

Paisagem urbana natureza & pessoas

Maria do Carmo de Lima Bezerra
(organizadora)

EDITORA



UnB



Pesquisa,
Inovação
& Ousadia



Universidade de Brasília

Reitora : Márcia Abrahão Moura
Vice-Reitor : Enrique Huelva

EDITORA



UnB

Diretora : Germana Henriques Pereira

Conselho editorial : Germana Henriques Pereira (Presidente)
: Fernando César Lima Leite
: Beatriz Vargas Ramos Gonçalves de Rezende
: Carlos José Souza de Alvarenga
: Estevão Chaves de Rezende Martins
: Flávia Millena Biroli Tokarski
: Jorge Madeira Nogueira
: Maria Lidia Bueno Fernandes
: Rafael Sanzio Araújo dos Anjos
: Sely Maria de Souza Costa
: Verônica Moreira Amado



Paisagem urbana

Natureza & pessoas

Maria do Carmo de Lima Bezerra
(organizadora)



Coordenação de produção editorial : Equipe editorial
: Luciana Lins Camello Galvão
Preparação e revisão : Denise Silva Macedo
Projeto gráfico : Wladimir de Andrade Oliveira
Diagramação : Haroldo Brito

: © 2020 Editora Universidade de Brasília

: Direitos exclusivos para esta edição:
: Editora Universidade de Brasília

: SCS, quadra 2, bloco C, nº 78, edifício OK,
: 2º andar, CEP 70302-907, Brasília, DF
: Telefone: (61) 3035-4200
: Site: www.editora.unb.br
: E-mail: contatoeditora@unb.br

: Todos os direitos reservados. Nenhuma parte
: desta publicação poderá ser armazenada ou
: reproduzida por qualquer meio sem a autorização
: por escrito da Editora.

: Esta obra foi publicada com recursos provenientes do
: Edital DPI/DPG nº 3/2019.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade de Brasília

P149 Paisagem urbana : natureza & pessoas / Maria do Carmo de Lima
Bezerra (organizadora). – Brasília : Editora Universidade de
Brasília, 2021.
242 p. ; 23 cm. – (Pesquisa, inovação & ousadia).

ISBN 978-65-5846-006-0

1. Infraestrutura verde. 2. Drenagem urbana sustentável. 3.
Qualidade ambiental urbana. I. Bezerra, Maria do Carmo de Lima
(org.). II. Série.

CDU 711.4

Sumário

Prefácio 9

Introdução 13

Parte I

Capítulo 1

Qualidade de vida e qualidade ambiental: como comparecem no planejamento das cidades? 19

Maria do Carmo de Lima Bezerra

Marly Santos da Silva

Introdução **19**

1 Sustentabilidade e qualidade ambiental: derivações da qualidade de vida? **22**

2 Definições de qualidade de vida e ambiental urbana **25**

3 Atributos que traduzem a qualidade de vida e ambiental das cidades **33**

Considerações finais **43**

Capítulo 2

Contribuições da infraestrutura verde para o planejamento da paisagem urbana 45

Camila Gomes Sant'Anna

Maria do Carmo de Lima Bezerra

Introdução **45**

1 Diferentes visões de uma mesma abordagem conceitual **51**

2 Princípios da infraestrutura verde **57**

3 Elementos configuracionais da infraestrutura verde para planejamento da paisagem **65**

4 Estratégias metodológicas de infraestrutura verde para planejamento da paisagem **68**

Considerações finais **69**

Parte II

Capítulo 3

Paisagem urbana integrada às técnicas de infraestrutura verde para drenagem: solução para os alagamentos em Brasília 73

Maria do Carmo de Lima Bezerra
Mariana Arrabal
Vitor Camuzi

Introdução **73**

1 Manejo sustentável das águas no meio urbano **75**

2 O papel das áreas verdes para promoção da drenagem sustentável **79**

3 Sistema de drenagem de Brasília e as razões para os alagamentos **89**

Considerações finais **107**

Capítulo 4

Conexões entre elementos da forma urbana e infiltração natural para o planejamento em áreas de recarga de aquíferos 109

Ana Paula Seraphim
Aline Oliveira

Introdução **109**

1 Fatores do processo de ocupação urbana com implicações na infiltração natural **112**

2 Diretrizes de urbanização facilitadoras da infiltração natural **117**

3 Construção do quadro metodológico de análise da forma urbana quanto à sua interferência na infiltração natural **127**

4 Aplicabilidade da metodologia utilizando estratégias de baixo impacto na recarga em parcelamento urbano na Bacia do Lago Paranoá – DF **131**

Considerações finais **142**

Parte III

Capítulo 5

Articulação entre proteção ambiental e urbanização: estudo da ARIE JK no Distrito Federal 147

Anna Carollina Palmeira

Tatiana Chaer

Introdução 147

1 Espaço urbano e preservação ambiental: principais desafios e potenciais interfaces 149

2 Estudo dos usos de articulação entre áreas urbana e de preservação: o caso da ARIE JK no Distrito Federal 155

3 Aplicação do método de planejamento ambiental para definição de usos urbanos compatíveis com a preservação ambiental 164

Considerações finais 173

Capítulo 6

Discutindo as lógicas que fundamentam os instrumentos de gestão urbana e de gestão ambiental 175

Maria do Carmo de Lima Bezerra

Introdução 175

1 Preservacionismo e conservacionismo: conceitos que explicam o conflito ambiental urbano 179

2 As Áreas de Preservação Ambiental (APA) no Brasil foram concebidas como áreas de uso sustentável? 182

3 Gestão urbana e compatibilidade com preservação ambiental 189

Considerações finais 193

Parte IV

Capítulo 7

Brasília e a configuração de sua paisagem metropolitana: o cerrado e os vazios urbanos 199

Carolina Pescatori

Luciana Saboia

Tauana Ramthum do Amaral

Introdução **199**

1 O Planalto Central e a construção da paisagem da nova capital **201**

2 A sub-bacia do Paranoá como unidade de planejamento e a configuração dos espaços “entre” **209**

Considerações finais **215**




P Prefácio

O livro *Paisagem urbana: natureza & pessoas* disponibiliza a experiência da docente e pesquisadora dos temas de infraestrutura urbana, planejamento urbano e gestão ambiental urbana. No caso do projeto de pesquisa que o livro consolida, são mais de oito anos de trabalho de um grupo que associa alunos de graduação e de pós-graduação e colegas de instituições de pesquisas nacionais e estrangeira. A motivação norteadora da pesquisa foi a inserção da dimensão ambiental nas decisões de planejamento urbano e urbanismo, de modo a colaborar para reverter as consequências da urbanização, que tem reduzido a urbanidade das cidades brasileiras. Esse é o desafio da organizadora deste livro, que discute cidades verdes no contexto de urbanizações desiguais, o que constitui uma inovação.

A resposta está na diversidade de abordagens empregadas pelos autores que aqui disponibilizam seus trabalhos. Sempre ancorados em uma grande experiência sobre a realidade local e sintonizados com o que se tem produzido de mais atual sobre os respectivos temas, os pesquisadores promovem uma visão crítica necessária aos ajustes na gestão urbana e ambiental brasileira de forma pragmática, fundada em estudos propositivos e com simulações que comprovam sua efetividade para os casos em que se aplicam.

Vale destacar que a abordagem multidisciplinar domina o tratamento das pesquisas que navegam pela gestão ambiental, pela geografia, pela engenharia e pela sociologia, para possibilitar discussões



teóricas e práticas sobre os problemas das águas urbanas. Em especial, trata-se aqui da drenagem urbana e da impermeabilização do solo, das unidades de conservação nas áreas urbanas e na qualidade de vida e ambiental nas cidades.

Dentro dessa perspectiva, o livro traz, em seu primeiro capítulo, uma síntese dos principais conceitos que os termos *qualidade de vida*, *qualidade ambiental* e *sustentabilidade urbana* congregam com o propósito de verificar seus papéis na estruturação dos espaços construídos e das áreas livres e preservadas da cidade. Como modo de introduzir as formas de atribuir concretude a esses conceitos, o Capítulo 2 traz as múltiplas manifestações conceituais sobre Arquitetura da Paisagem, com destaque para o arcabouço teórico-prático da infraestrutura verde.

Cidade e água é o tema dos dois próximos capítulos, assunto de grande interesse do grupo de pesquisa. O Capítulo 3 discute a drenagem sustentável e apresenta soluções de tratamento dos espaços públicos e de áreas verdes para funcionamento como elemento de drenagem articulado à multifuncionalidade necessária à cidade. Apresenta solução para os alagamentos da Asa Norte, em Brasília, com simulação computacional de sua efetividade frente às soluções tradicionais, viabilizando a tomada de decisão assertiva para a mudança de paradigma. O Capítulo 4 estuda a ocupação urbana em áreas de recarga de aquíferos onde são identificados os padrões de ocupação do solo que mais favorecem ou geram impermeabilização. A análise realizada na bacia do Paranoá, em Brasília, indica a relação entre padrões urbanísticos e seu grau de infiltração e gera subsídio para revisão de normas de uso e de ocupação do solo pelos Planos Diretores.

No próximo bloco de dois capítulos, o tema tratado é a relação entre áreas urbanas e áreas de preservação ambiental. No Capítulo 5, discutem-se o tratamento das unidades de conservação – Áreas de Proteção Ambiental (APA) inseridas na estrutura urbana – e a articulação de seus instrumentos de zoneamento em prol da qualidade ambiental urbana. No Capítulo 6, trata-se da necessária costura de gradações de usos do solo entre áreas urbanas e ambientais, de modo que leve a população a perceber a importância de áreas preservadas e os serviços que essas

lhe prestam, reduzindo as pressões decorrentes de ocupações irregulares e promovendo usos urbanos em áreas ambientais compatíveis com sua fragilidade. Utilizando métodos de planejamento ambiental, foi estudada a relação entre a Área de Relevante Interesse Ecológico Parque Juscelino Kubitschek (ARIE JK) e as cidades de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia, apontando algumas possibilidades para enfrentar esse desafio.

Ao final, de modo a arrematar as diferentes escalas de organização da paisagem urbana, a discussão passa para o tema metropolitano. Trata da rede de cidades do Distrito Federal e de suas articulações com os espaços naturais de seus interstícios enfatizando as relações de interdependências entre a paisagem construída e a natural.

Por tudo o que foi dito, a publicação do livro tem potencial para ampliar o alcance das parcerias que muito contribuirão para a disseminação das pesquisas científicas, tecnológicas e de inovação realizadas na Universidade de Brasília, ampliando as possibilidades de parcerias nacionais e internacionais. Pode igualmente disseminar, perante acadêmicos e gestores públicos, soluções para a construção de cidades ambientalmente mais sustentáveis.

Fabiano Lemes de Oliveira, PhD.
Professor Associado em Urbanismo.
DASTU – Dipartimento di Architettura e Studi Urbani.
Politecnico di Milano.



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantener el orden y la disciplina en el uso de los servicios.
Reservados todos los derechos. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.


oda
& Rosa



Introdução

Os debates revisionistas que decorrem da consideração do tema da sustentabilidade como novo paradigma do nosso tempo têm, no fenômeno urbano, um eixo analítico essencial para a ressignificação do processo de desenvolvimento em nível global, dadas a concentração de população e a influência das cidades no consumo de recursos naturais e na geração de resíduos. Uma avaliação histórica das proposições de organização da paisagem urbana demonstra que nem sempre o entendimento da presença da natureza nas cidades se deu na perspectiva de resguardo das funções ecológicas, que garante a oferta de serviços ambientais à cidade. Pelo contrário, a ênfase se deu no atendimento das necessidades de qualidade de vida entendidas como provimento da habitação salubre e acesso a equipamentos de função socioeconômica, comparecendo a natureza com papel associado ao lazer e à estética urbana.

Em resposta aos desequilíbrios socioambientais urbanos que vivenciamos, a abordagem ecossistêmica tem despontado como resposta ao desafio de pôr em prática uma relação sustentável entre as demandas urbanas e a capacidade de suporte do meio físico e biótico. O foco está na renaturalização das cidades. Essa abordagem repensa o arcabouço teórico e prático do planejamento da paisagem e tem apontado para a desejável operacionalização da cidade ambientalmente sustentável, ou seja: aquela que garante serviços ecossistêmicos e promove resiliência ecológica, contribuindo para as adaptações às mudanças climáticas.



As intervenções urbanas que consideram a lógica de funcionamento dos ecossistemas em que se inserem têm recebido a denominação *de Soluções Baseadas na Natureza* (SbN) e se caracterizam por agregar as funcionalidades dos sistemas naturais às respostas necessárias ao funcionamento das cidades. Respaldam, assim, a noção de sustentabilidade ambiental para responder às inadequações de caráter socioambiental que a urbanização gerou no atual modelo civilizatório.

Entretanto, seria apropriado dizer que, ainda hoje, mesmo diante do consenso sobre a necessidade de mudanças estruturais, as iniciativas que adotam soluções baseadas na natureza se reduzem a intervenções pontuais relacionadas, por exemplo, à promoção da infiltração da água em jardins de chuva, que, mesmo trazendo resultados positivos, tem pouca significância para gerar o equilíbrio hídrico na bacia hidrográfica na qual se insere. Essas soluções carecem da falta de integração aos instrumentos de ordenamento territorial para que, de forma substantiva, avance-se na incorporação da dimensão ambiental na tomada de decisão sobre a ocupação do território. Essa falta de alinhamento entre prática e base conceitual, própria de uma formulação teórica em construção, dificulta a estruturação de orientações metodológicas que possam, de fato, influenciar na prática do planejamento da paisagem urbana rumo à sustentabilidade ambiental.

O livro *Paisagem urbana: natureza & pessoas* está organizado na forma de coletânea, que retrata diferentes pesquisas, mas mantém um fio condutor que reflete o fundamento do Grupo de Pesquisa Gestão Ambiental Urbana, qual seja: a inserção da dimensão ambiental nas decisões de planejamento urbano, de modo a reverter as consequências da urbanização, que tem reduzido a qualidade de vida e ambiental de nossas cidades.

Seu conteúdo se estrutura em quatro partes que perpassam as bases conceituais sobre qualidade e ordenamento da paisagem, os métodos de um urbanismo sensível à água, as relações entre cidade e unidades de conservação e a leitura da paisagem na escala metropolitana na complementaridade da rede de cidades com seus interstícios naturais. Seus capítulos possuem cunho teórico-prático, no qual o Distrito Federal é

utilizado como objeto de estudo para aplicação de leituras e de métodos que podem se replicados em outros contextos.

Na Parte I, o capítulo inicial procede a uma síntese dos principais conceitos que os termos *qualidade de vida*, *qualidade ambiental* e *sustentabilidade urbana* congregam com o propósito de verificar seu papel determinístico na estruturação dos espaços construídos, das áreas livres e preservadas da cidade. Apresenta uma síntese dos fatores e dos atributos que caracterizam cada um dos conceitos e remete à possibilidade de utilização dos resultados na gestão urbana. Ainda nessa parte, o próximo capítulo apresenta as múltiplas manifestações conceituais sobre Arquitetura da Paisagem, com destaque para o arcabouço teórico-prático da infraestrutura verde. Procura identificar princípios, estratégias e métodos de elaboração de intervenções que tenham o propósito de garantir serviços ecossistêmicos e funções urbanas, habilitando a abordagem como ferramenta operacional para promoção da cidade ambientalmente sustentável.

A Parte II aborda a relação entre cidade e água. Discute a drenagem sustentável e aponta soluções de tratamento dos espaços públicos e de áreas verdes para funcionamento como elemento de drenagem. Estuda a ocupação urbana em áreas de recarga de aquíferos apontando os principais fatores que levam à perda de infiltração natural nas cidades e as estratégias de urbanização sensível à água que possam mitigar a ocorrência desses fatores. Desenvolve estudo na bacia do Paranoá, em Brasília, demonstrando a relação entre padrões urbanísticos e seu grau de infiltração por meio de simulação computacional do escoamento superficial e da infiltração, de modo a validar os padrões urbanísticos estudados e gerar subsídio para a prática do planejamento urbano e do urbanismo.

Na Parte III, os dois próximos capítulos tratam da relação entre áreas urbanas e áreas de preservação ambiental discutindo as bases normativas ambientais e urbanísticas e as possibilidades de usos que garantam a proteção ambiental e a apropriação social dos espaços. Em primeiro, discute-se como viabilizar a necessária costura de graduações de usos do solo entre essas áreas, levando a população a perceber a importância de áreas preservadas e os serviços que essas lhe prestam,

reduzindo as pressões por ocupações irregulares. No capítulo seguinte, discutem-se os conflitos de gestão a que estão submetidas as unidades de conservação de Uso Sustentável, as Áreas de Proteção Ambiental (APA) inseridas em áreas urbanas, frente às exigências de zoneamentos ambientais de seus territórios pelo Plano de Manejo das unidades de conservação e pelo Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo dos Planos Diretores Urbanos.

Por último, a Parte IV, composta por um único capítulo, discute a escala metropolitana na rede de cidades do Distrito Federal enfatizando as relações de interdependências entre a paisagem construída e a natural.

Maria do Carmo de Lima Bezerra



Parte I



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantenerse dentro del área de espera y no salir hasta que el personal de seguridad le indique lo contrario.

oda
& Rosa



1


Capítulo 1

Qualidade de vida e qualidade ambiental: como comparecem no planejamento das cidades?

Maria do Carmo de Lima Bezerra
Marly Santos da Silva

Introdução

O paradigma ambiental que desponta no início do século XX, associado ao controle de emissões provocadas pelo processo de industrialização, evolui para inter-relações mais complexas entre formas de produção, de consumo e de uso da natureza. A partir da década de 1980



em diante, o tema passou a influenciar as disciplinas afetas ao ordenamento territorial urbano, seja por meio da discussão dos impactos da urbanização sobre os sistemas bióticos e abióticos, seja pela revisão dos padrões de uso e de ocupação do solo urbano. Trouxe à tona muitas reflexões acerca da natureza e sua relação com o meio urbano, o que resultou em uma série de conceitos a serem utilizados nos meios técnicos e políticos, desvelando o que antes estava restrito a ambientes acadêmicos. A disseminação dos conceitos vai adquirir expressão nas disciplinas de urbanismo e planejamento urbano.

Pelo menos duas perspectivas se destacam como alternativas à racionalidade econômica utilitarista vigente até então. A primeira defende que o homem necessita preservar e utilizar a natureza de modo mais eficaz, ou acabará colocando em risco sua própria vida; a segunda retoma a ideia de que o ser humano é parte da natureza. Ambas passam a exigir uma visão sistêmica no uso da natureza pautada pela ideia de manutenção do ciclo próprio dos ecossistemas.

No Brasil, inúmeras cidades apresentam desequilíbrios reais na relação entre espaços construídos e remanescentes naturais (rios, nascentes, morros, montanhas). São paisagens caracterizadas por áreas degradadas de diferentes formas, sejam decorrentes da urbanização desigual marcada por passivos no saneamento ambiental, sejam da gestão inadequada de resíduos, entre outros. Deste modo, constata-se que as consequências do avanço da urbanização sobre áreas de fragilidade ambiental associado ao modelo de ocupação disperso compõem um mosaico urbano complexo composto por desigualdades sociais e por impactos negativos ao funcionamento dos ecossistemas.

Diante desse quadro, seria certo pensar que as ações de planejamento urbano não estiveram sempre amparadas pelo discurso de promoção da qualidade de vida e, mais recentemente, da qualidade ambiental das cidades. Entretanto, esses são os mais declarados objetivos do planejamento urbano. Como explicar essa contradição? Estudos nessa área (NAHAS, 2015; NAHAS; ESTEVES, 2015) tratam do tema dando ênfase ao fato de as iniquidades que se verificam nas cidades se relacionarem às mazelas de ordem socioeconômica e política. Sem discutir o peso

que esses fatores possuem na construção do espaço urbano, este texto tratará das incongruências conceituais e técnicas que envolvem reduzir os problemas urbanos brasileiros apenas aos aspectos socioeconômicos.

