvel, diminuindo assim a necessidade de infraestrutura impermeável e a produção de gases poluentes. Considerando as estratégias de melhores práticas de gestão de recursos hídricos e aplicando-as aos cenários de áreas de densidades mais altas, áreas urbanizáveis e subúrbios, áreas de conservação e áreas rurais, é possível a identificação de padrões espaciais focados no ciclo da água urbano, para assegurar a proteção e uso de bacias hidrográficas.

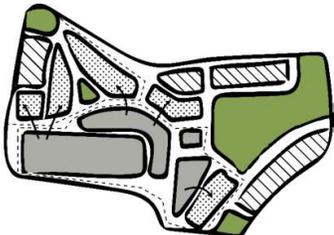
2. SISTEMATIZAÇÃO DE PADRÕES ESPACIAIS DO CRESCIMENTO INTELIGENTE

Andrade (2014), sob a ótica do urbanismo ecológico, sistematizou padrões espaciais relacionados aos princípios de sustentabilidade, bem como os parâmetros do urbanismo sustentável de Farr (2013) que incluem uma visão sistêmica e holística para tratar das questões da forma urbana. Além disso, baseado em manuais técnicos, sobre o ciclo da água no meio urbano e sobre o desenho urbano sensível à água, sistematizou 38 padrões espaciais para promover os fluxos de água na cidade. (no formato: padrão - problema/contexto – recomendação – ilustração), baseada em Alexander et al. (1977).

Os padrões de Alexander et al (1977) mostram a conexão de todos os componentes existentes no meio para um urbanismo desenvolvido e consciente, mostrando que nada deve ser construído de forma isolada dos outros elementos. Sua organização é estabelecida de forma decrescente que começa de uma escala maior e se estende a uma microescala. Cada padrão é expresso com um contexto, um problema e uma solução proposta e nenhum deles é representado de forma isolada, pois cada padrão está subordinado a outros e isso faz deles um elemento completo e conectado.

A tabela abaixo ilustra seis padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológicas no formato “problema/contexto-recomendação-ilustração” (ALEXANDER et al, 1977): (1) Planejamento Regional (Smart Growth/EPA), (2) Desenvolvimento compacto (*Smart Growth/EPA*), (3) Paisagismo Nativo/ *Xeriscape* (*Smart Growth*), (4) Programas de copas de árvores (*Smart Growth/ EPA*), (5) Estratégias de estacionamento (*Smart Growth/ EPA*) e (6) Jardins Agroflorestais (Permacultura). A tabela 1 ilustra os 6 padrões espaciais desenvolvidos a partir dos estudos de Andrade (2014).