Essa visão levou, por anos, a que se advogassem mudanças necessárias no quadro político sob a crença de que essas nos levariam à equidade nas cidades, o que não ocorreu na nossa transição democrática. Assim, além de um espaço de liberdade e de participação, faz-se necessária também a revisão das bases conceituais e das técnicas que levaram ao aprimoramento dos inadequados instrumentais de gestão urbana ainda hoje utilizados, mesmo passados 30 anos de democracia. Aqui se parte da ideia de discutir e de entender o que impede a promoção da cidade que desejamos com conceitos mais discutidos na temática urbana – *qualidade de vida* e *qualidade ambiental* – e na espacialização desses conceitos.

Os conceitos de *qualidade de vida* e de *qualidade ambiental*¹ estão presentes nos discursos de gestores e de estudos técnicos, assim como nas próprias leis, os quais, na maioria das vezes, não esclarecem qual será a eficácia e a efetividade das ações de planejamento para seu alcance ou dos estudos que são demandados para atingir esse grau de qualidade, que, por outra, não é definido por leis e por planos. De onde surgiram as derivações dos conceitos de qualidade associados aos de planejamento das cidades? Há diferenças entre *qualidade de vida*, *qualidade ambiental*, *qualidade de vida urbana*, *qualidade ambiental urbana*? Todos os conceitos cabem no entendimento de sustentabilidade e de desenvolvimento sustentável urbano? No campo do planejamento urbano e do urbanismo, esses termos aparecem quase como sinônimos, muitas vezes, sem nenhuma preocupação em demarcar origem, fontes e forma de tratamento.

Aqui se apresentam algumas das múltiplas abordagens que compõem as qualidades (de vida, ambiental e urbana) e suas

¹ O termo *qualidade* pressupõe que se adjective ser boa ou má, mas aqui se o usa no significado que ele tem na área de planejamento urbano, que se refere a um objetivo finalístico de melhoria da vida das pessoas ou do ambiente natural e construído das cidades.

intersecções com a sustentabilidade, a fim de dispor de uma rápida revisão teórico-conceitual com base em levantamentos e em discussões acadêmicas sobre as formas de tratamento dos termos. O objetivo é, com um entendimento mínimo, estabelecer-se uma possível tradução espacial desses termos que apoie as ações de ordenamento territorial urbano.

1 Sustentabilidade e qualidade ambiental: derivações da qualidade de vida?

O questionamento sobre o que é qualidade de vida pode levar para caminhos de alta subjetividade. Uma das razões se deve ao fato de qualidade de vida ser campo de estudo multidisciplinar, portanto, de interesse de diferentes áreas do conhecimento: economia, estatística, ciências sociais, urbanismo, psicologia, medicina, saúde pública e geografia, para citar algumas. Tanto pelo foco de cada disciplina, quanto pela visão compartimentada de atuação das ciências modernas, tem-se uma gama de significados associados ao conceito de *qualidade de vida*.

Há quem entenda o termo – *qualidade de vida* – de, pelo menos, duas formas distintas: *i*) aquela que remete ao uso do conceito de modo correlato e comum como nível de vida, condições de vida e de desenvolvimento humano; e *ii*) aquela que remete à subdivisão do termo *qualidade de vida* associado a diferentes recortes: qualidade de vida urbana, qualidade de vida rural, qualidade de vida no trabalho e qualidade de vida na velhice (MORATO, 2004). Deve-se considerar que estudos acadêmicos sobre o tema existem desde o início do século XX.² Entretanto, aqui será feito um recorte que destaca um momento simbólico em que se associa a ideia de qualidade de vida ao desenvolvimento e ao planejamento urbano.

² Segundo Soligo (2012, p. 15), “depois da Segunda Guerra Mundial, pode-se dizer que se iniciaram os indicadores sociais que vão adquirir caráter de acompanhamento de políticas públicas, que, por sua vez, adquirem relevância metodológica a partir dos anos de 1950 a 1970, com foco na garantia de salubridade e no acesso a serviços por parte da população, fato que alça os indicadores a subsídios do planejamento urbano.”

No âmbito do discurso político, destaca-se que o termo foi utilizado pelo presidente norte-americano Eisenhower, em 1960, e veio no bojo das intervenções de reconstrução pós-guerra como metáfora nas estratégias da Guerra Fria. Foi um discurso aglutinador das necessidades emergenciais de reconstrução das economias de muitos países e de reorganização espacial das fronteiras geopolíticas. Visava a difundir a ideia de que as ações empreendidas promoveriam inclusão de grupos socioculturais distintos e aumentariam a longevidade humana por meio de aumento nos padrões de consumo, aproximando-se daquele norte-americano (GUIMARÃES, 2005).

Essa ação política se dá como consequência das discussões ocorridas desde a década de 1950 e se estende com foco na longevidade, no consumo e na integração social até os anos de 1970. No início da década de 1980, emergem estudos de qualidade de vida sobre os aspectos subjetivos, qualitativos e apreciativos com base na percepção dos indivíduos e dos grupos em relação à sua qualidade de vida. Os estudos referentes à dimensão físico-espacial só surgiram mais tarde. A crescente ampliação de aspectos definidores do conceito e de seus parâmetros vai nortear os objetivos do planejamento ao longo das últimas décadas.

Assim, na década de 1980, o sentido atribuído a *qualidade de vida* vai, gradativamente, dos aspectos psicológicos e da subjetividade dos conceitos e definições idealizados para, cada vez mais, a incorporação crescente da preocupação com os impactos ambientais. Dessa profusão de significados, resultou a formação de um termo que possui o significado que cada um quer atribuir, perdendo sua função de nortear o alcance de um futuro desejável que caracteriza as ações de planejamento.

Para alguns, significa a soma de fatores decorrentes da interação entre sociedade e ambiente, atingindo a vida no que concerne às necessidades biológicas e psíquicas. Porém, outro aspecto a ser apontado se refere ao grau de satisfação em relação às questões psicológicas, sociais e materiais. As de caráter geral envolvem alimentação e moradia, e as abstratas, foco nas particularidades, como autoestima, por exemplo (FORATTINI, 1991).

Dada a abrangência e a inserção do conceito nas metodologias de planejamento urbano e regional, as abordagens de natureza multidisciplinar se fortaleceram. A fim de objetivar esses aspectos, foram realizados esforços para definir parâmetros e, assim, mensurar o que poderia compor a qualidade de vida. Certamente, os aspectos subjetivos ficaram no nível do discurso, pouco avançando na consecução de ações práticas de planejamento.

Outro ponto a ser destacado diz respeito ao fato de grande parte desses conceitos e definições ter sido produzida em países economicamente mais ricos, o que explica a progressiva expansão de novos valores, para além das necessidades básicas. Ajustá-los às realidades locais passou a ser um desafio, pois a prática demonstra que a aplicação foi e ainda é realizada com base no transplante de parâmetros originalmente definidos nos países ricos para analisar realidades nas quais o básico para a sustentação da vida não foi garantido ainda.

Desta feita, entende-se que não é possível ter uma universalidade apesar de os métodos de mensuração procurarem lidar com o entendimento de parâmetros básicos. Contudo, até aqui, destaca-se um ponto relevante da discussão, que é o fato de, em qualquer das abordagens, seja qual for o aspecto analisado, o conceito de *qualidade de vida* ter um viés antropocêntrico. Os aspectos valorados visam a chegar ao melhor padrão para o ser humano, mas não pelo entendimento de que se vive em um sistema único e interdependente entre seres humanos e natureza. Esse entendimento geral do que seja qualidade de vida, ao ser definido como objetivo e ao ser transposto para as metodologias de planejamento, passou a adotar algumas verdades sobre as necessidades socioeconômicas da população ditadas por uma organização do território – envolvendo padrões de parcelamento do solo urbano e de infraestrutura – de ordem morfológica que, em especial, passou a desconsiderar a sensibilidade ambiental das áreas onde se assentavam as cidades.

As normas urbanísticas e os padrões de edificação e de infraestrutura – tamanho mínimo de lote, limites de ocupação, gabarito e densidade, recuos de construção, largura de vias, tubulações como sistemas

compulsórios para sistemas de água e de esgotamento sanitário – introduzidos para ordenar a crescente urbanização tornaram-se um ideário a ser seguido por todas as cidades que almejavam espaços planejados. Os resultados tanto levaram à ocupação de áreas sem considerar sua capacidade de suporte ambiental, como levaram à redução do acesso da população mais pobre à terra devido ao preço que os padrões estabelecidos implicavam.

Tais disfunções se manifestam negativamente no plano da cidadania, nos aspectos econômicos, sociais e físico-territoriais, enfraquecendo o poder público e mostrando a ineficácia dos instrumentos de gestão como orientadores do desenvolvimento urbano. Ao entrar em crise a atividade de planejamento urbano, a ideia de qualidade de vida se enfraquece como objetivo, dadas as iniquidades socioeconômicas e os inúmeros impactos ambientais.

2 Definições de qualidade de vida e ambiental urbana

Embora *qualidade de vida* e *qualidade ambiental* sejam conceitos muitas vezes vistos como sinônimos, suas diferenças se estabelecem na medida em que a abordagem de qualidade ambiental pressupõe que não é suficiente somente o atendimento das necessidades sociais, mas a atribuição, a estas, do mesmo peso da manutenção dos ecossistemas, tendo em conta que existe dependência da qualidade de vida da existência do suporte natural das cidades. Entretanto, o conceito de *qualidade ambiental* também é múltiplo, ou seja, tem vários significados. Guimarães (2005) o define como o universo das dimensões materiais e imateriais do meio ambiente, a mediação entre as formas de vida associadas ao equilíbrio das relações ecológicas, a evolução dos ecossistemas naturais com a formação de paisagens não naturais.

Assim, não resta dúvida de que qualidade ambiental está associada à manutenção do funcionamento ecossistêmico, que remete à discussão do que se entende por natureza, o que pode parecer pacífico, mas, de igual forma, existem visões distintas sobre o que seja natureza. Gonçalves (2001, p. 23) afirma que toda cultura “cria, inventa,

institui uma determinada ideia do que seja a natureza”. Logo, o referido conceito não é natural, mas algo instituído pelos seres humanos em suas respectivas culturas.

Uma constatação ao se aprofundar nos estudos da bibliografia sobre o tema é a de que as definições de qualidade ambiental são mais escassas do que aquelas que definem qualidade de vida. É comum o uso do termo *qualidade ambiental* já voltado a um objeto de estudo específico – qualidade ambiental das águas de algum rio, de uma represa –, mas não há vasta exploração do conceito em si no contexto do planejamento urbano.

Para mostrar como os conceitos, em especial, no espaço urbano, estão intrincados, Nahas (2015) diz que, ao se avaliar a qualidade de vida de um espaço urbano, devem-se considerar: *i*) a equidade na distribuição e no acesso da população às facilidades da vida urbana; *ii*) e a qualidade ambiental na perspectiva do desenvolvimento humano sustentável. Ou seja, a autora entende que, no estudo da qualidade de vida urbana, devem ser respeitados os atributos diretamente ligados aos indivíduos e ao ecossistema na medida em que a integridade do ecossistema ofereça bem-estar às populações. Assim, para a referida autora, o conceito de *qualidade de vida urbana* está associado à qualidade de vida e à qualidade ambiental, sendo a segunda apenas na medida em que remeta ao bem-estar das pessoas, dos indivíduos e à sua satisfação. Entretanto, apesar de parecer que houve um avanço para que se adote esse entendimento no planejamento urbano, pode-se perguntar que ação leva ao alcance desse conceito de qualidade de vida urbana e aí se perceber que não se tem concretude sobre o que deve alcançado.

Por sua vez, Haman *et al.* (2013) abordam o conceito de *qualidade de vida urbana* em uma perspectiva multidisciplinar, mas também com base em uma perspectiva antropocêntrica. Afirmam que se devem evitar os impactos que comprometam a qualidade ambiental, pois estes, por sua vez, impactam a qualidade de vida e vice-versa.

Nos anos de 1980, o conceito de *qualidade ambiental* ganhou força, associando meio ambiente a um conjunto de aspectos que não estão restritos aos ecossistemas, envolvendo o enfoque social e econômico. Isso

se dá no contexto da difusão da noção de sustentabilidade em que são postas as relações de dependência entre os seres humanos e a natureza, com foco nas formas de uso desta última e suas consequentes alterações dos ecossistemas.

Assim, a discussão sobre qualidade ambiental adquire relevância após a ascensão da ideia de sustentabilidade no meio técnico e político. Embora sejam conceitos diferentes e embora a qualidade ambiental esteja incluída no conceito de sustentabilidade, os dois termos passaram a ser utilizados de forma indistinta.

Diante de tantas terminologias, estabelece-se um holismo paralisante que impõe verificar o que é relevante, o que caracteriza o campo das relações ecossistêmicas e das relações antrópicas, para que se possa estabelecer um mínimo de objetividade para a ação. Torna-se, desse modo, importante adentrar no universo do conceito de sustentabilidade para continuar avançando na discussão que visa a alcançar mais precisão entre termos que vêm norteando tantas ações sem que se alcance efetividade.

2.1 Sustentabilidade e sua relação com qualidade de vida e ambiental

Tomando como base novamente os padrões de desenvolvimento praticados no pós-guerra, mesmo tendo em conta que esses encontram raízes bem anteriores, verifica-se que, consoante com a ideia de promoção da qualidade de vida, os países ricos buscaram minimizar conflitos sociais pela garantia de certo equilíbrio econômico, provendo acesso a equipamentos e a serviços públicos aos cidadãos. Como se sabe, esse pressuposto não encontrou amparo nos fatos que acabaram por revelar muitos impactos sobre o equilíbrio natural e social, tendo sido esse o alerta que pôs em xeque o modelo de desenvolvimento almejado.

As discussões sobre a revisão dos fundamentos que amparam o desenvolvimento se iniciaram nos anos de 1970, durante a primeira reunião das Nações Unidas para o meio ambiente, e culminaram, em

fins dos anos de 1980,³ com o conceito de *sustentabilidade*. Resultaram, em termos gerais, em uma aglutinação de estudos que já existiam na academia com pactos políticos sobre as mudanças possíveis.

Ponto central da segunda conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento e meio ambiente de 1992, a noção de sustentabilidade passou a engrossar os debates sobre a revisão do modelo de desenvolvimento predominante do planeta. De um lado, havia a presença do discurso desenvolvimentista vindo de agências multilaterais, de consultores técnicos e de ideólogos do desenvolvimento, com encaminhamentos para a correção de rumos, o “esverdeamento” de projetos, a readequação de processos decisórios e a busca da garantia de durabilidade dos padrões estabelecidos. De outro lado, outro grupo de técnicos, acadêmicos e membros da sociedade organizada, alguns criticando os limites e os interesses governamentais; outros crendo que a sustentabilidade poderia ser a nova crença destinada a substituir a ideia de progresso vigente (ACSELRAD, 1999).

Em síntese, pode-se dizer que a noção de sustentabilidade se refere à necessária preservação da base de recursos naturais e ao equilíbrio ecossistêmico, que envolve questões de equidade social e de mudanças de padrões de produção e de consumo. Entretanto, por ter surgido de uma crítica à insustentabilidade no uso dos recursos naturais, mantém, na visão corrente, um enfoque associado à qualidade ambiental, o que deve ser superado para benefício da clareza conceitual e real alcance de cada uma das nuances necessárias à revisão de modelo de desenvolvimento.

A associação da noção de sustentabilidade ao debate sobre desenvolvimento das cidades tem origem nas rearticulações políticas de atores envolvidos na produção do espaço urbano procurando retomar o foco do planejamento urbano para voltar, ou também, enfatizar o ordenamento territorial e dar legitimidade às perspectivas de cunho urbanístico compatibilizando estas últimas com os propósitos de dar durabilidade ao desenvolvimento consoante com as discussões resultantes da conferência

³ O Relatório Brundtland, ou Nosso Futuro Comum, estabeleceu o conceito de desenvolvimento sustentável. Foi lançado em 1987.

de 1992. Nesse contexto, desenvolveram-se várias linhas de abordagem da sustentabilidade urbana, algumas de cunho social, outras, ecológico, o que objetivava uma releitura das ações de planejamento para responder às iniquidades já identificadas nessas áreas. Tais iniquidades fizeram o planejamento ser desacreditado, por um lado, pelo excesso de discurso e de ênfase na denúncia de problemas socioeconômicos sem a apresentação de propostas de mudança e, por outro, pela apresentação de soluções inexecutáveis por serem distantes da realidade.

Existe, diante desse quadro revisionista, o consenso de que o planejamento urbano tradicional tem se mostrado falho em propor tais mecanismos e, ainda mais, em avaliar o regime efetivo de uso do espaço urbano, na perspectiva de controlar os impactos causados pelas atividades diversas. O déficit social da urbanização apresenta-se como um dos importantes fatores que contribuiu para o agravamento das condições ambientais nas áreas urbanas. A marca desse processo reside na desigualdade de distribuição da infraestrutura e de serviços urbanos. Todas essas circunstâncias trazem à tona a discussão sobre qualidade de vida e qualidade ambiental.

As abordagens ecológicas partiram da ideia de que o ambiente urbano se caracteriza por um cenário de atividades conflituosas, que, a seu modo, desenvolvem relações em cadeia, constituindo o ecossistema urbano. A complexidade dessas relações intensifica-se na medida em que o organismo urbano depende de mecanismos de autorregulação, cujo controle colabora para o desejável equilíbrio proposto nos debates da sustentabilidade urbana em todas as dimensões, mas, em especial, na visão ecossistêmica da cidade.

O certo é que as discussões sobre sustentabilidade das cidades reforçam a necessidade de definir, com clareza, o que vem a ser qualidade de vida urbana e qualidade ambiental urbana. Certamente, tendo como meta o alcance de sustentabilidade, ter-se uma ótima qualidade ambiental (equilíbrio ecossistêmico) sem ter padrões aceitáveis de qualidade de vida individual e coletiva (acesso a serviços, participação etc.) não é o objetivo, pois os desequilíbrios sociais levam, mais adiante, a

desequilíbrios ecossistêmicos. Assim, mesmo não sendo sinônimos, os conceitos são interdependentes.

2.2 Como medir o alcance de qualidade de vida e ambiental?

Diante do exposto até o momento, entende-se que o conceito de *qualidade de vida* abrangente, predominantemente, é o que envolve o meio socioeconômico; e o conceito de *qualidade ambiental*, o que envolve o meio físico-biótico. Muitas vezes, porém, não há clareza dos atributos que são estabelecidos para suas considerações e mensurações.

Para melhorar a qualidade das cidades para pessoas e natureza, os indicadores constituem referenciais importantes para balizar as ações voltadas para políticas públicas e ações governamentais. Eles são uma forma de orientar o planejamento territorial, regional e urbano; de oferecer visibilidade aos objetivos desejados, criando transparência e possibilidade de monitoramento. Os indicadores significam recortes da realidade, e seus índices permitem visualizar o estado atual de determinada localidade/função para que, daí, tomem-se decisões, estabeleçam-se metas e se possa auferir se as ações empreendidas alcançaram seus objetivos.

Mais uma vez, os primeiros indicadores eram, sobretudo, econômicos e buscavam medir o estado do desenvolvimento dos países de acordo com suas performances econômicas. Hoje, tem-se um conjunto de indicadores que, apesar do predomínio de uma visão antropocêntrica, vêm sendo utilizados na formulação de políticas públicas por agregarem mais do que os aspectos econômicos. Essa realidade impõe a relevância de se avançar quanto à objetividade dos aspectos que compõem a qualidade ambiental, de modo a contemplar as diferentes dimensões da sustentabilidade.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é um desses indicadores e foi apresentado pelo Programa de Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (PNUD), por meio dos seus relatórios de desenvolvimento humano, em 1990. Neles, a expressão *qualidade de vida* cede lugar a *desenvolvimento humano*, conforme esclarece MORATO (2004, p. 20). No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), desde o fim da

década de 1990, vem adotando o IDH e os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (IDS) também propostos pela ONU.

A medição do IDH é realizada com base em três dimensões adotadas pelo PNUD (UNDP, 1998): longevidade, medida pela expectativa de vida ao nascer; educação, mensurada pela taxa de analfabetismo de adultos e pela taxa combinada de matrículas nos níveis primário, secundário e superior; e renda, medida pelo Produto Interno Bruto (PIB) real *per capita* ajustado para refletir as diferenças na paridade do poder de compra entre os países, expresso em dólares internacionais (PPC\$) (MORATO, 2004). O IDH, embora utilizado como instrumento em trabalhos acadêmicos e governamentais, exclui os muitos aspectos de mensuração e de avaliação da qualidade de vida, tais como a percepção e a interpretação dos níveis de satisfação e de preferências individuais e coletivas, assim como aspectos culturais e regionais, além de todas as referências à salubridade do espaço urbano.

As três dimensões do IDH Global, que visam a refletir as dimensões do desenvolvimento humano, são a oportunidade de: *i*) viver uma vida longa e saudável; *ii*) ter acesso ao conhecimento; e *iii*) ter um padrão de vida que garanta as necessidades básicas, representadas pela saúde, pela educação e pela renda. O índice varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano.

Embora esse índice tenha sido adotado nas últimas duas décadas, pela maioria dos países, como um balizador de políticas públicas de desenvolvimento, entre elas, as de cunho urbano, persiste a necessidade de se questionar a diferença entre índice, que constitui resultado da situação encontrada, e indicador, que se refere a algo que aponta para o resultado que se deseja alcançar. Assim, a visão que está associada ao IDH é a de um desenvolvimento humano ou de qualidade de vida que pode ser medida em determinado tempo, um índice quantitativo, mas falta clareza sobre os indicadores e os fatores que o compõem para nortear o alcance de políticas públicas urbanas, para ficar no caso do presente estudo.

Talvez, por isso, tenha sido necessário estabelecer os Índices de Condições de Vida (ICV), desenvolvidos também pelo PNUD (UNDP, 1998). São dimensões medidas por 20 indicadores, em quatro dimensões:

i) a longevidade; ii) a educação; iii) a renda; e iv) a infância e a habitação. A diferença entre o ICV e o IDH está na presença de indicadores de habitação e da infância, o que ampliou o quadro de avaliação social nas cidades. Entretanto, sua utilização para a formulação de políticas públicas urbanas ainda é um desafio, pois apenas se refeririam ao que denominamos *qualidade de vida* (quadro 1).

Quadro 1: Indicadores de Condições de Vida – PNUD

Dimensões/Indicadores
Renda
Renda familiar <i>per capita</i> média (em salários mínimos)
Renda familiar <i>per capita</i> média ajustada (em salários mínimos)
Porcentagem de pessoas com renda insuficiente
Insuficiência média de renda
Grau de desigualdade na população com renda insuficiente
Índice de Theil (desigualdade de renda)
Índice de Theil padronizado
Educação
Taxa de analfabetismo (%)
Número médio de anos de estudo (anos)
Porcentagem da população com menos de 4 anos de estudo
Porcentagem da população com menos de 8 anos de estudo
Porcentagem da população com mais de 11 anos de estudo
Infância

Dimensões/Indicadores
Porcentagem de crianças que não frequentam a escola
Defasagem escolar média (anos)
Porcentagem de crianças com mais de um ano de defasagem
Porcentagem de crianças que trabalham.
Habitação
% da população em domicílios com dens. >2 pessoas/dormitório
% da população em domicílios duráveis
% da população em domicílios com abastecimento adequado de água
% da população em domicílios com instalação adequada de esgoto
Longevidade
Esperança de vida ao nascer (anos)
Taxa de mortalidade infantil (por mil)

Fonte: Elaboração das autoras.⁴

3 Atributos que traduzem a qualidade de vida e ambiental das cidades

Diversos estudos (NUCCI, 2008; SANTOS; HARDT, 2013; GRAVE; VALE, 2014) têm dado atenção às características espaciais das cidades que possam traduzir os conceitos de qualidade de vida e ambiental. Mais uma vez, procede-se a uma análise de recorrências e

⁴ Com base em dados disponíveis em: <http://www.cps.fgv.br>. Acesso em: 21 ago. 2018.

de alinhamento conceitual para identificar elementos e atributos que expressam a integridade do espaço urbano e possam subsidiar ações de planejamento dessas áreas.

Como síntese, os aspectos que definem a qualidade urbana – entendida como a junção entre ambientes construído e natural – relativos aos ambientes natural e antrópico são: *i*) naturais, relativos ao estado de equilíbrio da natureza, formada pelos componentes de ordem física (clima, ar, água, solo e subsolo) incluindo os de origem biológica (fauna e flora); e *ii*) antrópicos, relativos a níveis de ordenamento territorial (uso e ocupação do solo, infraestrutura e serviços urbanos) e socioeconômicos (renda, escolaridade e saúde).

Verifica-se uma grande dificuldade em tornar mais clara a dimensão ecológica e pouco se avança em elementos configuracionais do espaço ou de atributos espaciais que possam tornar mais claras as diferenças entre as várias possibilidades em se obter abrigo, por exemplo. Esses são relevantes, pois, conforme os elementos espaciais e os sistemas funcionais, vai-se ou não oferecer qualidade para a satisfação das necessidades e dos desejos sociais, bem como das contingências ecológicas.

Considerando os estudos analisados, verificam-se particularidades: *i*) Santos e Hardt (2013) sistematizam os referidos meios em sistema natural – composto pelos meios físico e biológico – e sistema antrópico, contendo os componentes territoriais e socioeconômicos; *ii*) Grave e Vale (2014) detalham as funções que deveriam ser atendidas em cada uma das dimensões que envolvem a sustentabilidade, como: (a) social – abrigo, educação, saúde, cultura, lazer e apoio social; (b) econômica – trabalho, comércio e serviços, mobilidade e conectividade; e (c) ecológica, que envolve regulação e suporte; *iii*) Nucci (2008) trabalha com elementos bem sintéticos do meio físico e antrópico e os utiliza para perceber a intervenção ou o impacto sobre os recursos ambientais, envolvendo os sistemas físico e biótico e focando na qualidade ambiental.

Nessas três abordagens, percebe-se um pouco do que norteou as discussões anteriores, ao mesmo tempo que se estabelece um rumo para a identificação de um conjunto mínimo de elementos e de atributos afetos ao ordenamento territorial urbano. Além disso, também é possível

verificar algumas dificuldades nas definições comuns devido às diversidades de elementos e à complexidade dos atributos envolvidos e às múltiplas visões acerca do mesmo tema, como exposto no quadro 2.

Quadro 2: Síntese do entendimento de qualidade de vida e ambiental

NUCCI (2008)	SANTOS; HARDT (2013)		GRAVE; VALE (2014)
Clima e poluição atmosférica Água: enchentes Água: abastecimento Resíduos líquidos Resíduos sólidos Poluição sonora e visual Cobertura vegetal Árvores e espaços livres Verticalização Densidade populacional Tombamento	Clima/ar Água Solo/sub-solo Fauna/flora Uso do solo Transporte e sistema de circulação Sistema de saneamento Sistema de infraestrutura	Sistema de resíduos sólidos Sistema de água e esgoto Sistema de drenagem Sistema de energia Sistema de comunicação Condições socioculturais Condições socioeconômicas Condições produtivas	Habitação Educação Saúde Cultura Lazer Apoio social Trabalho, comércio e serviços Mobilidade e conectividade Regulação ambiental Suporte

Fonte: Elaboração das autoras com base em Nucci (2008); Santos, Hardt (2013); e Grave, Vale (2014).

Para contribuir com as discussões procedidas na revisão conceitual realizada e tendo em conta o entendimento firmado para qualidade de vida e qualidade ambiental, apresenta-se, para o contexto urbano, no quadro 3, a tradução em elementos e em atributos espaciais na perspectiva de nortear as ações de planejamento urbano, ou seja, dar concretude a seu objetivo finalístico de promover qualidade de vida e ambiental.

Quadro 3: Elementos e atributos de qualidade urbana

Fatores do meio físico natural e antrópico	QUALIDADE URBANA ASSOCIADA AO ORDENAMENTO TERRITORIAL	
	Atributos de qualidade ambiental	Atributos de qualidade de vida
Água	<p>Controlar uso e ocupação do solo pela bacia hidrográfica;</p> <p>Preservar as Áreas de Preservação Permanente, as de recarga de aquíferos e as nascentes;</p> <p>Proteger a qualidade e quantidade da água superficial e subterrânea;</p>	<p>Garantir, em quantidade e melhor qualidade, água de abastecimento mais próxima ao consumo;</p> <p>Adotar padrões urbanísticos no praxeamento do solo que garantam a sensibilidade do recurso hídrico;</p>
Solo	<p>Controlar a integridade da estrutura dos solos evitando erosão, desmoronamento, enchentes e inundação;</p> <p>Evitar a contaminação do solo;</p> <p>Manter a integridade geomorfológica e da paisagem do território;</p> <p>Controlar a ocupação de áreas de inundação natural e manter a integridade do solo e da dinâmica ecossistêmica;</p>	<p>Assegurar à população a integridade do seu patrimônio contra eventos de erosão, enchentes, inundações e outras catástrofes;</p> <p>Reduzir o custo de implantação e manutenção da infraestrutura na cidade;</p> <p>Promover espaços urbanos com melhor qualidade da paisagem natural;</p>
Ar e clima	<p>Controlar a poluição do ar, as partículas em suspensão e o ruído, e manter a umidade local;</p> <p>Manter a integridade dos fatores do clima, assegurar a vegetação em áreas urbanas e evitar a impermeabilização do solo;</p>	<p>Garantir a qualidade do ar e a salubridade para prevenir doenças respiratórias e assegurar maior produtividade da população;</p> <p>Assegurar o conforto ambiental para as diversas atividades urbanas com impacto na melhoria da produtividade e redução dos custos de adaptação das edificações;</p>

Fatores do meio físico natural e antrópico	QUALIDADE URBANA ASSOCIADA AO ORDENAMENTO TERRITORIAL	
	Atributos de qualidade ambiental	Atributos de qualidade de vida
Vegetação	Manter as áreas verdes para preservar e conservar o microclima, a fauna e a flora (equilíbrio ecossistêmico); Garantir a integridade das Áreas de Preservação Permanente, das Unidades de Conservação e das áreas de relevância à conservação para a proteção da biodiversidade;	Manter a vegetação arbórea e arbustiva dos parques e jardins visando favorecer a qualidade da paisagem e o bem-estar das comunidades; Assegurar o conforto ambiental nas diversas atividades urbanas para evitar perda da produtividade e custos de adaptação dos edifícios; Assegurar à população a integridade do seu patrimônio contra eventos de erosão, enchentes, inundações e outras catástrofes;
Fauna	Garantir a preservação das espécies endêmicas; Manter as áreas e corredores verdes para perpetuar/atrainir espécies da avifauna; Garantir a qualidade da água para proteção da fauna;	Proteger a presença da fauna urbana em parques e jardins para assegurar a qualidade da paisagem e o bem-estar da população;

Qualidade de vida e qualidade ambiental: como comparecem no planejamento das cidades?

Fatores do meio físico natural e antrópico	QUALIDADE URBANA ASSOCIADA AO ORDENAMENTO TERRITORIAL	
	Atributos de qualidade ambiental	Atributos de qualidade de vida
Uso do solo	<p>Assegurar a permeabilidade dos solos pelos diversos usos e atividades;</p> <p>Mudar os sistemas de infraestrutura cinza para infraestrutura verde;</p> <p>Ciar densidade que assegure a integração social e permita a proteção da paisagem natural;</p> <p>Evitar impermeabilização excessiva, bem como a canalização dos cursos naturais (rios, nascentes e córregos);</p> <p>Manter as áreas verdes e corredores ecológicos para garantir a biodiversidade e a paisagem;</p>	<p>Promover a diversidade de usos e atividades e assegurar o acesso em curtas distâncias na cidade;</p> <p>Evitar espraiamento urbano e fragmentação excessiva das atividades para melhorar a mobilidade urbana, reduzir custos de infraestrutura e preservar áreas naturais;</p> <p>Controlar a verticalização e o adensamento para não comprometer a infraestrutura e assegurar conforto ambiental e climático da cidade, e para favorecer a valorização imobiliária equilibrada;</p> <p>Preservar as áreas de interesse histórico e cultural;</p> <p>Manter áreas verdes e corredores ecológicos para preservar a paisagem, assegurar a recreação e promover a integração social;</p>
Infraestrutura	<p>Implantar sistemas de infraestrutura e de equipamentos comunitários que assegurem a qualidade dos recursos naturais e evitem a poluição;</p> <p>Rever os modelos de infraestrutura cinza e substituí-los pelo sistema verde;</p>	<p>Controlar a salubridade dos espaços urbanos com dotação de infraestrutura urbana adequada a cada densidade e atividade;</p> <p>Controlar os poluentes lançados no espaço natural, seja de origem doméstica, ou de origem industrial;</p> <p>Garantir áreas de serviço ao acesso público, públicas ou privadas, adequadas à densidade urbana e ao segmento de renda da população residente.</p>

Fatores do meio físico natural e antrópico	QUALIDADE URBANA ASSOCIADA AO ORDENAMENTO TERRITORIAL	
	Atributos de qualidade ambiental	Atributos de qualidade de vida
Circulação	<p>Implantar o sistema viário que respeite a sensibilidade ambiental dos sítios;</p> <p>Implantar o sistema viário que evite a impermeabilização do solo promovendo a drenagem por infiltração;</p>	<p>Dotar espaços públicos de mobiliário e de continuidade, para que favoreçam a paisagem de qualidade e a mobilidade urbana;</p> <p>Promover espaços públicos urbanos conectados para garantir fluidez do pedestre na cidade e acesso aos modais de transporte público;</p>
Conforto Ambiental	<p>Manter a qualidade do ar para que assegure a salubridade para o desempenho das atividades urbanas e a manutenção dos ecossistemas;</p> <p>Manter o regime de ventos do lugar sem geração de ilhas de calor;</p> <p>Controlar os fatores do microclima para assegurar a biodiversidade;</p> <p>Controlar o ruído para evitar a dispersão e o afugentamento da fauna;</p>	<p>Definir parâmetros urbanísticos e arquitetônicos de acordo com o clima de cada lugar;</p> <p>Assegurar a iluminação e a ventilação naturais para reduzir o consumo de energia;</p> <p>Estabelecer espaçamento e alturas adequadas entre os componentes da paisagem urbana no controle da ventilação, da iluminação e das barreiras sonoras (rugosidade e porosidade);</p> <p>Aumentar a arborização e a revegetação de áreas urbanas degradadas;</p> <p>Implantar paisagismo nos espaços livres como estratégia reguladora do clima;</p>

Fonte: Elaboração das autoras.

3.1 Instrumentos de apoio à promoção da qualidade de vida e ambiental das cidades

No Brasil, em consonância com a noção de sustentabilidade, o Estatuto da Cidade de 2001 estabeleceu a valorização dos aspectos sociais, ambientais e de aperfeiçoamento das condições político-institucionais como condição das decisões de gestão municipal, em especial, no ordenamento territorial. Dado o peso que os instrumentos possuem para uma gestão eficaz, é preciso clareza quanto a seus conteúdo, procedimentos, parâmetros e grau de articulação entre si, para que possam alcançar o objetivo de ter espaços urbanos como almejado.

Nessa perspectiva, foi procedida à leitura dos objetivos, das diretrizes e dos instrumentos que norteiam o estatuto. Pode-se reafirmar que os valores para orientar os planejamentos municipais estão postos, mas o conjunto de instrumentos urbanísticos estabelecidos para concretizá-los carece de maior clareza, o que corrobora os estudos⁵ que indicam os limites quanto aos avanços da aplicação do estatuto. No que tange ao tema da pesquisa, ou seja, aos instrumentos que melhor poderiam contribuir para uma gestão urbana com objetivos de promover qualidade de vida e ambiental, destacam-se o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV).

A legislação que estabelece o EIV objetiva criar um estudo que avalie as intervenções urbanas nas cidades de modo a condicionar o licenciamento urbanístico. Apesar de não estar claro na legislação e tendo em conta as discussões procedidas aqui, seu objetivo é afeto à garantia dos atributos relativos à qualidade de vida. Deve-se destacar que o EIV é de aplicação em áreas urbanizadas e favorece, em primeira instância,

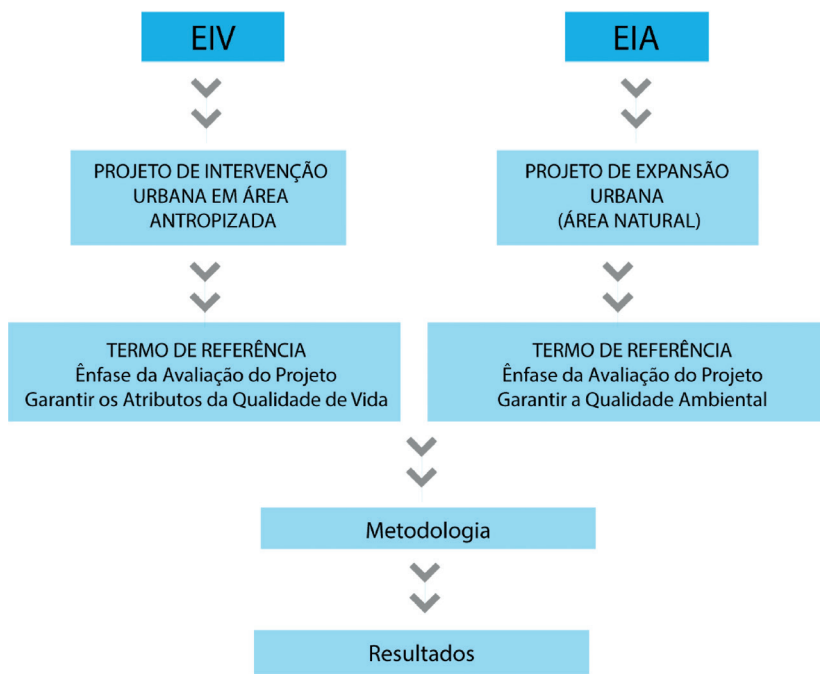
⁵ Na publicação *Os planos diretores municipais pós-Estatuto da Cidade: balanço e perspectivas*, foram analisados mais de 300 planos diretores municipais em diferentes localidades do país. Nela, Santos Junior e Montandon (2011) constataram que há recorrência no tratamento de questões, como uso do solo, sistema viário, habitação e patrimônio histórico, com pequena incorporação das temáticas do saneamento ambiental e da mobilidade urbana e com crescente incorporação da questão ambiental nos planos diretores municipais.

a estruturação da paisagem urbana e sua relação com a forma de uso, de melhoramentos e de mudanças dos espaços.

Por sua vez, o EIA, previsto no estatuto, faz referência à legislação ambiental e não urbanística. Essa condição traz a necessidade de se estabelecer que tipo de intervenção urbana/empreendimento terá obrigatoriedade de licenciamento urbanístico e ambiental, uma vez que toda intervenção urbana deve possuir seu licenciamento, mas nem toda intervenção, na cidade, necessita de um licenciamento ambiental por não significar uma alteração do equilíbrio ecossistêmico, em especial, em área já antropizadas. Contudo, dentro da esfera municipal, inclusive pelas formas distintas de disciplinamento, há que se ter atenção sobre a aplicação de ambos os instrumentos no alcance da qualidade ambiental urbana (de vida e do meio).

O EIV está mais focado no urbano e nos impactos sobre a estrutura urbana já consolidada. Encaminha estudos de impactos na escala das cidades, sob tutela da esfera municipal, para viabilizar empreendimentos que exigem a reestruturação/requalificação ou que serão criados em dados espaços das cidades e que venham a causar possíveis impactos sob a vizinhança imediata. O EIA, originalmente concebido como um instrumento de análise ambiental de escala territorial, e não exatamente urbana, possui viés mais ecológico, com aplicabilidade mais adequada nas áreas de expansão, nas quais os fatores do meio físico biótico possuem relevância maior frente à premente urbanização. Por isso, esses instrumentos merecem ser aplicados com clareza sobre seu objetivo e os fatores a serem analisados com vista ao alcance da qualidade a que se referem.