Tabela 1 – Padrões Espaciais para o Crescimento Inteligente

PADRÃO ESPACIAL	PROBLEMA/CONTEXTO	SOLUÇÃO
<p>PLANEJAMENTO REGIONAL (SMART GROWTH/EPA)</p> <p>Ilustração</p> 	<p>A administração dos recursos hídricos é facilitada quando o planejamento é feito de forma regional. O parcelamento da bacia hidrográfica em regiões menores para fins de planejamento permite a identificação da demanda de crescimento local e a sua locação em áreas de menor valor ecológico, ao mesmo tempo em que contribui para a adoção de um modelo de crescimento sustentável compatível com a comunidade em questão e para a preservação das áreas mais sensíveis.</p>	<p>Adote um planejamento regional na sua comunidade. Primeiramente é necessário mapear os recursos naturais da região, as áreas que não devem ser ocupadas por desenvolvimento e outras áreas de devem ser protegidas. Depois, discriminar as áreas de expansão e a prioridade do desenvolvimento de vão receber, identificar as vizinhanças, mapear os usos das áreas e mapear os corredores entre as regiões. Isso permite que áreas sensíveis, como regiões de recarga de aquífero, nascentes e pântanos sejam preservadas do desenvolvimento, que é direcionado para regiões de menor impacto.</p>
<p>DESENVOLVIMENTO COMPACTO (SMART GROWTH/EPA)</p> <p>Ilustração</p> 	<p>O crescimento disperso é uma forma potencial de aumentar a quantidade de superfície impermeável em terras não desenvolvidas (greenfields), dificultando a infiltração e o ciclo natural da água. A ocupação de áreas novas na cidade demanda investimento em infraestrutura nova e em transporte para conectar os habitantes à suas necessidades diárias (trabalho, diversão, educação, compras), que ficam cada vez mais distantes. Além disso, contribui para a desvalorização de áreas mais antigas e consolidadas da cidade, que já são servidas por boa infraestrutura e possuem serviços próximos.</p>	<p>Onde for possível, adote um desenvolvimento compacto. Planejar cidades mais densas evita a ocupação de terras não desenvolvidas- ou seja, impede a impermeabilização e a compactação de solo necessário para a infiltração da água e a recarga dos lençóis freáticos. Se organizadas em um zoneamento de uso misto e de paisagismo atraente, essas novas ocupações aproximam os habitantes de suas necessidades diárias, de modo que estimulam a caminhada e diminuem a dependência do carro. Além disso, podem aproveitar a infraestrutura existente de áreas consolidadas subutilizadas e que necessitam de revitalização.</p>
<p>PAISAGISMO NATIVO/XERISCAPE (SMART GROWTH)</p> <p>Ilustração</p> 	<p>O paisagismo inadequado ao solo e ao clima de uma região requer cuidados adicionais e gastos excepcionais com irrigação e uso de adubos específicos para custear a sobrevivência de gramados e jardins com plantas exóticas, que podem ser grandes consumidores de água limpa.</p>	<p>Adote um paisagismo que minimize o uso de água. O paisagismo nativo utiliza plantas adaptadas ao local (consomem uma quantidade de água compatível com a oferta da região) ou espécies que utilizam pouca água, como as cactáceas. Diminuir a área de gramados tradicionais para incorporar o paisagismo nativo, em conjunto com a substituição de sprinklers por sistema de irrigação por gotejamento são medidas que podem implicar em economia significativa de água.</p>
<p>PROGRAMAS DE COPAS DE ÁRVORES (SMART GROWTH/EPA)</p> <p>Ilustração</p>	<p>O uso de vegetação no desenho urbano é comumente tratado como uma questão meramente paisagística, sendo frequente</p>	<p>Adote um programa de copas de árvores em seu planejamento. As copas das árvores maduras funcionam como interceptadoras da água das chuvas, diminuindo a velocidade do</p>



a utilização de exemplares ornamentais ou exógenos em detrimento das espécies autóctones. Essa abordagem subtiliza o potencial que as copas das árvores possuem para o sistema de drenagem urbana, assim como para construir um ambiente mais convidativo para o pedestre e para fortalecer o senso de lugar de uma vizinhança.

escoamento superficial, melhorando a infiltração e prevenindo enchentes. Se colocadas às margens de rios e córregos são efetivas no controle da erosão e ajudam a reduzir a temperatura das águas- o que evita a proliferação de algas indesejáveis e auxilia atividades que dependem de uma temperatura constante da água, como a pesca. Na cidade contribuem para diminuir o efeito da ilha de calor urbano, melhoram o ambiente do pedestre por meio da sombra das copas e do paisagismo e valorizam a vizinhança.

ESTRATÉGIAS
ESTACIONAMENTO
GROWTH/ EPA)

DE
(SMART

Estacionamentos representam uma área considerável de superfície impermeável, contribuindo para o aumento da velocidade do escoamento superficial e também de seu volume, por impedir a infiltração natural. Além disso, são regiões “mortas” pois isolam os edifícios de seus contextos e dificultam a permeabilidade visual e a caminhada dos pedestres.

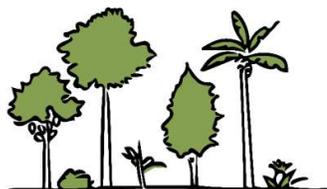
Adote uma política de estacionamentos para reduzir a área ocupada por esse tipo de uso. Procure locar os estacionamentos de modo que possam ser compartilhados por vários edifícios e adequar o número de vagas disponibilizadas ao fluxo de uso, e não ao fluxo de pico. Outra alternativa é projetar edifícios garagem, que abrigam mais vagas em menos espaço. É importante também propor que os estacionamentos fiquem uma distância de uma caminhada curta do local a que servem, para estimular que as pessoas andem pela vizinhança.

Ilustração



JARDINS
AGROFLORESTAIS
(PERMACULTURA)

Ilustração



A produção de alimentos está atualmente relegada a porções distantes das cidades, onde se utilizam monoculturas, excessos de fertilizantes, pesticidas e modificação transgênica. Tudo isso desgasta o solo, tornando-o menos fértil e poroso com o passar do tempo, além de potencialmente contaminar os lençóis freáticos mais superficiais e corpos d'água próximos.