Figura 1: Esquema de estudos para o EIA e EIV no meio urbano



Fonte: Elaboração das autoras.

Com intuito de um tratamento de caráter preventivo, a contribuição da pesquisa visa a apontar critérios de adoção de um e de outro instrumento para o alcance da qualidade ambiental urbana, possibilitando uma gestão mais eficaz. Para tanto, necessita que sejam objetivados os resultados que se deve esperar na aplicação dos instrumentos. Neste ponto, entende-se que a relação entre os atributos da qualidade ambiental urbana deve nortear a elaboração dos estudos de EIA e de EIV, cada um com seu foco, devendo constar como obrigatórios no termo de referência para serem objeto de diagnóstico, de prognóstico e de recomendações de ajustes e/ou de medidas mitigadoras. A figura 1 pode apoiar na elaboração de termos de referência desses estudos, bem como na sua avaliação e em seu monitoramento. A utilização dos estudos que emanam da aplicação desses instrumentos possibilita controlar os efeitos do planejamento urbano e ambiental, propondo correções de forma antecipada às intervenções

propostas e/ou medidas mitigadoras e compensatórias tanto para danos/ riscos de natureza ambiental, quanto urbanísticos.

A definição de elementos e de atributos garantidores do alcance da qualidade ambiental urbana, além de constar dos termos de referência para orientar a realização do estudo, como referido anteriormente, também norteia a tomada de decisão que se traduz na emissão das licenças ambiental e urbanística, que podem ou não serem integradas. Além disso, viabiliza o monitoramento da qualidade ambiental urbana pela gestão municipal, pois possibilita condições efetivas de identificar se está ou não sendo atingido o resultado esperado traduzido pelos atributos estabelecidos.

Considerações finais

Tendo em conta as distintas posições sobre qualidade de vida e ambiental, bem como suas relações com a sustentabilidade, a investigação procurou trazer certa clareza ao tema agregando mais assertividade às ações de planejamento e de gestão urbana. Chega-se às considerações finais desta pesquisa com o entendimento de que a qualidade urbana se constitui em um somatório do alcance da qualidade ambiental e de vida, sendo essas funções de um conjunto de atributos referentes aos aspectos constituintes do ambiente construído, bem como dos meios biótico e abiótico. Um conjunto de informações que deveria, obrigatoriamente, fazer parte do processo de planejamento e de gestão urbana em diferentes cidades brasileiras.

A contribuição desta reflexão está no entendimento de que correlacionar e estabelecer os atributos de cada um dos elementos que definem os diferentes aspectos contribui na operacionalização dos instrumentos que a legislação brasileira já estabelece como relativos a cada uma das qualidades almejadas para as cidades. Assim, mais que os elementos, é fundamental que se dê importância aos atributos, ou objetivos prioritários, referentes às qualidades para que, de fato, elas se integrem em nossas cidades. Por fim, é fundamental entender que o quadro apresentado pode sofrer adaptações de acordo com as especificidades locais.



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantenerse dentro del espacio de atención de la oficina.
El personal de atención de la oficina debe mantenerse en el espacio de atención de la oficina.

oda
& Rosa



2

Capítulo 2


Contribuições da infraestrutura verde para o planejamento da paisagem urbana¹

Camila Gomes Sant'Anna
Maria do Carmo de Lima Bezerra

Introdução

O conceito de infraestrutura verde tem sido recorrentemente associado à sustentabilidade ambiental urbana por ser entendido como uma abordagem metodológica capaz de enfrentar um dos grandes desafios

¹ O capítulo faz parte de pesquisa realizada com apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no período de 2018 a 2019, e desenvolvida no âmbito do grupo de pesquisa de Gestão Ambiental Urbana CNPq/UnB, integrante do PPGFAU/UnB, e do grupo Green Infrastructure & Sustainable Cities, da Universidade de Manchester.



do planejamento das cidades, qual seja: promover a ocupação do solo em consonância com a capacidade de suporte do meio ambiente.²

Apesar de existirem experiências precursoras em integrar cidade e natureza, foi a partir da assunção da noção de sustentabilidade³ na década de 1980 que a relação de interdependência entre ações de urbanização e de proteção ambiental ganhou protagonismo. A ideia de proteção dos serviços ecossistêmicos⁴ tem se firmado como um ponto em comum entre o campo do urbanismo e da ecologia que, por sua vez, possui, na mudança de paradigma do metabolismo urbano⁵ predominante até o século XX, o objetivo a ser alcançado.

Metabolismo urbano foi um termo cunhado por Herbert Girardet (1989), no fim do século XX, para descrever as relações entre os meios natural e antrópico. Os dois modelos de metabolismo urbano por ele descrito – linear e circular – sintetizam um método de leitura do espaço urbano e podem ser utilizados para análise de diferentes condições de funcionamento das cidades, mas têm, nos sistemas de infraestrutura urbana, um paralelo muito apropriado em que facilmente se percebe sua lógica.

O metabolismo urbano linear agrega as abordagens características da maioria das cidades até o século XX. Nesse tipo de urbanização, os insumos são consumidos pelos centros urbanos indiscriminadamente, e os seus dejetos são produzidos e emitidos sem controle no ambiente. Tais insumos são representados pela energia elétrica vinda de hidrelétricas ou de

² *Capacidade de suporte do meio ambiente* é um termo cunhado por Spirn (1995) para se referir à importância de se promover um desenvolvimento urbano que respeite as limitações dos processos naturais de um determinado território.

³ O Relatório de Brundtland, *Nosso futuro comum – Our Common Future* – (1987), a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 (Unced) e mais ainda a Conferência Habitat II (1996) colocaram, na pauta política internacional, o tema da sustentabilidade ambiental urbana, que passa a ser, desde então, importante objetivo perseguido pelas ações de planejamento urbano.

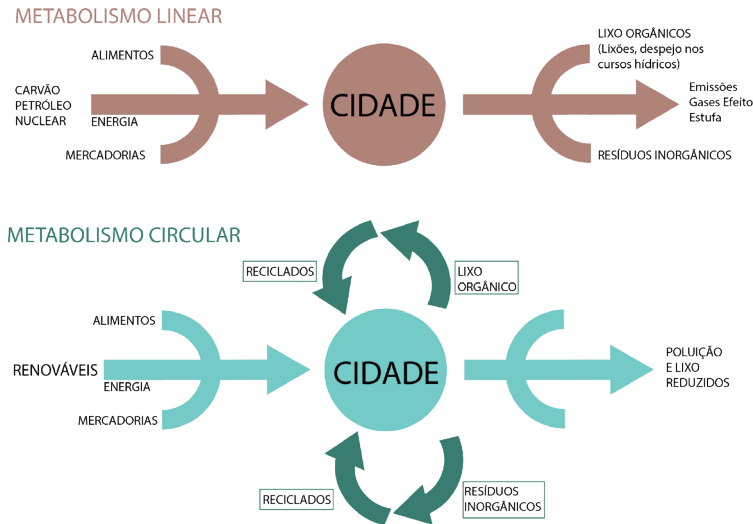
⁴ Entendidos como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

⁵ A partir do século XX, surge o conceito de metabolismo urbano, que procura compreender melhor a relação entre o consumo de recursos e a produção de resíduos no metabolismo interno das cidades.

termelétricas, que se utilizam das águas ou dos combustíveis fósseis; pelos alimentos vindos de atividades agropecuárias e agrícolas de longas distâncias; pela água necessária ao abastecimento com procedência de longas distâncias das cidades e por toda sorte de insumos que demanda a cidade.

Em oposição à forma tradicional de conceber o sistema urbano, surge o conceito de *metabolismo urbano circular*, conforme figura 1. Neste, o consumo dos recursos da natureza e a produção de resíduos são controlados, de modo que a pegada ecológica⁶ seja menor. O reuso e a reciclagem são palavras fortes nesta concepção de urbanização (VENDRAMINI; BRUNA; MARQUES, 2005).

Figura 1: Metabolismo urbano linear e circular



Fonte: Elaboração de Aline Oliveira.

Em termos urbanísticos, é possível pensar em formas de ocupação do solo que sejam promotoras de um metabolismo circular. Para seu alcance, a infraestrutura verde se mostra promissora, ao mesmo tempo

⁶ Expressão *ecological footprint* traduzida em português. Refere-se à quantidade de recursos naturais (medida em área) necessária para a sobrevivência de uma determinada cidade.

que possibilita soluções de ocupação do solo garantidoras dos serviços ecossistêmicos oferecidos pela natureza para a manutenção das funções urbanas. De acordo com o *Millennium Ecosystem Assessment* (2005), podem ser organizados em quatro categorias: *i*) serviços de provisão, entendidos como os benefícios físicos advindos dos ecossistemas (madeira, alimentos, água doce, ar); *ii*) serviços de regulação, entendidos como vantagens adquiridas por meio dos sistemas naturais que regulam o meio ambiente (sequestro de carbono; controle do clima, de polinização, de doenças e de pragas); *iii*) serviços culturais, entendidos como serviços imateriais obtidos por meio do uso da natureza com fins recreacionais, educacionais, religiosos ou estético-paisagístico; *iv*) serviços de suporte, entendidos como desencadeadores da produção de outros serviços ecossistêmicos como garantia de formação de nutrientes, de composição do solo, de polinização de sementes, como se vê no quadro 1.

Quadro 1: Os quatro tipos de serviços ecossistêmicos com sua resposta urbana

PLANEJANDO COM A NATUREZA E A CULTURA				
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS URBANOS				
SERVIÇOS DE PROVISÃO	SERVIÇOS DE REGULAÇÃO		SERVIÇOS CULTURAIS	SERVIÇOS DE SUPORTE
RECURSOS DO MEIO BIÓTICO	manejo e qualidade da água	qualidade do ar	educação e esporte	biodiversidade
RECURSOS DO MEIO FÍSICO	zonas de conforto urbano	sequestro de carbono	saúde e bem-estar	conectividade
RECURSOS DA PAISAGEM	controle da poluição sonora	controle de pestes	espiritualidade e pertencimento	variabilidade genética
PROJETANDO COM SISTEMAS VERDES E AZUIS				
INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL				
PROTEÇÃO DO PATRIMÔNIO BIÓTICO, FÍSICO E CULTURAL	uso multifuncional da franja urbana e da área periurbana	corredores ecológicos e vias verde (<i>greenways</i>)	estratégias de adaptação às mudanças climáticas	

Fonte: Elaboração das autoras.

Assim, sustentabilidade urbana remete à promoção de um metabolismo circular nas cidades, e as soluções urbanísticas necessárias encontram,

na infraestrutura verde urbana – *Urban Green Infrastructure (UGI)*⁷ –, estratégias para sua efetivação, exatamente por serem garantidoras dos serviços ecossistêmicos.

A integridade dos serviços ecossistêmicos depende do grau de articulação existente entre natureza e urbanização, que ocorre no planejamento da paisagem e na concepção de planos e de projetos de organização territorial urbana. Colaborando com esse entendimento, Ahern (2007) aponta que os serviços ecossistêmicos e a sustentabilidade ambiental urbana estão amparados nas funções ecológicas: abióticas, bióticas e culturais (ABC), como apresentadas no quadro 2.

Quadro 2: Principais funções da infraestrutura verde urbana

ABIÓTICO	BIÓTICO	CULTURAL
Uso do espaço em sua condição natural	Habitat para espécies generalistas	Contato direto com os ecossistemas naturais
Adaptação dos usos do solo às especificidades do ecossistema	Habitat para específicas espécies	Recreação
Manutenção do regime hidrológico	Espécies em rotas de movimento e corredores	Vivência e compreensão da história cultural
Adaptação às perturbações no regime hídrico	Manutenção de perturbações e regimes sazonais	Provisão de espaços de introspecção e inspiração
Proteção do ciclo de nutrientes	Produção de biomassa	Oportunidade para interações sociais saudáveis
Sequestro de gás carbono e dos gases do efeito estufa	Provisão de reserva genética	Estímulo para a expressão artística
Adaptação e proteção contra climas extremos	Suporte para interação da fauna e da flora	Educação ambiental

Fonte: Elaboração das autoras, adaptado de Ahern (2007).

Assim como é associada ao conceito de sustentabilidade e de serviços ecossistêmicos, a infraestrutura verde também concerne à resiliência. Para um melhor entendimento, Derissen *et al.* (2011) argumentam

⁷ Como o termo infraestrutura verde urbana é utilizado em língua inglesa.

que o conceito de resiliência se relaciona à capacidade que as variáveis dinâmicas de um processo ecológico e econômico têm de se adaptar e/ou de resistir a pressões internas e externas. Argumentam também que a sustentabilidade constitui um conceito normativo que reúne pontos de vistas de justiça social e intergeracional e de uso racional de recursos naturais, tratando-se, dessa forma, de conceitos interdependentes, mas distintos.

As relações entre resiliência e sustentabilidade também podem ser colocadas da seguinte forma: *i)* a capacidade de recuperação do sistema ecológico é necessária, mas não suficiente para a sustentabilidade; *ii)* a capacidade de recuperação do sistema ecológico é suficiente, mas não necessita da sustentabilidade; *iii)* a capacidade de recuperação do sistema ecológico é necessária para a sustentabilidade; *iv)* a capacidade de recuperação é necessária e suficiente para a resiliência.

Quadro 3: Qualidades de um sistema resiliente

QUALIDADES DE UM SISTEMA RESILIENTE	CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RESILIENTE
Integração e participação	Reunir uma gama de sistemas e de instituições distintas Priorizar ampla participação para criar senso de propriedade compartilhada na tomada de decisão Utilizar as experiências do passado para informar futuras decisões
Criatividade e assertividade	Reconhecer maneiras alternativas de usar recursos Conceber bem os sistemas, construí-los e gerenciá-los com competência
Adaptabilidade e flexibilidade	Possuir capacidade sobressalente para acomodar interrupções inesperadas Possuir disposição e capacidade de adotar estratégias alternativas em resposta a mudanças nas circunstâncias

Fonte: Elaboração das autoras.

Assumindo esse entendimento, as estratégias de resiliência, em que se incluem mitigações e adaptações às mudanças climáticas, constituem condição para construção da sustentabilidade ambiental urbana e

encontram amparo nas concepções de planejamento da paisagem urbana fundadas na infraestrutura verde, dada sua solidariedade com as estruturas da natureza. A título de exemplo, como se verá adiante, a infraestrutura verde pode auxiliar na promoção da resiliência urbana, uma vez que suas propostas podem reduzir as ilhas de calor, promovendo a queda na temperatura; pode também reduzir os alagamentos e o consequente comprometimento da infraestrutura cinza por promover a infiltração etc., como se vê no quadro 3 (ROUSE; BUNSTER-OSSA, 2013).

Diante de alguns dos conceitos que têm balizado as discussões sobre cidades sustentáveis e apresentada a ideia de infraestrutura verde como abordagem para construção da paisagem urbana em interação com a natureza, cabe a discussão sobre o entendimento de diferentes pesquisadores do tema.

1 Diferentes visões de uma mesma abordagem conceitual

Quais as definições mais correntes de *infraestrutura verde*? No que se refere ao termo, esse é de origem anglo-saxônica e foi cunhado pela Comissão de Corredores Verdes da Flórida, em 1994. Na ocasião, foi apresentado um plano de intervenções para infraestruturas urbanas que revisava padrões morfológicos e tecnológicos, até então, tradicionais, com propostas que se ancoravam na lógica da natureza para definir soluções para problemas urbanos. A infraestrutura verde foi, então, definida como aquela adequada a cada território e complementar ou substituta às propostas de infraestruturas cinzas ou tradicionais.⁸

A especificidade estaria na diferença que possui em relação à abordagem do planejamento tradicional da infraestrutura urbana e dos espaços livres, pois a infraestrutura verde se vale de um sistema de elementos essenciais à preservação da paisagem, com capacidade de adaptabilidade às mudanças do meio antrópico e da natureza. Acresce-se a esse

⁸ Infraestrutura cinza – soluções de engenharia tradicional entendidas, por muito tempo, como a melhor resposta às demandas de infraestrutura urbana (sistema viário, saneamento, drenagem).

caráter o atendimento integrado de diferentes demandas socioeconômicas, função essa típica da abordagem que também se apõe às soluções correntes, de caráter monofuncional.

Uma revisão de diferentes autores que vêm se dedicando ao tema possibilita um apanhado de definições para *infraestrutura verde* que podem apoiar o entendimento desse conceito ainda em caráter pré-paradigmático. Segundo Benedict e McMahon (2006, p. 35), a associação do termo *infraestrutura* ao verde visava a enfatizar o diferencial da proposta frente às práticas ambientais conservacionistas mais tradicionais ao mesmo tempo que revia a percepção popular difundida sobre o planejamento das áreas verdes urbanas. A intenção era superar o entendimento de que as áreas verdes devem existir por serem agradáveis, em vez de necessárias. Outra mudança de paradigma seria incorporar uma visão sistêmica ao planejamento das áreas verdes, que, tradicionalmente, recebem tratamento isolado. Essa mudança privilegiaria a conectividade entre as unidades de conservação, as áreas verdes e os espaços abertos da cidade, garantindo os benefícios da integração natureza e cidades (BENEDICT; McMAHON, 2006, p. 35).

Avançando sobre o foco inicial de estruturação de áreas verdes, a abordagem se amplia como estratégias de planejamento da paisagem nas diferentes escalas, formando redes multifuncionais mais próximas do ordenamento territorial urbano. Assim, o conceito pode ser aplicado em diferentes escalas do planejamento urbano incluindo a conectividade entre as áreas urbanas, rurais e naturais (MOMM-SCHULT *et al.*, 2013).

No que se refere ao manejo das águas urbanas, associado à ideia de manutenção do ciclo da água, as estratégias de ocupação do solo apresentam um conjunto de soluções denominadas *desenvolvimento de baixo impacto* – Low Impact Development (LID). Estas adotam processos naturais para promover infiltração e reutilização desse recurso por meio de padrões de ocupação do solo sensíveis à água.

Como contribuição à adaptação às mudanças climáticas urbanas, a infraestrutura verde, aplicada ao planejamento da paisagem, agrega maior resiliência à estrutura urbana, como destaca Campbell *et al.* (2009 *apud* SUSSAMS *et al.*, 2015, p. 185, tradução nossa):

a infraestrutura verde colabora para três principais aspectos requeridos por soluções de adaptação às mudanças climáticas: mitigação dos efeitos das ilhas de calor urbano; gestão dos riscos de inundação; e resiliência ecológica.⁹

Para a melhor compreensão dos elementos configuracionais na paisagem, os quais compõem a infraestrutura verde, MOMM-SCHULT *et al.* (2013) afirmam que, nela, incluem-se: parques, jardins, intervenções em beiras d'água, recuperação/reabilitação de áreas urbanas e periurbanas, avenidas arborizadas, paredes e coberturas verdes, sistemas sustentáveis de drenagem, entre outros. Esses elementos de paisagem traduzem a amplitude de estruturas urbanas que podem ser tratadas com técnicas de infraestrutura verde. A forma de intervir, que será discutida adiante, visa a alcançar o objetivo de proteção dos serviços ecossistêmicos na medida em que promove a amenidade visual devido à maior presença de ambientes naturais; melhora o microclima urbano e a qualidade do ar; reduz os riscos de enchentes; promove qualidade e quantidade da água; reduz a poluição sonora e a emissão de gás carbônico. Em termos de projeto da paisagem, traduz-se em estruturas e em espaços urbanos que procuram responder à necessária integridade dos sistemas naturais e às demandas socioeconômicas.

Em síntese, dentro da pluralidade de funções atribuídas à infraestrutura verde, podemos destacar: *i*) promoção dos serviços ecossistêmicos urbanos, principalmente, na promoção da manutenção do ciclo da água nas cidades, por meio de sistemas de drenagem sustentáveis¹⁰ (PELLEGRINO; MOURA, 2017; VASCONCELLOS, 2011; HERZOG, 2013; ROUSE; BUNSTER-OSSA, 2013; MELL, 2010; AHERN, 2007;

⁹ “GI’s ability to increase protected area provision and strategic design, whilst maintaining habitat connectivity, constitutes improved habitat cohesiveness and is likely to increase ecosystem resilience to climate change” (CAMPBELL *et al.*, 2009 *apud* SUSSAMS *et al.*, 2015, p. 185).

¹⁰ SuDS (Sistema de Drenagem Sustentável) é um sistema de drenagem que, baseado nos princípios do equilíbrio do ciclo da água, visa a promover estratégias de drenagem com o mínimo impacto possível.

BENEDICT; McMAHON, 2006); *ii*) promoção de mobilidade e de conexão física e ecológica com uso de estruturas urbanas verdes mais conhecidas como corredores verdes (NEWMAN; BEATLEY; BOYER, 2017; DOVER, 2015; MELL, 2010; NEWMAN; BEATLEY; BOYER, 2009); *iii*) promoção de estruturas urbanas com resiliência ecológica às mudanças climáticas (BREARS, 2018; SUSSAMS *et al.*, 2015; GINER, 2017; NEWMAN; BEATLEY; BOYER, 2009); *iv*) promoção da aproximação entre homem e natureza garantindo a saúde pública e se afirmando como uma estratégia biofílica (BEATLEY, 2017; NEWMAN; BEATLEY; BOYER, 2017); *v*) promoção da biodiversidade ao mesmo tempo que articula as relações entre as áreas urbanas e rurais (DOVER, 2015; SUSSAMS *et al.*, 2015; AUSTIN, 2014; MELL, 2010).

As múltiplas atuações da infraestrutura verde decorrem da aglutinação e de diferentes abordagens anteriores à sua definição como caminhos verdes (*greenways*, final século XVIII); cidade jardim (*garden city*, século XVIII); cinturões verdes (*green belts*) e franjas urbanas (*urban fringes*, século XVIII); corredores verdes (*green corridors*, século XX); ecologia da paisagem (*landscape ecology*, século XX); inclusão social (*social inclusion*, século XX). Devem-se também ao fato de tratar de temas contemporâneos, como: sustentabilidade urbana (*urban sustainability*, século XX); cidade esponja¹¹ (*sponge city*, século XX); ecocidade (*eco-city*, século XX); e toda a produção associada às soluções baseadas na natureza (*nature based solutions* (NbS), século XXI).

1.1 Projetos precursores e novas abordagens da infraestrutura verde

No que tange às experiências precursoras de planejamento da paisagem, as mais importantes podem ser apontadas como aquelas relacionadas às intervenções em parques urbanos e os corredores verdes urbanos (DAVIES *et al.*, 2006). A grande referência internacional é o projeto

¹¹ A cidade esponja é aquela que incorpora o regime hidrológico no seu planejamento e no seu desenho urbano, com ênfase em desenvolver a sua capacidade de drenar a água da chuva (ZEVENBERGEN *et al.*, 2018; BARBAUX, 2015).

Emerald Necklace, do arquiteto da paisagem Frederick Law Olmsted (1822-1903), implantado em Boston no final do século XIX, que espacializa a maioria dos princípios de articulação entre cidade e natureza.

O Sistema de Parques de Boston combina sistemas ecológicos aquáticos e terrestres sem resposta às preocupações com saúde, sociabilidade urbana e ecologia. Com esse projeto, a ideia de paisagem como infraestrutura ganha notoriedade, uma vez que o novo desenho proposto para a área pantanosa de Back Bayem, Boston, EUA, responde às necessidades de regulação do ciclo hidrológico, ao mesmo tempo que cria um sistema de avenidas parques (*parkways*), que articula o Boston Common com o Franklin Park (ROUSE; BUNSTER-OSSA, 2013, p. 7).

Uma das grandes contribuições de Olmsted ao Movimento de Parques (*Park Movement*)¹² foram suas propostas teórico-práticas de estruturas vegetativas de restauração ecológica. Nas palavras de Eisenman (2013), surgem daí as contribuições para a promoção dos serviços de ecossistema e do bem-estar humano por meio da definição dos corredores ecológicos. Essa abordagem aos poucos se expande para uma concepção de planejamento da paisagem como entendido na contemporaneidade.

Embora os projetos desenvolvidos por Olmsted sejam simbólicos para as bases teóricas do conceito de *infraestrutura verde*, o debate sobre a construção da paisagem como uma inter-relação entre meio natural e social é anterior à sua contribuição aglutinadora. Mesmo que o termo não seja literalmente utilizado, inúmeras experiências teóricas e práticas de épocas diferentes colaboraram para a conceituação da infraestrutura verde pelas estratégias e pelas intervenções que apresentam: do jardim ao sistema de ruas; das praças aos parques; do sistema de ruas, das praças e dos parques às cidades verdes; da cidade verde à cidade da infraestrutura verde, existe a ênfase na perspectiva da relação cidade-natureza (SANTANNA; BEZERRA; OLIVEIRA, 2017).

¹² “A partir do Prospect Park (1866-1867) e ao longo dos trinta anos seguintes, Olmsted liderou o Movimento dos Parques nos Estados Unidos, estabelecendo as diretrizes para projetos de parques, campi universitários, loteamentos residenciais e de preservação de belezas naturais. Sua ideia de cidade saudável permeada de muito verde exerceu grande influência no planejamento do século XX em todo mundo” (ALEX, 2008, p. 83).

Para mais, devem-se destacar também as abordagens teóricas e práticas na escala do planejamento do território, como as de Ian McHarg e Anne Spirn¹³ na escala do desenho urbano, e as concepções do *Landscape Urbanism* de Charles Waldheim. Enquanto os primeiros desenvolvem um método cartográfico que articula os fatores do meio físico com as demandas de uso do solo urbano, até hoje utilizado em todas as iniciativas de planejamento ambiental, no segundo são fartos os exemplos de elementos configuracionais da paisagem, especialmente, no que tange ao Sistema de Espaços Livres (SEL), mas ambos buscam promover uma relação harmônica entre a conservação das áreas de interesse ambiental e o processo de urbanização.

Essa breve análise histórica tem como objetivo ilustrar que o termo *infraestrutura verde* é relativamente novo e está em constante construção, mas suas bases conceituais vêm sendo discutidas há muito tempo e têm origem em diversas disciplinas. Hoje, consta da pauta das discussões contemporâneas sobre o futuro das cidades. Em síntese, trata da integração de diferentes abordagens disciplinares vinculadas principalmente à promoção de uma conexão ambiente construído e estruturas ecológicas nas cidades por meio de soluções baseadas na natureza, com o intuito de favorecer o equilíbrio ecossistêmico e a proteção de seus serviços, como é o caso do ciclo da água, uma das principais prioridades das intervenções nos sistemas de áreas verdes.

Após as discussões sobre os fundamentos do conceito de *infraestrutura verde* e suas inter-relações com sustentabilidade ambiental, resiliência e proteção de serviços ecossistêmicos, faz-se necessário entender sua contribuição ao planejamento da paisagem urbana. Como coloca Mell (2017), é pertinente indagar se o termo *infraestrutura verde* somente organiza abordagens anteriores e contemporâneas ou se realmente traz algo de novo. O que se verifica é que a infraestrutura verde, associada ao planejamento urbano, inova e difere de outras práticas de

¹³ Anne Spirn, ex-aluna de Ian McHarg, escreveu um livro de extrema importância, *O jardim de granito – The granite garden* – (1995), que reflete sobre a complexa relação entre as demandas humanas do desenvolvimento urbano e a capacidade de suporte do meio.

planejamento da paisagem por integrar as perspectivas ecológicas e sociais na definição do ordenamento do uso e da ocupação do território.

2 Princípios da infraestrutura verde

Como pioneiros na estruturação do arcabouço conceitual da infraestrutura verde, retomam-se os estudos de Benedict e McMahon (2006) no livro *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Eles apresentam os princípios que norteiam o conceito de infraestrutura verde na seguinte passagem:

(i) A conectividade é a chave; (ii) o contexto importa; (iii) a infraestrutura verde deve ser embasada em conhecimentos científicos e na teoria e prática do planejamento do uso do solo; (iv) a infraestrutura verde pode e deve funcionar como uma organização espacial tanto para a conservação, quanto para o desenvolvimento; (v) a infraestrutura verde deve ser planejada e protegida antes do desenvolvimento; (vi) a infraestrutura verde é um investimento público fundamental que deve ter prioridade de financiamento; (vii) a infraestrutura verde proporciona benefícios para a natureza e para as pessoas; (viii) a infraestrutura verde respeita as necessidades e os desejos do proprietário e de outros agentes envolvidos; (ix) a infraestrutura verde deve se conectar com as atividades da comunidade e suas cercanias; (x) a infraestrutura verde requer um comprometimento a longo termo.¹⁴ (BENEDICT; MCMAHON, 2006, p. 37, Box 2.3, tradução nossa).

Posteriormente, vários outros pesquisadores discorreram sobre as características da infraestrutura verde, o que possibilita uma análise de recorrência

¹⁴ “connectivity is key; context matters; green infrastructure should be grounded in sound Science and land-use planning theory and practice; green infrastructure can and should function as the framework for conservation and development; green infrastructure is a critical public investment that should be funded up front; green infrastructure affords benefits to nature and people; green infrastructure respects the needs and desires of landowners and other stakeholders; green infrastructure requires making connections to activities within and beyond community; green infrastructure requires long-term commitment” (BENEDICT; MCMAHON, 2006, p. 37, Box 2.3).

para identificar os princípios a serem observados em uma estruturação metodológica que subsidie o planejamento da paisagem urbana. No quadro 4, apresenta-se a síntese de uma acurada revisão bibliográfica que remete aos seguintes princípios: multiescalaridade, interdisciplinaridade, multifuncionalidade, conectividade e participação social.

Quadro 4: Princípios norteadores da infraestrutura verde segundo vários autores

Princípios	Definição	Autores											Número de recorrências	
		Rouse; Bunster-Ossa (2013)	Benedict; McMahon (2006)	Nell (2010)	Davies et al. (2006)	Ahern, Cilliers; Niemelä (2014, 2010, 2007)	Breurs (2018)	Firelock (2012)	Austin (2014)	Giner (2007)	Paul et al. (2011)	Kumbhkar; Owen (2006)		Hassen; Paulbit (2014)
Promoção da Biodiversidade	Refere-se ao caráter ecossistêmico													04
Construção de Conectividade	Refere-se à articulação entre as diferentes funções: bióticas, abióticas e antrópicas													08
Promoção da Multifuncionalidade	Refere-se ao potencial de promover diferentes desempenhos (ambiental, social, estético, ecológico)													11
Proposição de Mobilidade	Refere-se à construção de diferentes tipos de NÓS (<i>Hub</i>)													02
Promoção da acessibilidade	Refere-se ao caráter de a intervenção de ser acessível a todos os tipos de público													01
Ação de Interdisciplinaridade	Refere-se ao caráter de reunir diferentes disciplinas para promoção das ações													11
Identidade	Refere-se ao objetivo de criar identidade visual para o lugar													02
Especificidade local	Refere-se à consideração das características do lugar													03
Habitabilidade	Refere-se à capacidade de melhoria da salubridade e ambiental do lugar													01
Multiescalaridade	Refere-se à atuação na integração das diferentes escalas													10
Participação social	Refere-se à atuação com participação dos diferentes atores sociais													07
Redundância	Refere-se à atuação por múltiplos elementos provendo funções iguais ou similares													01
Atuação Modular	Refere-se à característica do <i>design</i> em subsistemas													01
Adaptabilidade	Refere-se a um <i>design</i> com qualidade de se adaptar a mudanças													04
Abordagem Estratégica	Estabelece orientações claras para uma dada proposta													03
Integração	Refere-se à capacidade de se integrar com as demais infraestruturas existentes													06

Fonte: Elaboração das autoras.

2.1 Multiescalaridade na infraestrutura verde

A multiescalaridade da infraestrutura verde se refere à sua característica de abordar as relações entre uso e proteção da natureza, que permite atuar nas diferentes escalas territoriais: em discussões globais, no nível do planejamento regional, no nível urbano e, ainda, na escala do urbanismo.

Por uma escala global entende-se o campo dos acordos internacionais de política urbana e ambiental, em que se discute o uso mais sustentável do capital natural mundial, como no caso de temas desafiadores do uso e da ocupação do território e seus desdobramentos com relação às mudanças climáticas e à proteção da biodiversidade global, entre outros. Na escala metropolitana ou regional, coloca-se a necessidade de entender as características histórico-naturais do território, definir unidades de paisagem e ter em conta as bacias hidrográficas, recortes essenciais para a definição de áreas a serem preservadas e urbanizadas. No intraurbano, desponta o papel do plano diretor urbano na estruturação de um sistema de espaços verdes públicos para oferecer soluções de ordenamento territorial na escala da cidade. Na escala local (bairro e edifício), o destaque fica por conta dos projetos urbanísticos de espaços livres com a introdução de estruturas verdes sensíveis à água, de uso público e privado, focadas em uma solução baseada na natureza, como: tetos verdes, jardins de chuva, jardins verticais, arborização urbana, elementos de drenagem filtrantes, entre outras estruturas verdes sensíveis à água, as quais colaboraram com o metabolismo circular das cidades.

De todas essas escalas, a regional constitui a mais adequada para garantir a integridade da estrutura da paisagem. De acordo com Batlle (2014), para que haja sustentabilidade ambiental urbana, não podemos nos restringir aos aspectos estritamente pontuais de uma intervenção, mas, sim, aos aspectos regionais, principalmente, da bacia hidrográfica, que é a base do planejamento da paisagem

[A melhor escala para se pensar a matriz ecológica de um território]. Nesta escala, a matriz pode atuar em diferentes escalas e se converter em uma terceira via para

aqueles que se interessam unicamente pelo geral e pelo pequeno e os que renunciam ao global porque o consideram impossível e somente se esforçam no detalhe ornamental.¹⁵ (BATLLE, 2014, p. 151, tradução nossa).

Sussams *et al.* (2015) colaboram para essa afirmação argumentando que essa é a escala da paisagem que trata da sinergia e das trocas entre os diferentes recursos do capital natural de um determinado lugar e, ao mesmo tempo, influencia o sistema de processos ecológicos de uma região. Segundo Benedict e McMahon (2006, p. 35, tradução nossa),

as áreas naturais e a paisagem como um todo precisam ser conectadas em escala regional para proteger a biodiversidade e garantir os processos ecossistêmicos de sobrevivência humana e da natureza.¹⁶

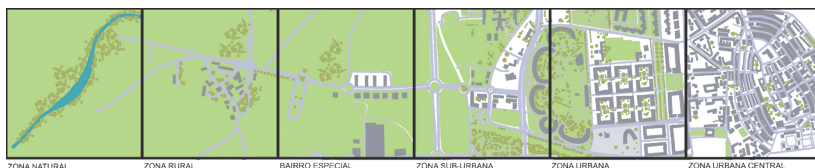
A corroborar com esse entendimento, destaca-se que a lógica da integridade da paisagem necessita dos serviços ecossistêmicos que são produzidos, na maioria das situações, fora dos limites da malha urbana consolidada. A reflexão sobre a relação entre a cidade e sua região possui categorias próprias de abordagem, como meio físico biótico, estruturas construídas, densidade e tipologias, o que, na infraestrutura verde, tornou-se técnica corrente, qual seja, o transecto.¹⁷ Este nada mais é do que a caracterização da transição entre as escalas de ocupação com identificação de suas características para elaboração do projeto da paisagem na articulação entre ambiente construído e natureza (figura 2).

¹⁵ “*la matriz ecológica metropolitana puede actuar a todas las escalas y convertirse en una tercera vía para aquellos a quienes únicamente interesa lo general, y que a menudo se inquietan por lo pequeño, y para aquellos que renuncian a lo global porque lo consideran imposible y sólo se esfuerzan en el detalle ornamental*” (BATLLE, 2014, p. 151).

¹⁶ “*that natural areas need to be connected at the regional and landscape scales to protect biodiversity and ecosystem processes*” (BENEDICT; MCMAHON, 2006, p. 35).

¹⁷ O transecto é uma metodologia de análise urbana que propõe um corte transversal com o intuito de identificar contextos urbanos, suburbanos e rurais e as transições entre eles.

Figura 2: Zonas de transecto: articulação das escalas da paisagem



Fonte: Elaboração de Nayara Silva com base em Center For Applied Transect Studies, 2019.

2.2 Multifuncionalidade: garantia e proteção de serviços ecossistêmicos e demandas socioeconômicas

A multifuncionalidade na infraestrutura verde se traduz na visão integrada entre o atendimento dos valores ecológicos e sociais presentes em dado território visando a uma intervenção na paisagem que garanta benefícios diretos e indiretos traduzidos pela garantia dos serviços ecossistêmicos. A infraestrutura verde, como abordagem engajada nas especificidades do lugar,

aborda o contexto no qual os problemas podem ser reconhecidos e articulados e dentro do qual diferentes valores podem ser compreendidos, conflitos resolvidos e escolhas feitas (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2013, p. 1453, tradução nossa).¹⁸

Mesmo que exista uma recorrência nas afirmações sobre o potencial da infraestrutura verde em promover os serviços ecossistêmicos, há uma grande inquietude sobre as relações entre as intervenções e os resultados em termos de garantia e de proteção efetiva desses serviços. Não existe um consenso entre os pesquisadores de como quantificar os benefícios em uma relação biunívoca entre as intervenções e a proteção dos serviços ecossistêmicos (SUSSAMS *et al.*, 2015).

¹⁸ “provides the context in which the problems can be recognized and articulated, and within which different values can be understood, conflicts resolved and choices made” (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2013, p. 1453).

Em uma tentativa de objetivar essa característica da multifuncionalidade, Syrbe e Walz (2012) e Fisher, Turner e Morling (2009) defendem como técnica a delimitação do território em unidades de paisagem, que representam áreas de provimento de serviço, áreas beneficiadas e áreas de conexão de serviço. Essas são de uma divisão própria dos autores, mas o método é utilizado de forma tradicional no planejamento ambiental.

As unidades de paisagem constituem áreas relativamente homogêneas. Estas denotam a estreita relação entre as características ecológicas de um território e as atividades que nele se desenrolam. Buscam identificar um grupo de fatores, selecionados de acordo com os objetivos que se deseja alcançar no Planejamento Ambiental, de modo que, ao final, possa-se definir, para tais unidades, um conjunto de medidas e de estratégias de intervenção para sua proteção e uso sustentável.

Dentro deste contexto, o planejamento da paisagem fundado na infraestrutura verde repensaria o uso e a ocupação do solo de forma a promover a integridade ecológica, as demandas e as ofertas de serviços da natureza utilizando técnicas que, se não mensuram os benefícios, pelo menos os relacionam e os espacializam. No quadro 5, encontra-se uma relação entre as características de unidades de paisagem e possíveis serviços ecossistêmicos.

Quadro 5: Unidades de paisagem e provimento de serviço ambientais

SERVIÇO	CARACTERÍSTICA DAS UNIDADES ESPACIAIS DA PAISAGEM
PROVIMENTO	Bacia hidrográfica Aspectos geomorfológicos, fatores fitogeográficos Aspectos socioeconômicos que configurem unidade à paisagem e estruturas do ambiente construído
BENEFÍCIO	Controle de riscos naturais, como fenômenos associados às mudanças climáticas Atendimento da demanda de consumo de recursos naturais para sobrevivência humana e funcionamento das cidades Controle de clima urbano (picos de temperatura, ruídos etc.) Redução da vulnerabilidade aos riscos de natureza antrópica (como erosões, assoreamento, inundação etc.) Promoção de recreação, de amenidades urbanas, de valores culturais e espirituais

Fonte: Elaboração das autoras.