Estimule a iniciativa de jardins agroflorestais. Esse tipo de cultivo se baseia na criação permanente de diversos tipos de espécies em conjunto (florestais e alimentícias), de modo que haja equilíbrio de nutrientes no solo e variedade de usos do cultivo – seja alimentação, extração de madeira ou ornamental. Todas as plantas escolhidas devem ser plantadas no dia da implementação do jardim e devem possuir ciclos de vida diferentes, para que as espécies de crescimento rápido (ex. leguminosas) preparem o solo para as de crescimento mais demorado (ex. árvores maduras) – e também para que sempre haja retorno na produção. É importante dar prioridade às espécies nativas, pois se adaptam melhor ao solo existente.

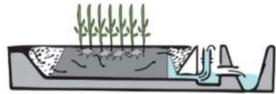
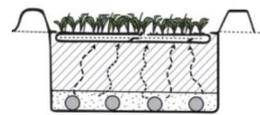
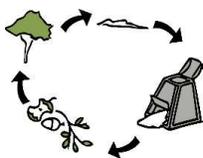
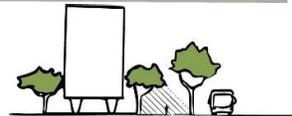
3. RESULTADOS FINAL: PADRÕES ESPACIAIS PARA CIDADES SENSÍVEIS À ÁGUA

De acordo com toda a análise desenvolvida dos manuais australianos do Programa WSUD (WSUD, 2008), dos manuais americanos da US-EPA (2005 e 2006), de infraestrutura verde (HERZOG, 2013), e o documento “Água para um mundo sustentável” (WWAP,2015), a partir dos estudos de Andrade (2014), chegou-se a aproximadamente 52 padrões espaciais, para promover o desenho urbano sensível à água, no nível da paisagem, da

comunidade e da edificação. Todos os padrões, criteriosamente escolhidos, promovem adaptações urbanas capazes de minimizar impactos que influenciam no ciclo hidrológico urbano.

O programa WSUD reconhece que todos os fluxos de água no ciclo da água urbano são um recurso: a água potável, a água da chuva, as águas de drenagem, cursos de água potável, águas cinza (água das pias de banheiro, chuveiro e lavanderia), águas negras (banheiro e cozinha) e mineralização de água (águas subterrâneas). A reutilização de águas cinzas pode economizar quantidades consideráveis de água potável e diminuição de águas residuais.

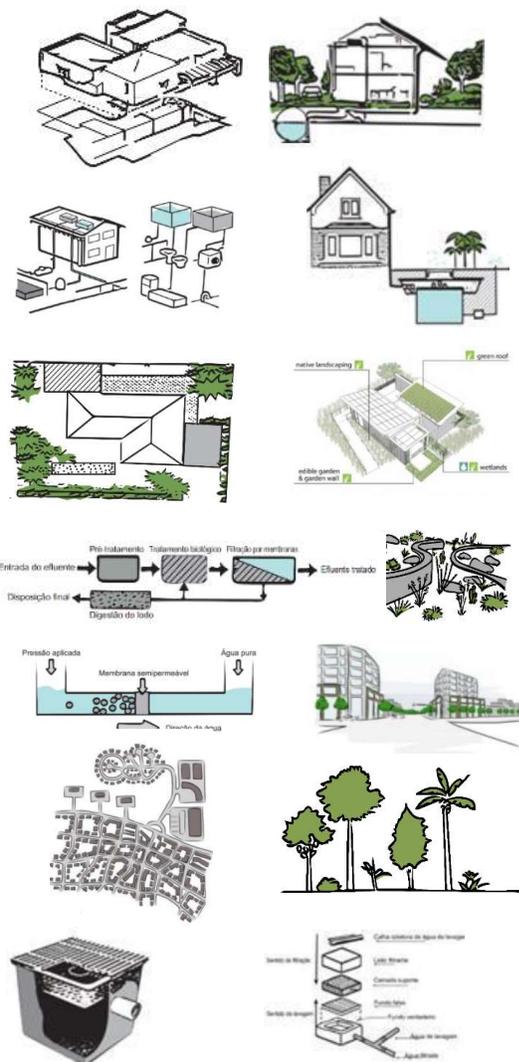
Tabela 2 – Padrões Espaciais para o Desenho Urbano Sensível à água

DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA – (WSUD) – INFRAESTRUTURA VERDE – ECOSSANEAMENTO – AGRICULTURA URBANA- PERMACULTURA - HIDRÁULICA INCA	
PADRÕES GLOBAIS QUE DEFINEM A PAISAGEM E A HETEROGENEIDADE ESPACIAL DOS ECOSISTEMAS	
A.1 Visão holística transdisciplinar dos fluxos de água - (INCAS)	
A.2 Sobreposição de zoneamentos das dimensões morfológicas dos lugares - (LID e DIMPU)	
A.3 Planejamento Regional (Smart Growth/ EPA)	
A.4 Parques urbanos centrais para drenagem	
A.5 Transecto para aplicação do urbanismo agrário e para infraestrutura verde - (URANISMO AGRÁRIO)	
A.6 Agricultura urbana e zoneamento permacultural	
A.7 Compostagem e preparo do solo - (LID)	
A.8 Reabilitação de canais de água - (WSUD)	
A.9 Parques lineares e corredores verdes - (HERZOG)	
A.10 Terraços para contenção de terra e para agricultura - (INCAS)	
A.11 Bioengenharia ou engenharia leve	
A.12 Canais de infiltração - (Permacultura)	
A.13 Lagoas e lagos - (WSUD)	
A.14 Bacias de sedimentação - (WSUD)	
A.15 Zonas úmidas de superfície - wetlands ou alagados construídos - (WSUD)	
A.16 Zonas úmidas para escoamento subsuperficial - wetlands ou alagados construídos - (WSUD)	
PADRÕES GLOBAIS QUE DEFINEM A COMUNIDADE, BAIROS E AGRUPAMENTO DE EDIFICAÇÕES	
A.17 Traçado das vias e macroparcelas - (LID E SINTAXE ESPACIAL)	
A.18 Tráfego calmo - (LID)	
A.19 Biovaletas ou valas com vegetação e faixas de proteção (WSUD)	
A.20 Jardins de chuva - (WSUD)	
A.21 Covas de árvores de jardins chuva - (WSUD)	
A.22 Pavimentos porosos - (WSUD)	
A.23 Trincheiras de infiltração	
A.24 Ruas compartilhadas	
A.25 Praças pequenas de bairro para infiltração	
A.26 Desenvolvimento compacto (Smart Growth/ EPA)	
A.27 Programas de copas de árvores (Smart growth/ EPA)	
A.28 Estratégia de estacionamento (Smart Growth/	

EPA)

PADRÕES LOCAIS PARA AGRUPAMENTO DE EDIFICAÇÕES OU EDIFICAÇÕES NO LOTE

- A.29 Casas sensíveis à água - (WSUD)
- A.30 Tanques de águas pluviais em domicílios para uso ao ar livre - (WSUD)
- A.31 Tanques de águas pluviais em domicílios para uso em descarga de banheiro - (WSUD)
- A.32 Traçado do terreno e paisagismo - (WSUD)
- A.33 Tetos Verdes - (LID)
- A.34 Iniciativas de conservação de água - (WSUD)
- A.35 Sistema de reutilização de águas cinzas (ECOSSANEAMENTO)
- A.36 Processos biológicos de crescimentos suspensos
- A.37 Tanque de evapotranspiração (ECOSSANEAMENTO)
- A.38 Banheiros de compostagem (ECOSSANEAMENTO)
- A.39 Living Machines ou máquinas vivas (ECOSSANEAMENTO)
- A.40 Armadilhas de Poluentes Brutos (GPTs) - (WSUD)
- A.41 Filtração de areia e de profundidade para águas residuais - (WSUD)
- A.42 A filtração por membranas - (WSUD)
- A.43 Desinfecção
- A.44 A dualidade das densidades
- A.45 Custo da densidade construtiva
- A.46 Áreas mais compactas para água
- A.47 Empreendimento Urbano voltado para o transporte público (TOD)
- A.48 TOD e tipologia do lugar
- A.49 Tamanho, forma e conectividade do habitat
- A.50 Infraestrutura de alto desempenho
- A.51 Xeriscape (Smart Growth)
- A.52 Jardins Agroflorestais (Permacultura)



4. CONCLUSÕES

Cidades compactas, densas e verdes fortalecem as vizinhanças sempre que permitem a mobilidade (especialmente a de pedestres) e oferecem estruturas de permanência - lugares que podem ser facilmente apreendidos e ocupados pelas pessoas são tidos como acolhedores e fortalecem a sensação de segurança.