Utilizando essa técnica de construção das unidades de paisagem, é possível mapear os fluxos de serviços ecossistêmicos de uma determinada área em um período específico. Isso permite identificar as áreas relevantes (*hotspots*)¹⁹ de oferta de serviços ecossistêmicos, ou seja, áreas de grande desempenho de multifuncionalidade, fundamentais ao planejamento da paisagem, pois são pontos de sinergia entre demandas socioeconômicas e proteção ambiental (WANG; BANZHAF, 2018; SUSSAMS *et al.*, 2015; HANSEN; PAULEIT, 2014).

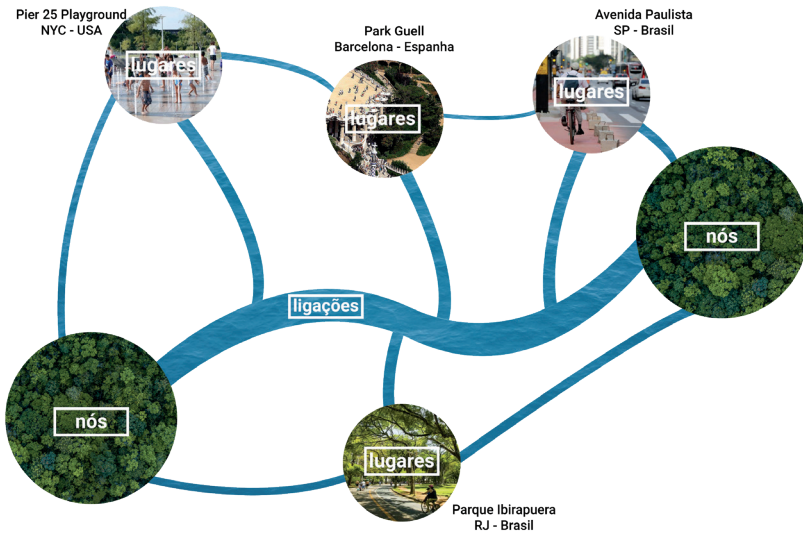
2.3 Conectividade: como se estrutura a paisagem

A conectividade, junto com a multifuncionalidade, refere-se à própria natureza das proposições de planejamento da paisagem, que caracterizam a infraestrutura verde, enquanto os demais princípios, como multiescalaridade, interdisciplinaridade e participação social se referem à forma de compreensão e de abordagem do território. Assim, o que garantirá os atributos à paisagem planejada com a abordagem da infraestrutura verde serão a conectividade e a multifuncionalidade.

Do ponto de vista da organização espacial, a conectividade se apresenta por meio de um trinômio de elementos – *sites-links-hubs* (figura 3) – que, por sua vez, caracterizam a própria infraestrutura verde. A relação entre eles, guardadas as devidas escalas de abordagem (local, regional e global), responde tanto ao princípio da conectividade, como da multifuncionalidade, em função da gama de serviços e de funções ecossistêmicos e antrópicos que envolvem.

¹⁹ *Hotspots* são as áreas consideradas de maior concentração e desempenho de proteção da natureza e dos serviços ecossistêmicos.

Figura 3: A rede de infraestrutura verde que conecta ecossistemas e paisagens em um sistema de nós, de ligações e de lugares



Fonte: Elaboração de Barbara Cerqueira, adaptado de Firehock (2012).

2.4 Interdisciplinaridade e participação social

Diante da amplitude de atuação da infraestrutura verde, que procura associar os aspectos bióticos, abióticos e socioculturais da paisagem para gerar benefícios sociais e ambientais, faz-se necessária uma visão sistêmica, interdisciplinar e transdisciplinar. Assim, a assertividade das intervenções vai depender de um levantamento e de um mapeamento de aspectos: *i)* do meio físico e biótico, como condicionantes geológicos, geomorfológicos, hídricos, climáticos e da cobertura vegetal, entre outros; *ii)* das infraestruturas em relação à paisagem construída, como sistemas de drenagem, esgotamento sanitário, sistema viário e uso e ocupação do solo; *iii)* dos aspectos socioeconômicos, como perfil da população, acesso a serviços e participação na vida coletiva.

Em outra vertente, o processo de intervenção na estruturação da paisagem deve ser dinâmico e participativo, envolvendo os diferentes

atores representativos da sociedade que serão afetados pelo projeto. Esse engajamento dos usuários no desenvolvimento do planejamento do projeto é essencial para que a infraestrutura verde seja sustentável no longo prazo (RIBEIRO, 2010; LIMA; ARANHA, 2017).

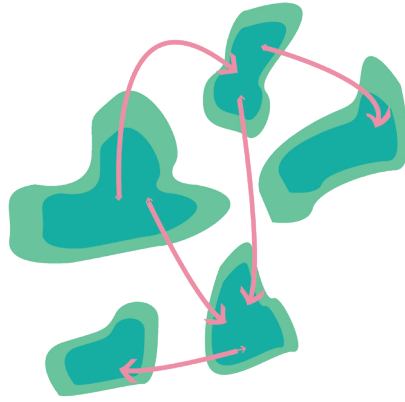
3 Elementos configuracionais da infraestrutura verde para planejamento da paisagem

Os elementos de configuração da infraestrutura verde se apresentam diferentemente, de acordo com sua funcionalidade (ecossistêmica ou socioeconômica), mas possuem interligação de dependência de modo a garantir a conectividade entre suas escalas. Assim, para fins de estruturar uma metodologia de planejamento, muitos autores (GINER, 2017; HANSEN; PAULEIT, 2014; AUSTIN, 2014; MELL, 2010; AHERN, 2007; BENEDICT; McMAHON, 2006) apontam elementos que conferem forma aos diferentes princípios nas diferentes escalas. Aqui, mais uma vez, não existe uma unanimidade sobre o tema.

Considerando os espaços verdes e livres da paisagem, recorre-se novamente a uma síntese do que tem sido mais utilizado como base para a estruturação da paisagem. Neste caso, trata-se de elementos configuracionais sobre os quais se darão as intervenções e seu ordenamento em escalas e em funções, podendo ser classificados de acordo com sua natureza em lugares, em ligações e em nós (*site, links e hubs*).

Os lugares (*sites*) são espaços relativamente homogêneos e não lineares. Podem ser de uso público em áreas de preservação, ou de valor recreativo (unidades de conservação integral ou parcial, parques, bosques, jardins, praças), ou de uso privado (jardins, parques, clubes). Esses lugares funcionam, muitas vezes, como degraus (*stepping stones*), pois, sozinhos, podem não possuir grande significado na estrutura da cidade, mas, no conjunto, são vitais para a mobilidade de pessoas e de espécies (figura 4). As ligações (*links*) darão significado ao conjunto de sites (FIREHOCK, 2012).

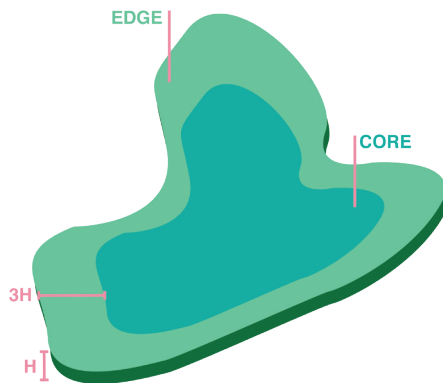
Figura 4: Esquema de movimentação das espécies nos degraus (lugares ou *sites*)



Fonte: Elaboração de Barbara Cerqueira, adaptado de Firehock (2012).

Com diferentes formas e tamanhos, os nós (*hubs*) se traduziriam em elementos da paisagem de interesse de conservação ambiental. Suas bordas devem ser concebidas como zonas de transição ou de amortecimento (*buffer*), fazendo a conexão entre áreas de preservação e zonas urbanizadas, como se vê na figura 5.

Figura 5: A relação entre a borda – faixas de transição – e o centro: as áreas de grande valor ambiental

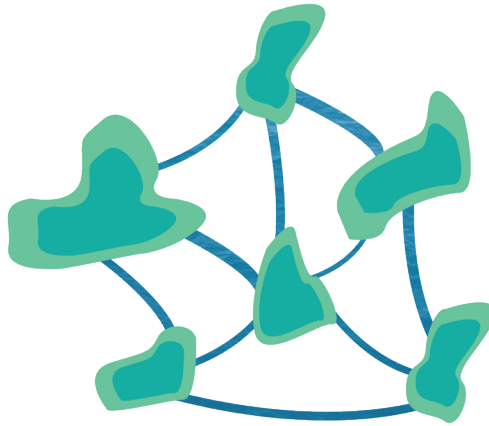


Fonte: Elaboração de Barbara Cerqueira, adaptado de Firehock (2012).

O princípio é que uma rede de corredores (*site-links*) e o centro (*core*), bem integrados, resultem em um território mais resiliente ecologicamente, com benefícios ecossistêmicos e socioeconômicos, como se vê na figura 6.

As conexões (*links*) constituem os elementos que conferem o atributo da conectividade à paisagem. São elementos que ligam diferentes partes da paisagem urbana, podendo ser de natureza pública ou privada, como vales, corpos d'água, lagoas de retenção, ruas, ciclovias, passeios verdejados, corredores verdes e cinturões verdes, o que não quer dizer que qualquer desses elementos será, em si, um *link*. Vai depender de sua organização na composição da paisagem. Em outra escala, os corredores, um dos primeiros elementos de configuração espacial utilizados pela infraestrutura verde, constituem também elementos de conectividade.

Figura 6: Centro e suas conexões



Fonte: Elaboração de Barbara Cerqueira, adaptado de Firehock (2012).

Procedida a identificação de princípios e de elementos, destaca-se que a relevância dessa sistematização está em estabelecer um ponto inicial para a construção de um arranjo metodológico que apoie o planejamento da paisagem ancorado na infraestrutura verde. O objetivo é o alcance de uma organização espacial marcada por princípios de

infraestrutura verde nas diferentes escalas urbanas com atendimento de diferentes funções e composta por elementos configuracionais próprios, de modo a garantir os serviços ecossistêmicos e de responder às demandas do funcionamento da cidade.

4 Estratégias metodológicas de infraestrutura verde para planejamento da paisagem

Com o intuito de avançar sobre uma metodologia, serão discutidos aqui os métodos que vêm sendo utilizados no planejamento da paisagem. Neste ponto, destaca-se o trabalho de Ian McHarg (1920-2001), em especial, o seu livro *Projetar com a natureza*. Essa obra é entendida como pioneira na construção de um método de como planejar e projetar o uso e a ocupação do solo de forma holística, de acordo com as características naturais da paisagem, abarcando as inter-relações entre os seres humanos e o ecossistema presentes em cada localidade.

O autor apresenta uma análise baseada na sobreposição de mapas temáticos (*overlays*), inovando ao colocar a ecologia como um dos principais pontos de partida da decisão de ocupar ou não determinada área. O método utilizado no *Plan for the valleys* permitiu definir as características ecológicas da região e a sua capacidade de suportar o desenvolvimento urbano e, ao mesmo tempo, garantir proteção das áreas de interesse ambiental.

A primeira parte do método se refere à realização de um inventário ecológico que se traduziria em mapas temáticos (clima, geologia, hidrologia, solos, vegetação). O material é organizado no mapa de uso e de ocupação do solo, em que se representam as áreas, aptas ou não, para determinado uso do solo. A sobreposição desses mapas – *overlay maps* – originaria um mapa síntese que, juntamente com uma matriz relativa à compatibilidade de usos, serviria para o processo decisório do Planejamento Ambiental do Território.

Não há dúvidas de que a teoria e a prática de Ian McHarg trouxeram avanços no que se refere à consideração da ecologia no desenho da paisagem. Como desdobramentos de seu trabalho, surgem as propostas

de desenho de *greenways* – vias verdejadas –, que procuraram repensar o desenho de algumas regiões da cidade na perspectiva ecológica, para, em um segundo momento, expandirem-se para o planejamento da paisagem da cidade com a infraestrutura verde centrada no potencial ecossistêmico.

Dessa forma, hoje, a aplicação dos conceitos e dos princípios do planejamento com infraestrutura verde se vale da base do método de McHarg e amplia, com a abordagem dos serviços ecossistêmicos, os aspectos sociais e a importância de se pensar a paisagem como construção cultural incluindo a população no processo decisório. Vale dizer que, como vários pontos aqui discutidos, esse ainda é um assunto aberto a contribuições de outros pesquisadores que estão debruçados sobre o tema. Recorrendo às sínteses dos estudos que existem sobre o planejar a paisagem com infraestrutura verde, com ênfase no trabalho de Ahern, Cilliers e Niemela (2014), destacam-se os seguintes pontos: *i*) estabelecer como meta a identificação das funções e dos serviços ecossistêmicos e dos elementos da paisagem que os fornecem, de modo a planejar para manter seu equilíbrio e sua proteção. Aqui o método seria a definição das unidades de paisagem mapeando a rede ecológica existente, para fornecer serviços e, em seguida, analisar essas informações juntamente com as condicionantes socioculturais do lugar com o intuito de definir as ações e as estratégias; *ii*) enfatizar a transdisciplinaridade como necessidade de um novo conhecimento sobre a forma de planejar a paisagem. Essa abordagem encoraja os profissionais de planejamento e *designers* a aplicarem princípios básicos de outra ciência, o que Ahern (2010) denomina *learning-by-doing* (aprendendo pelo fazer).

Considerações finais

A retomada dos princípios teóricos e práticos dos paisagistas, dos urbanistas e dos planejadores urbanos percussores da primeira metade do século XX, associados a discussões sobre sustentabilidade urbana e renaturalização das cidades, vai se apresentar nos anos de 1990 em diversas proposições de integração da cidade à natureza. Pode-se dizer,

após a pesquisa empreendida, que essas reflexões hoje têm se agrupado em torno das abordagens de infraestrutura verde e/ou de soluções baseadas na natureza, com maior desenvolvimento conceitual da primeira.

Dessa forma, estudar a incorporação da infraestrutura verde como ferramenta para se planejar a paisagem parece fundamental. Põe-se como desafio, pois sua condição pré-paradigmática exige, de quem a utiliza para planejar e projetar, a articulação de muitos conhecimentos sobre paisagem e território e sobre aspectos estéticos, socioculturais, ecológicos e infraestruturais. Trata-se de reunir e de aprofundar estratégias precursoras e apresentar uma série de respostas para adequar as cidades aos desafios globais, como a adaptação às mudanças climáticas, e até o que deveria ser trivial, que é tornar a vida de cada cidadão mais integrada à natureza.



Parte II



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantenerse dentro del espacio de espera de la estación de espera y no salir hasta que el personal de la estación le indique lo contrario.

oda
& Rosa



3

Capítulo 3


Paisagem urbana integrada às técnicas de infraestrutura verde para drenagem: solução para os alagamentos em Brasília¹

Maria do Carmo de Lima Bezerra
Mariana Arrabal
Vitor Camuzi

Introdução

As intervenções urbanas que consideram a lógica de funcionamento dos ecossistemas em que se inserem têm recebido a denominação de

¹ O capítulo faz parte de pesquisa realizada com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), no período de 2017 a 2019, e desenvolvida no âmbito do grupo de pesquisa de Gestão Ambiental Urbana CNPq/UnB, integrante do PPGFAU/UnB.



soluções baseadas na natureza e se caracterizam por agregar as funcionalidades dos sistemas naturais às necessidades de funcionamento das cidades. Essa abordagem encontra respaldo na noção de sustentabilidade que, a partir dos anos de 1990, assume o papel de um paradigma em construção para responder às mais diferentes inadequações de caráter social, ambiental e econômico que caracterizam o atual modelo civilizatório. Entre os diferentes focos do debate revisionista que abarca a temática da sustentabilidade, o fenômeno urbano possui papel preponderante, dadas a concentração de população e a influência desse espaço no consumo de recursos, assim como a geração de resíduos no nível global.

A urbanização, como marca no nosso tempo, está associada, em diferentes graus, aos impactos socioambientais negativos, como a poluição do ar, da água e do solo; desmatamento; redução da biodiversidade; e mudanças climáticas (GUERRA; DA CUNHA, 2001; HOGAN, 2000). No que se refere à forma de ocupação do solo predominante nas cidades, esta não considera as características climáticas e os condicionantes do meio físico, ou seja, as decisões sobre como ocupar e expandir as cidades não avaliam suas consequências ambientais, o que tem, entre outros aspectos, contribuído para um desequilíbrio do ciclo hidrológico tanto no que tange à qualidade, quanto à quantidade de água.

Sendo assim, o estudo ecológico da paisagem urbana se faz necessário para ampliar o alcance do conhecimento do fato urbano e de seu equilíbrio com a natureza, em que o entendimento do conceito de serviços ecossistêmicos urbanos se impõe, para que fiquem claros os benefícios da valorização das questões ambientais para o funcionamento das cidades. Bolund e Hunhammar (1999) apontam que, em especial, os serviços ecossistêmicos estão diretamente relacionados à existência e à qualidade da estrutura ecológica da cidade, pois é com a correta manipulação do solo urbano que se garante sua manutenção.

Nesse contexto, o conceito de *ecologia urbana* pode contribuir para um planejamento urbano que mantenha o comportamento natural da água por propiciar: *i*) maior compreensão sobre os impactos da urbanização sobre clima, hidrogeologia, biota e solos, o que contribui para maior assertividade na escolha de áreas a urbanizar; *ii*) entendimento

sobre as relações entre os padrões espaciais da urbanização com a lógica dos ecossistemas; *iii*) percepção de como as funções ecossistêmicas sustentam o estoque de capital necessário para produzir bens e serviços para a sociedade humana.

A abordagem sobre serviços ecossistêmicos urbanos e soluções baseadas na natureza encontra, no conceito de infraestrutura verde, uma ferramenta tangível de ordenamento do solo urbano e uma resposta às funcionalidades que a cidade demanda. Assim, é pertinente identificar técnicas baseadas na lógica da infraestrutura verde que, associadas ao sistema de drenagem urbana, favoreçam o processo de infiltração das águas e, conseqüentemente, mantenham o ciclo da água no ambiente urbano.

A infraestrutura verde apresenta metodologias para diversas funcionalidades da cidade e possui atuação centrada na estruturação da paisagem urbana, em que as áreas verdes constituem elemento essencial para suas intervenções. Nesse contexto, o estudo analisa as funcionalidades e as potencialidades das áreas verdes do Plano Piloto de Brasília para contribuição no sistema de drenagem e aumento no processo de infiltração para além das reconhecidas funções estéticas e paisagísticas que possuem.

1 Manejo sustentável das águas no meio urbano

A urbanização é um processo inerente à sociedade atual e, ao contrário de outros tempos, em que as estratégias de planejamento urbano buscaram controlar o surgimento e o crescimento das cidades, hoje, entende-se que não se deve evitá-la, mas, sim, discutir seus processos. Entre estes, destacam-se as articulações entre as lógicas da natureza e da ocupação urbana para minimização dos impactos ambientais negativos que, no ciclo da água, são vivenciados na forma de alagamentos, de enchentes² e de inundações.³

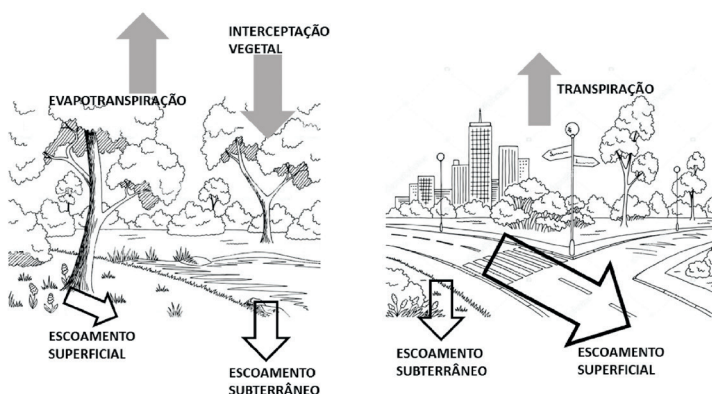
² “A enchente é um fenômeno natural do regime do rio, e todo rio tem sua área de inundação” (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006, p. 8).

³ “As inundações passam a ser um problema para o homem quando ele deixa de respeitar os limites naturais dos rios ocupando suas áreas marginais” (FUNDAÇÃO

As alterações no ciclo hidrológico das cidades decorrem, principalmente, da redução da cobertura vegetal e do aumento das superfícies impermeabilizadas, inerentes aos padrões morfológicos da urbanização convencional. Seus principais efeitos podem ser descritos como: *i)* aumento do escoamento superficial devido à impermeabilização; *ii)* rebaixamento do nível do lençol freático devido à falta de infiltração; *iii)* aumento da velocidade de escoamento devido à impermeabilização e às próprias galerias de drenagem que levam vazões maiores, em tempos mais curtos, a serem lançadas nos cursos hídricos. Como resultado, uma sequência de aspectos qualitativos e quantitativos será incitada: assoreamento de corpos d'água, aumento da poluição dos cursos d'água, redução da disponibilidade hídrica, perda da biodiversidade, entre outros prejuízos.

De acordo com Christofidis (2010), em locais sem urbanização, cerca de 50% da água precipitada infiltra, e 10% esco superficialmente. Em contrapartida, em áreas urbanizadas, a taxa de infiltração cai para 30%, enquanto o escoamento superficial aumenta na mesma proporção. A figura 1 mostra o impacto da urbanização no balanço hídrico com uma comparação entre as situações pré e pós-urbanização.

Figura 1: Situações pré e pós-urbanização



Fonte: Elaboração dos autores.

A drenagem urbana tradicional, ou infraestrutura cinza, tem como características: rápido escoamento das precipitações, concentração dos volumes e vazões e lançamento pontual dos efluentes coletados nos corpos receptores. O problema é que, com as alterações do uso do solo urbano, nem sempre planejadas, esse sistema tende a entrar em obsolescência, o que leva aos problemas já referidos. É um sistema de drenagem que não estabelece uma relação causal com a forma de ocupação do solo, sendo este considerado apenas na etapa inicial para o fim de cálculos de dimensionamento do sistema de dutos de escoamento. Nesse sistema, cada vez que a ocupação urbana é alterada, todo o sistema entra em obsolescência, requerendo atualização e ampliação. Sem isso, ocorrerão os alagamentos.

O manejo sustentável das águas de chuva tem como meta reduzir os impactos ambientais gerados pelo modelo tradicional por meio de soluções que visam a: favorecer a infiltração da água no solo, diminuir os picos de cheia, retardar o escoamento pluvial, aumentar o tempo de concentração, reduzir a poluição nos corpos receptores. Essas estratégias mantêm o ciclo hidrológico sem deixar de atender às necessidades funcionais das cidades.

A infraestrutura verde, como ferramenta de planejamento da paisagem de fundamentos ecológicos, oferece diversas soluções que favorecem o metabolismo circular nas cidades em alternativa ao modelo tradicional de drenagem, como se pode observar na citação de Gomes:

Dentro da nova concepção de projeto de drenagem, onde se pretende não somente livrar-se o mais rápido possível da água precipitada, mas fazer com que seja controlado o deságue a jusante, existem medidas alternativas de controle de enchente. Essas medidas, em geral, reúnem diferentes soluções, envolvendo equipes multidisciplinares. Dentre essas podem ser citadas as bacias de percolação, os planos, trincheiras de infiltração, os pavimentos porosos, os armazenamentos em cobertura, estacionamentos e micro reservatórios e as bacias de amortecimento de cheias. (GOMES, 2004, p. 8).

Na linha do planejamento da paisagem, assim como a infraestrutura verde, outras abordagens foram sendo desenvolvidas em diferentes centros de pesquisa, para lidar com o ciclo da água nas cidades desde meados da década de 1970. Essas abordagens adotam uma visão abrangente e têm como objetivo integrar o uso e a ocupação do solo ao manejo da água, fornecendo uma gama de soluções para reduzir o impacto do volume, da frequência e da qualidade da drenagem de águas pluviais por meio de medidas de preservação do sistema natural de drenagem existente, de simulação do sistema natural de infiltração nas áreas antropizadas e de proteção do solo durante processos de urbanização (ANDJELKOVIC, 2001; BROWN; KEATH; WONG, 2009; SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

Denominadas *soluções de drenagem sustentável*, as técnicas mais difundidas para ajuste do escoamento superficial gerado pela impermeabilização do solo urbano foram desenvolvidas na década de 1980 pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US-EPA). São conhecidas pelo nome de Low Impact Development (LID), ou Desenvolvimento de Baixo Impacto. O objetivo principal do LID é permitir, por meio de planejamento e de desenho urbano integrados a práticas de retenção, de infiltração e de tratamento da água, a manutenção das funções hidrológicas (HINMAN, 2012; PRINCE GEORGES COUNTY, 2000).

As práticas de LID podem ser adotadas tanto em novas urbanizações, quanto em áreas a serem urbanizadas, para proporcionar benefícios ambientais, entre eles: redução no número de eventos de enchentes e alagamentos, melhoria na recarga dos aquíferos e embelezamento da paisagem urbana. Além disso, o LID proporciona vantagens econômicas, uma vez que os custos de manutenção em longo prazo são, normalmente, menores do que os do sistema tradicional. Enquanto o LID apresenta soluções para drenagem, as estratégias de infraestrutura verde garantem tratamento integrado à paisagem urbana, ou seja, a adoção de LID integrada aos princípios de infraestrutura verde resulta na multifuncionalidade e na conexão dos espaços urbanos, obtendo não apenas uma drenagem sustentável, mas uma cidade mais integrada à natureza.

Nesse contexto, as estratégias de gestão sustentável das águas pluviais urbanas devem ser integradas às áreas verdes da cidade, com soluções que tenham comportamento aproximado às condições hidrológicas do ambiente natural, com maior tempo de detenção do escoamento pluvial, maior infiltração e recarga dos aquíferos, menor escoamento superficial, menores níveis de erosão e de poluição das águas e, conseqüentemente, menores impactos negativos.

Para atingir os objetivos da drenagem sustentável, cinco principais funções devem ser observadas quanto ao manejo das águas pluviais: purificação, detenção, retenção, condução e infiltração. A purificação das águas pluviais escoadas acontece, naturalmente, por meio da sedimentação, da filtração e da absorção. A detenção desacelera o fluxo das águas pluviais e, conseqüentemente, não sobrecarrega a drenagem. Sua principal função é retardar o escoamento. A retenção é o ato de acumular e de reter a água por um período (em bacias ou em lagoas), para ser utilizada e, posteriormente, lançada para o sistema de drenagem ou corpos d'água. A condução é o modo como a água pluvial é deslocada e transportada do seu ponto inicial (onde choveu) até o seu ponto de descarga final. A infiltração é o processo no qual a água penetra no solo, recarrega os lençóis freáticos e aquíferos e sofre a ação da purificação.

A eficácia dessas soluções deve, entretanto, ser avaliada frente ao tamanho dos problemas instalados nas cidades. No âmbito dos conceitos, o caminho para uma gestão sustentável da drenagem estaria em encontrar equilíbrio entre a utilização de soluções de infraestrutura verde e tradicionais.

2 O papel das áreas verdes para promoção da drenagem sustentável

Existe certo consenso de que basta a existência de áreas livres e verdes para promover a permeabilidade urbana. Entretanto, essa não é exatamente uma assertiva correta, pois se faz necessário que seja considerada a relação entre solo, clima e vegetação, para afirmar que as

áreas verdes estão exercendo seu papel ecossistêmico de regulação, ou seja, permitir a fácil infiltração e retenção da água da chuva.

Esse é um tema de grande importância para discutir quando se pesquisa drenagem sustentável e infraestrutura verde: como tratar as áreas verdes para que exerçam sua multifuncionalidade? Destaca-se como necessário: *i*) identificar a problemática de drenagem e avaliar a técnica de drenagem de baixo impacto LID mais eficiente em função da área disponível, da localização e do tipo de problema (alagamento ou inundação, por exemplo); *ii*) estudar as funções urbanas que se desenvolvem na área e articular sua funcionalidade com a drenagem; *iii*) conhecer os solos e a vegetação mais adequada para facilitar a infiltração e mais adaptável ao ecossistema, de modo a propiciar sua manutenção.

No quadro 1, estão exemplificadas soluções de infraestrutura verde que têm sido mais utilizadas para favorecer a regulação do ciclo hidrológico em articulação com funcionalidades urbanas:

Quadro 1: Síntese dos elementos de infraestrutura verde que favorecem a drenagem

Componentes da infraestrutura verde	Função	Elementos	Atributos
Áreas verdes	Manter a permeabilidade e a fertilidade do solo, diminuir o escoamento superficial	Praças, parques urbanos, jardins públicos	Predomínio de vegetação
Corredores verdes (greenways)	Facilitar fluxos hídricos e biológicos. São refúgios para fauna	Parques lineares, ruas arborizadas, faixas de preservação nos cursos d'água, faixas de servidão de linhas de transmissão de energia	Estruturas lineares da paisagem que ligam ao menos dois fragmentos de ecossistemas

Componentes da infraestrutura verde	Função	Elementos	Atributos
Stepping stones	Facilitar o movimento das espécies na paisagem, favorecer a chegada de animais e de sementes, garantir o fluxo gênico	Praças, parques urbanos, jardins públicos	Pequenas áreas de hábitat dispersas pela cidade. Podem ser conectadas aos corredores ecológicos
Alagados construídos (constructed wetlands)	Aumentar a área de filtragem e a superfície de contato; estabilizar o meio de suporte; aumentar a diversidade, a densidade biológica e a condutividade hidráulica; promover beleza paisagística; melhorar a qualidade da água; e controlar cheias	Lagos e lagoas, bacias de retenção	Áreas encharcadas ou de acumulação de águas pluviais com vegetação aquática
Telhados verdes	Permitir a gestão racional de água, reduzir ilhas de calor, contribuir para eficiência energética	Tetos construídos com uma camada de isolamento, membrana impermeável e uma camada de meio crescimento	Telhados cobertos de plantas que permitem a gestão das águas pluviais
Bioengenharias ou engenharia soft	Reforçar locais instáveis, como encostas e margens	Gabiões vegetados, estacas vivas, muros de pedra vegetados	Estruturas que mimetizam a natureza por meio de técnicas ecológicas voltadas à estabilização do solo. Combinam o uso da vegetação com materiais tradicionais
Biovaleta ou vala biorretentora	Técnicas de drenagem pluvial direcionadas para a restauração dos processos naturais de escoamento e de infiltração das águas em áreas antropizadas	Valas vegetadas ou jardins lineares em cotas mais baixas, que recebem a água do escoamento superficial. Essas valas promovem ainda purificação das águas pela sedimentação	Estruturas que utilizam a matriz orgânica do solo com preenchimentos inertes, manta geotêxtil e vegetação, para controlar escoamentos, envolvendo ainda sedimentação e filtragem

Componentes da infraestrutura verde	Função	Elementos	Atributos
Canteiro pluvial ou jardins de chuva	Técnicas de drenagem pluvial para reduzir o escoamento e permitir a infiltração das águas em áreas antropizadas	Podem ser colocados junto do meio-fio, para receber o escoamento superficial do leito carroçável das vias	Jardins em cotas mais baixas, que recebem as águas provenientes do escoamento superficial das áreas impermeáveis
Interseções viárias	Técnicas de drenagem pluvial para reduzir o escoamento e permitir a infiltração das águas em áreas antropizadas	Organizam o fluxo viário e coletam água da chuva	Ilhas de distribuição de trânsito com áreas vegetadas em seu interior, que podem funcionar como jardins de chuva
Lagoa pluvial (ou bacia de retenção)	Técnicas de drenagem pluvial direcionadas para a restauração dos processos naturais de escoamento e infiltração das águas em áreas antropizadas	Podem ser colocadas nos pontos mais baixos de uma rede de drenagem ou em áreas, como parques	Lagoa que possui a capacidade superior à sua área permanente. Seu armazenamento total é entre o nível permanente de água e o nível de transbordo
Lagoa seca (ou bacia de detenção)	Técnicas de drenagem pluvial direcionadas para a restauração dos processos naturais de escoamento das águas em áreas antropizadas	Pode se localizar ao longo de vias, de parques e de jardins. Na época de seca, pode propiciar outros usos, como, por exemplo, campo de futebol	Depressão que pode ou não ser vegetada. Durante as chuvas, recebe a água de escoamento superficial
Pavimentos porosos ou drenantes	Tipo de pavimentação formada por blocos que permite, por entre seus espaçamentos ou poros, a infiltração da água nas camadas de solo subjacentes	Podem ser colocados em qualquer área pública, como vias locais, calçadas, estações	Reduz a impermeabilidade das superfícies urbanas, pois permite a infiltração propiciando a recarga de aquíferos

Componentes da infraestrutura verde	Função	Elementos	Atributos
Ruas verdes	Ruas com presença de verde que propiciam a atração da fauna; da regulação da temperatura, da drenagem e têm beleza cênica	Ruas densamente arborizadas, mais indicadas para o fluxo de pedestres, de ciclistas e de veículos leves	A vegetação existente deve ser associada a tratamentos no nível do solo com elementos de infraestrutura verde para permitir a drenagem, como: jardins de chuva, biovaleta
Trincheiras de infiltração	Técnicas de drenagem pluvial direcionadas para a restauração dos processos naturais de escoamento das águas em áreas antropizadas	Valas vegetadas ou jardins lineares em cotas mais baixas, que recebem a água do escoamento superficial. Podem ainda promover a purificação da água pela sedimentação	Dispositivos de controle do escoamento superficial na origem. Têm a função de coletar, de armazenar e de infiltrar as águas de chuva
Telhados azuis	Ajudar a reduzir a água a ser escoada no sistema viário e, ainda, a demanda de água do edifício com a reutilização da água coletada da chuva	Telhados não vegetados, mas que retêm a água através de calhas que, posteriormente, liberam lentamente a água a um dispositivo drenante	Telhados de onde a água percorre um sistema natural de escoamento até uma área de biorretenção

Fonte: Elaboração dos autores.

Para ampliar a discussão entre espaços verdes urbanos e sua potencialidade de promover infiltração, é relevante enfatizar que, para atingir os objetivos da infraestrutura verde, faz-se necessário que a rede de espaços verdes urbanos seja planejada para a promoção dos benefícios sinérgicos⁴ que demandam os serviços ecossistêmicos urbanos.

⁴ Efeito ativo e retroativo do trabalho ou do esforço coordenado de vários subsistemas na realização de uma tarefa complexa ou função.

Um dos indicadores da funcionalidade ambiental das áreas verdes, segundo várias pesquisas destacadas por Amaral (2015), é sua capacidade de sequestro de carbono. No solo, o acúmulo gradual e lento da deterioração do material orgânico promove o acúmulo do carbono e gera substâncias húmicas que representam o estoque de carbono no solo. A presença de tais substâncias proporciona o sequestro de carbono no solo, que assegura os serviços ecossistêmicos, entre eles, a infiltração.

Essa camada superficial formada pela deposição e pelo acúmulo de matéria orgânica morta, em diferentes estágios de decomposição, que reveste a superfície do solo em ecossistemas terrestres é denominada *serrapilheira*. Segundo Amaral (2015, p. 131)

a formação e estabilização dessa camada é condição *sine quanon* para o eficiente sequestro de carbono na área, instalação do ciclo paralelo de nutrientes, fluxo vertical de energia e matéria e o provimento de serviços ecossistêmicos florestais.

O estrato arbóreo também é capaz de descompactar o solo por meio de seu vasto sistema radicular, o que favorece a infiltração da água da chuva, aumenta a recarga de aquíferos e reduz o escoamento superficial (AMARAL, 2015). Em adição, a cobertura vegetal tem a capacidade de reter parte da precipitação acima da superfície do solo em seu próprio organismo, volume esse que, posteriormente, evapora, também reduzindo o escoamento superficial.

Assim, por um lado, infere-se que os componentes de infraestrutura verde discriminados no item anterior se tornarão ainda mais eficazes se forem construídos com a presença de vegetação tratada com serrapilheira. Por outro lado, deve-se considerar que o acúmulo de serrapilheira sem a manutenção adequada pode acarretar problemas, como o entupimento de bocas de lobo, o que também é um fator que contribui para os problemas de drenagem urbana.

2.1 As áreas verdes em Brasília e seu papel na manutenção do ciclo da água

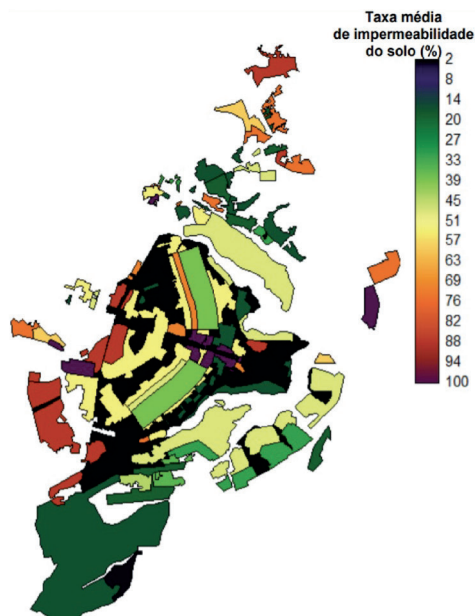
A área do estudo de caso, Brasília, é reconhecida tanto por seus grandes espaços verdes e livres, quanto por sua arquitetura, que fazem com que a cidade tenha um diferencial entre as demais cidades brasileiras. São espaços com todo tipo de vegetação (árvores, palmeiras, arbustos, forrações), que conferem identidade à cidade, em especial, às superquadras do Plano Piloto.

Cabe destacar que, na maior parte das obras modernistas, os espaços verdes, quando presentes, possuem função de pano de fundo para as edificações. Nas palavras de Sutherland Lyall (1991 *apud* CESAR, 2003 p. 123):

[...] os arquitetos do movimento moderno nunca se sentiram cómodos com a paisagem, os inquietava principalmente o progresso, a geometria, a técnica, a ordem e a imagem da máquina. Em tal marco de referência, era muito difícil incorporar a natureza tão orgânica e viva à paisagem da cidade.

Para se ter uma ideia do antagonismo entre a função ecológica e estética das áreas verdes no modernismo, verifica-se que, no Plano Piloto de Brasília, estas superam, em área, os espaços pavimentados. Portanto, era de se supor que deveriam favorecer a infiltração das águas pluviais e apresentar pouco escoamento superficial, o que não se verifica, dado que ocorrem diversos pontos de alagamento no Plano Piloto. Assim, o que está errado? Avaliar as áreas verdes de Brasília quanto ao desempenho de seus serviços ecossistêmicos é um primeiro caminho para responder a essa questão.

Figura 2: Taxa média de impermeabilidade do solo nas zonas urbanas do Distrito Federal



Fonte: GDF (2008, p. 89).

Por tudo isso, estudar o Plano Piloto de Brasília se reveste de características ímpares para a discussão do tema da drenagem sustentável, seja pela grande quantidade de áreas verdes, seja pelo tombamento da cidade, o que implica poucas alterações na ocupação do solo desde a implantação de sua rede de drenagem original. Trata-se, portanto, de um laboratório para estudo das relações necessárias que se desejam verificar entre o tratamento das áreas verdes para promoção da infiltração e entre mudanças de uso do solo e de alagamentos.