Quando associados aos padrões espaciais e técnicas de infraestrutura ecológica apresentadas, esses espaços compactos e verdes evitam a extensão de áreas impermeáveis e a ocupação de áreas inexploradas da bacia, favorecem a infiltração da água no solo e a reposição dos lençóis freáticos. Dessa forma, o investimento em infraestrutura ecológica é uma maneira de conciliar a demanda por qualidade de vida nas cidades atuais com a necessidade de preservação dos recursos e adequação ao ciclo natural da água.

O urbanismo baseado nos fluxos hídricos, com o desenho de cidades em torno da dinâmica da água, tem se tornado uma ferramenta poderosa para a realidade atual. O Programa WSUD, trabalha nessa direção e visa integrar o planejamento urbano com a gestão, proteção e conservação do ciclo urbano hidrológico. O desenho urbano voltado aos fluxos de água inclui vários aspectos da cidade como vias, qualidade de vida dos cidadãos, arquitetura, tráfegos e microclimas; elementos que unidos às águas sensíveis geram uma ocupação urbana ecologicamente sustentável.

Esta pesquisa se insere no contexto do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído da FAU/UnB na linha de pesquisa Ciclo da Água & Padrões Espaciais Urbanos que busca compreender os fluxos de água nas diversas escalas e seus padrões espaciais, com estudos sobre infraestrutura ecológica e diagnósticos de desempenho ambiental de diferentes sistemas hídricos envolvidos. Neste momento está sendo desenvolvido um Manual “Desenhando com a água no meio urbano: padrões espaciais e infraestrutura ecológica” que auxilie os estudantes, os técnicos de governo e a sociedade na promoção de cidades sensíveis à água. Espera-se que esse trabalho se torne útil para o Comitê de Bacia do Paranoá e possa futuramente ser usado na forma de cartilha.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, C.; ISHIKAWA S.; Murray, S.; JACOBSON, M.; FIKSDAHL-KING, I.; ANGEL, S. 1977 A Pattern Language. New York: *Oxford University Press*.
- ANDRADE, L.M.S. de. 2014. *Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e no nível da paisagem*. 6 de junho de 2014. 544 fls. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília.
- AURBACH, Laurence. 2010. Dense and Beautiful Stormwater management. Ped Shed Blog. Acesso em agosto de 2013. Disponível em <http://pedshed.net/?p=270>.
- FARR, Douglas. 2013. *Urbanismo sustentável*. São Paulo: Bookman Editora.
- HERZOG, C.P. 2015. Infra-estrutura verde para cidades mais sustentáveis. Produtos e sistemas relativos a infra-estrutura. In. Cadernos Virtuais de Construção Sustentável. Secretaria do Ambiente (SEA) do Estado do Rio de Janeiro, 2010b. Disponível em: < <http://inverde.wordpress.com/artigos-e-teses/>>. Acesso em 10 de julho de 2015.
- PSAT & WSU. 2005. *Puget Sound Action Team & Washington State University Pierce County Extension*. Low Impact Development: Technical Guidance Manual for Puget Sound. Washington. 246p.
- SPIRN, A. 2012. *Ecological urbanism: A framework for the design of resilient cities*. Massachusetts, EUA.
- US-EPA - United States Environmental Protection Agency. Using smart growth techniques as stormwater best management practices. 2005. Washington, DC. 2005. Disponível em <www.epa.gov/smartgrowth>.
- US-EPA - United States Environmental Protection Agency's Development, Community, and Environment Division. Protecting water resources with higher- density development. Washington, DC, 2006. Disponível em <www.epa.gov/smartgrowth>.
- WSUD. 2008. City of Melbourne WSUD Guidelines. Applying the Model WSUD Guidelines. An Initiative of the Inner Melbourne Action Plan. Melbourne.
- Wong T.H.F., Allen R., Brown R.R., Deletić A., Gangadharan L., Gernjak W., Jakob C., Johnstone P., Reeder M., Tapper N., Vietz, G. and Walsh C.J. 2013. *Blueprint2013 – Stormwater Management in a Water Sensitive City*. Melbourne: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2015. The United Nations World Water Development Report 2015: *Water for a sustainable world*. Paris: UNESCO.