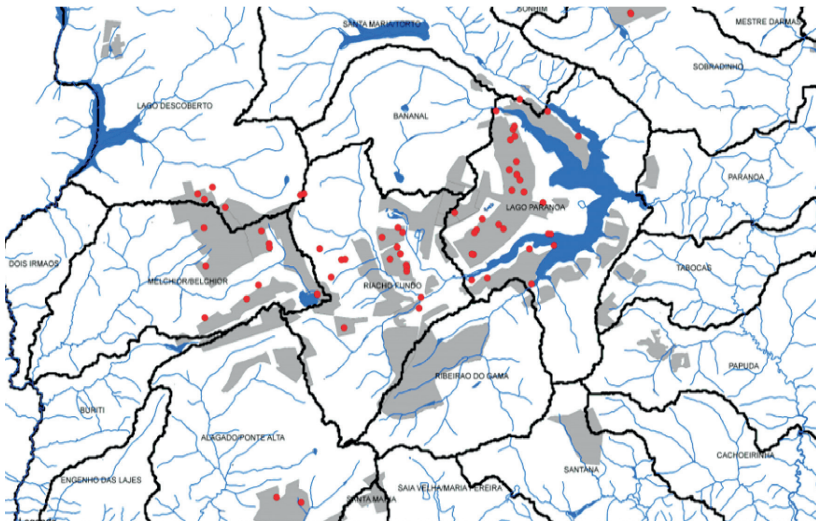
O Plano Diretor de Drenagem do Distrito Federal (PPDU), do GDF (2008), avalia essa questão quando apresenta as áreas impermeabilizadas do DF e as compara com os pontos de alagamento. Consta que, independentemente da quantidade de áreas impermeabilizadas ou verdes, os alagamentos ocorrem de forma indiscriminada, como se vê na figura 2.

Segundo o PPDU (GDF, 2008), as áreas de maior impermeabilização são aquelas mais afastadas do Plano Piloto. Enquanto nas asas Sul

e Norte, a média é de cerca de 40% de impermeabilização, em Ceilândia e em Taguatinga, essa média chega a mais de 80%. Vale destacar que o estudo considera que área verde é área permeável, sem discutir que tipo de infiltração ela propicia. As condições de compactação do solo não se encontram nessa avaliação.

Esse fato é importante, pois, ao analisar a figura 3 – que mostra os locais de ocorrência de patologias causadas por falhas ou por problemas na rede de drenagem – constata-se que o Plano Piloto sofre com vários pontos de alagamentos.⁵ Essas observações reforçam a hipótese de que as áreas verdes não têm se comportado como áreas de infiltração, ou seja, não reduzem o escoamento superficial. Isso ocorre devido ao alto grau de compactação das áreas verdes e ao tratamento dado ao manejo do solo pelos serviços de ajardinamento.

Figura 3: Locais de ocorrência de patologias causadas por falhas ou por problemas na rede de drenagem



Fonte: Elaboração dos autores, com base em GDF (2008).

⁵ “Evento caracterizado pelo acúmulo de água decorrente da ausência de ou precariedade da drenagem” (TUCCI, 2007, p. 357).

Diante desses fatos, devem-se discutir as diretrizes paisagísticas utilizadas no manejo das áreas verdes do Plano Piloto para entender esse fenômeno. No paisagismo da capital, predomina uma composição entre árvores espaçadas entre si sobre vastos gramados. A presença desses espaços não proporciona a formação da serrapilheira e nem a biomassa viva no solo. Soma-se a isso o fato de o sistema radicular das gramíneas ser superficial, impedindo que o substrato se torne aerado, o que facilitaria a infiltração.

Por essas razões, os gramados da capital são áreas com solo compactado, com baixa capacidade de infiltração e, portanto, com grande escoamento superficial, o que configura precariedade da drenagem. Uma diretriz de manejo paisagístico que facilmente pode ser implementada é deixar que as folhas das árvores das superquadras permaneçam no solo, evitando a visão de “limpeza urbana” na qual são removidos resíduos vegetais de forma corriqueira. Essa prática, com o passar do tempo, formará a serrapilheira, que favorecerá a infiltração e a diminuição do escoamento.

No caso do Plano Piloto de Brasília, outro fato que torna os gramados desfavoráveis para a infiltração é o fato de eles serem convexos. Esse formato faz com que as águas pluviais escoem rapidamente para a via e, portanto, para as galerias do sistema tradicional de drenagem, levando à sua sobrecarga. Uma solução simples e viável é torná-los côncavos, pois, assim, as águas advindas das precipitações ficariam retidas por mais tempo, permitindo sua absorção pelo solo.

Como visto, as áreas verdes brasilienses possuem potencialidades paisagísticas para tratamento de ordem ecológica e não apenas funcional. Em relação aos elementos de drenagem da infraestrutura verde, é viável implementá-los, dada a grande quantidade de espaços livres, o que não ocorre em outras cidades brasileiras.

3 Sistema de drenagem de Brasília e as razões para os alagamentos

Brasília encontra-se na bacia hidrográfica do Lago Paranoá, e o Plano Piloto possui seus lançamentos de drenagem nesse curso hídrico. De acordo com o PDDU (GDF, 2008), seu sistema de drenagem é composto da seguinte forma:

Essa localidade foi hidrologicamente dividida em 28 macrobacias, de acordo com as condições das redes de macrodrenagem da região. Essas 28 macrobacias foram, então, subdivididas em 189 sub-bacias, obedecendo à topologia das redes de macrodrenagem (GDF, 2008, p. 480).

Os principais problemas da drenagem do Plano Piloto de Brasília são ocasionados pelas alterações do uso e da ocupação do solo, somadas ao planejamento tradicional do sistema de infraestrutura urbana. No Plano Piloto, existem, cadastrados como recorrentes, 16 pontos críticos de alagamentos na Asa Norte⁶ e seis na Asa Sul.⁷ O diagnóstico do PDDU (GDF, 2008) indica o grau de comprometimento da capacidade hidráulica das galerias de macrodrenagem, que pode ser visto na figura 4.

⁶ Asa Norte: saída da Avenida L2 Norte para o Eixo Monumental; Setor Bancário Norte, em frente ao prédio sede dos Correios e à parada da Galeria; via de ligação Eixinho Norte/Leste à L2 Norte, ao lado do DNIT; Eixinho Norte/Oeste entre o Setor Comercial Norte e o HRAN; Avenida W3 Norte, em frente ao Setor de Rádio Televisão Norte; tesourinha da SQN 202; rotatória ou balão da SQN 202/402; SQN 402, blocos F e G; tesourinha da 203/204 norte; Avenida W2 Norte, entre a SQN 311 e a SEPN 511; tesourinha da 211/212 norte; Via W1 Norte e SQN 115; tesourinha 215/216 norte; Setor Terminal Norte, em frente ao Hipermercado Extra; Setor Terminal Norte, portaria da Embrapa; VIA EPAA, balão de acesso ao SAAN e RCG.

⁷ Asa Sul: SQS 416 – estacionamento do Bloco S; Avenida W3, Setor Médico Hospitalar Local Sul (716); passagem de níveis do Eixo Rodoviário Sul, altura da 110/210; passagem de níveis do Eixo Rodoviário Sul, altura da 111/211; tesourinha da 202 sul; Avenida L2 Sul, em frente ao Setor de Autarquias; Avenida W3 Sul, entre a TV Nacional e o Pátio Brasil.

Figura 4: Pontos de alagamento no Plano Piloto



Fonte: Elaboração dos autores.

Na Asa Sul, o ponto mais crítico de alagamento é a passagem de níveis do Eixo Rodoviário Sul, altura da SQS 110/SQS 210. Na Asa Norte, os pontos mais críticos estão localizados na Bacia do Iate, na altura das SQN 202/SQN 203, na bacia que contém a Avenida W2 Norte, entre a SQN 311 e a SEPN 511, e na tesourinha da SQN 211/SQN 212. Parte desses alagamentos acontece pelo aumento da impermeabilização do solo ocasionada pelas alterações nas taxas de ocupação dos lotes situados a Oeste, em pontos mais altos, na faixa das quadras 900 e, no caso da Bacia do Iate, pelas alterações realizadas no Estádio Mané Garrincha, que significaram grande área impermeabilizada. Essas alterações ocasionam sobrecarga nos condutos de drenagem e, por consequência, geram alagamentos e maior carreamento de detritos para o curso d'água receptor, o Lago Paranoá. Além dos transtornos com alagamentos, outra consequência é o assoreamento do lago e a perda de qualidade das águas que hoje são de abastecimento.

Na perspectiva de avaliar as técnicas de retroadaptação (*retrofit*) nas áreas verdes do Plano Piloto para desempenho de suas funções ecossistêmicas, urbanísticas e de solução de drenagem, foram testadas soluções do sistema de LID. Elas, como visto neste capítulo, utilizam-se de processos naturais para incentivar a infiltração no solo, em vez de permitir seu escoamento para condutos do sistema de drenagem de águas pluviais, o que contribui para enchentes e para a poluição das águas superficiais.

Para definição das técnicas a serem utilizadas na construção de cenários na bacia de drenagem onde se pretende implantar técnicas de retroadaptação, faz-se necessária uma avaliação em relação à localização dos problemas existentes e das áreas disponíveis para localização de LID. Assim, é relevante destacar que, entre diferentes técnicas, existem as denominadas *lineares* ou *pontuais*, que apresentam a dimensão longitudinal mais significativa do que sua largura e profundidade e costumam ser implantadas nos sistemas viários, como pátios, estacionamentos e arruamentos. Há também as chamadas *técnicas de controle centralizadas*, que são usualmente associadas a áreas de drenagem de maior porte e possuem, como representantes desse grupo, as bacias de detenção, de retenção e de pavimentos permeáveis. O quadro 2 indica as características de cada tipo de LID.

No que se refere ao controle na fonte, está prevista, pelo Manual da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal (ADASA, 2018), uma série de dispositivos a serem instalados no sistema de drenagem com a função de reduzir a vazão e o escoamento superficial por meio do armazenamento temporário e da infiltração. Esses elementos podem ser localizados nos lotes privados e em áreas públicas.

Quadro 2: Dispositivos de abatimento de vazão do Manual de Drenagem do DF

Dispositivo	Processo de abatimento de vazão		Características geométricas	
	Por infiltração	Por armazenamento	Linear	Localizada ou pontual
Pavimento permeável				
Trincheira de infiltração				
Vala de infiltração				
Poço de infiltração				
Microrreservatório				
Telhado reservatório				
Reservatório de detenção aberto				
Reservatório de retenção aberto				
Reservatório subterrâneo pontual				
Reservatório subterrâneo linear				
Faixa gramada				

3.1 Definição da bacia de drenagem para elaboração dos cenários no Plano Piloto de Brasília

Entre os pontos mais críticos de alagamento já identificados, foram considerados os locais que possuem projetos elaborados pelo GDF com abordagem convencional para efeito comparativo do impacto na solução da paisagem urbana, bem como com possibilidade de se dispor de mapeamento e de modelagem das bacias; todos dados importantes para realização das simulações hidrológicas. Utilizado esse critério, o recorte da área para estudo recaiu na bacia de macrodrenagem do Plano Piloto de Brasília, conhecida como Faixa 10-11 Norte. Essa área possui 3,5 km² e compreende zonas urbanizadas e áreas verdes que englobam as seguintes superquadras norte: 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 509, 510, 511, 512, 513, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 110, 111, 112, 113 e 212, conforme figura 5.

Figura 5: Curvas de nível e pontos de alagamento da macrobacia de estudo

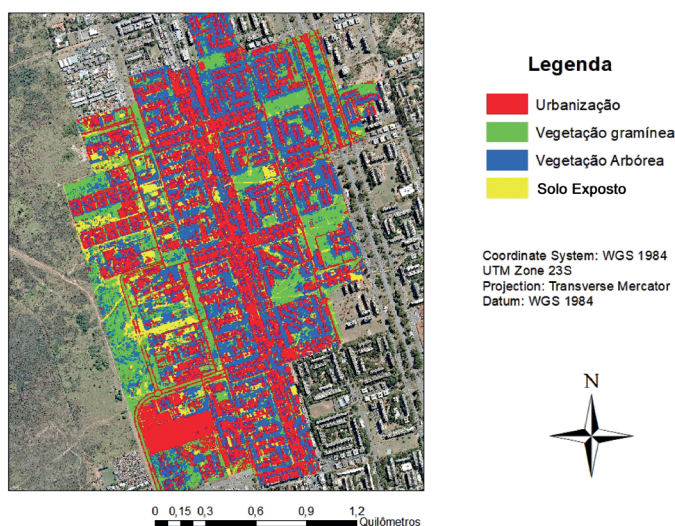


Fonte: Elaboração dos autores.

A topografia da bacia tende a formar uma depressão alongada – uma espécie de vale que se evidencia na área de mata nativa do exutório.

Esse caimento natural do terreno é um dos fatores que ocasionam o alagamento no Setor de Edifícios Públicos Norte (SEPN) 511, ponto que fica na convergência das curvas de nível. Assim, percebe-se que, independentemente da existência da impermeabilização do solo gerada pela urbanização ou do possível subdimensionamento da rede de drenagem, a topografia da região já constituía fator de contribuição para acúmulo de águas pluviais nos pontos identificados como problemáticos.

Figura 6: Mapa de uso e de ocupação da macrobacia de estudo



Fonte: Elaboração dos autores.

O próximo passo foi o estudo dos espaços verdes públicos localizados em áreas onde se poderiam alocar técnicas de LID que melhor contribuíssem para minorar os alagamentos. O grau de ocupação do solo na bacia, uma característica do Plano Piloto de Brasília, é de apenas 37% de área com edificações e sistema viário e 63% de espaços livres com vegetação, como: campos abertos, vegetação rasteira e bosque. Como já referido, não se podem considerar todas as áreas verdes como totalmente permeáveis devido ao grau de compactação em várias regiões. A figura 6 mostra um mapa de uso e de ocupação da macrobacia de drenagem.

Foi procedida análise das áreas críticas ou de maior extravasamento da rede, quando se detectaram três pontos, especificamente, na Avenida W2 Norte (entre a SQN 311 e a SEPN 511), na tesourinha da SQN 211 e SQN 212 e outro na via que liga às quadras SQN 109 e SQN 209. Para compreensão dos pontos críticos de alagamento, é necessária uma leitura do percurso natural das águas pluviais na superfície da bacia de macrodrenagem, sendo a topografia o elemento natural para esse entendimento. Assim, verifica-se que a cota do alagamento mais crítico acontece entre a SQN 311 e a SEPN 511 e é de aproximadamente 1.058 m. No segundo ponto crítico, a tesourinha entre a SQN 211 e SQN 212, a cota é de 1.032,17 m. No terceiro ponto, na tesourinha entre a SQN 209 e SQN 210, a cota é de 1.050,74 m. A figura 7 mostra um mapa de uso e de ocupação da macrobacia de drenagem com as áreas verdes livres e os pontos de maior alagamento.

Figura 7: Espaços livres que podem amortecer e reter as águas pluviais



Fonte: Elaboração dos autores.

Para avaliar quais os espaços disponíveis, adotaram-se, como procedimento: *i*) apreciação física do terreno (de carro e a pé) e; *ii*) análise de ortofotos e de mapeamento aerofotográfico do DF feito em 2009 e disponibilizados pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação (SEDUH). Em síntese, consideraram-se, inicialmente, a topografia, as redes existentes e seus gargalos e o uso do solo na bacia de drenagem para alocação dos elementos de drenagem compensatórios mais adequados. A análise constatou os seguintes espaços públicos livres: *i*) canteiros entre as vias W4 e W5 Norte; *ii*) canteiros da via W3 Norte; *iii*) entrequadras norte; e *iv*) canteiros do Eixo Rodoviário Norte (DF-002).

Foram construídos cinco cenários para testar a eficiência das LID. Em quatro deles, utilizam-se tipos de técnicas diferentes, de modo a se obter o resultado individual do desempenho de cada uma delas. O quinto cenário contempla o conjunto de todas as LID utilizadas. Os critérios de avaliação dos cenários foram: *i*) vazão de pico no exutório (m^3/s); *ii*) amortecimento total causado pelo cenário (%); *iii*) excedente na superfície/extravasamento (m^3); *iv*) capacidade total de um conduto de análise (%); *v*) vazão máxima em um conduto de análise (l/s); *vi*) extravasamento nos poços de visita em um trecho da rede (m^3).

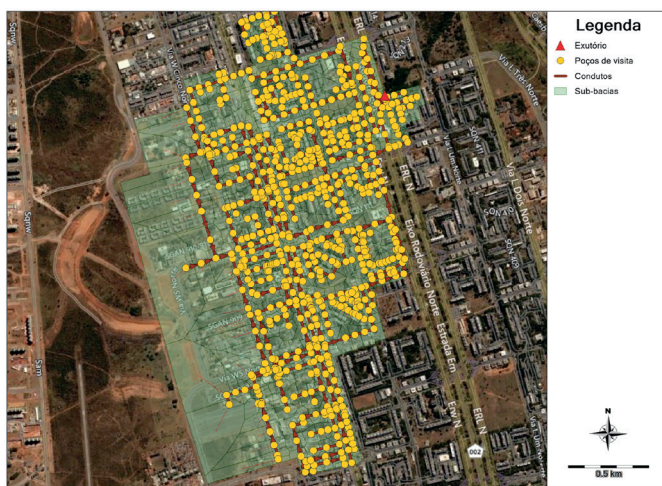
Aplicando o estudo de adequação das LID às condições de alagamentos identificadas e também às condições das áreas verdes públicas que poderiam receber as diferentes técnicas, chegou-se aos seguintes cenários: *i*) valas de infiltração nos canteiros da W4 Norte; *ii*) valas de infiltração nos canteiros da W3 Norte; *iii*) valas de infiltração nos canteiros do Eixão; *iv*) bacias de detenção e de retenção nas entrequadras norte; *v*) alocação de todas as técnicas simultaneamente.

Posteriormente, foram avaliadas as vantagens e as desvantagens sobre a capacidade de infiltração e de dimensionamento, de cada técnica, para possibilitar as simulações sobre a capacidade de infiltração do escoamento superficial, de modo que se pudesse verificar o grau de solução que representaria para os problemas de drenagem instalados. Todas as etapas foram retroalimentadas até que se encontrasse o equilíbrio ideal entre as interferências na paisagem e a eficiência em termos de drenagem das técnicas adotadas.

Após a elaboração dos cenários, utilizou-se método de simulação, que se mostra uma boa ferramenta para se avaliar uma rede de drenagem e o seu comportamento durante um evento de precipitação. Na simulação das diferentes técnicas, o programa computacional utilizado realiza o balanço hídrico, determinando o que escoar de uma camada para a outra e o que é armazenado em uma camada.

Optou-se pela simulação hidrológica dos cenários utilizando uma versão universitária gratuita do programa Personal Computer Stormwater Management Model (PCSWMM) na versão 7.1.2480, disponibilizado pela Computational Hydraulics International Water (CHWater). O programa é capaz de representar o comportamento de um sistema de drenagem por meio de uma série de fluxos de água entre os principais compartimentos do ambiente, que são: *i*) o atmosférico, onde ocorrem precipitação e depósito dos poluentes sobre a superfície do solo; *ii*) a precipitação sob a forma de chuva ou neve; *iii*) o compartimento de transporte, que exporta o fluxo de água por meio da infiltração pelo escoamento superficial e pelo carreamento de poluentes; *iv*) as águas subterrâneas, que recebem infiltração da superfície do solo, podendo transferir parte dela para o compartimento de transporte (SOUZA, 2014, p. 39).

Figura 8: Mapa da rede de drenagem (cenário atual)



Fonte: Elaboração dos autores.

Com o lançamento da rede de drenagem existente na bacia estudada – composta por 758 condutos⁸ e 726 poços de visita,⁹ com área total de 353,98 ha –, com a posição dos condutos, com poços de visita, com exutório, foi possível iniciar a aplicação do programa de simulação que dividiu a área da macrobacia de estudo em sub-bacias pelo método Voronoi,¹⁰ como se vê na figura 8.

Para realizar as simulações, é necessário determinar o nível de infiltração do solo na região. Para isso, usou-se o método Soil Conservation Service (SCS), também conhecido como CN (curva número). Esse é um índice que representa a combinação empírica de três fatores: grupo do solo, cobertura do solo e condições de umidade antecedente do solo (McCUEN, 1998 *apud* TOMAZ, 2011a). O CN varia de 0 a 100. Quanto maior o valor, menor é a capacidade de infiltração de determinado tipo de solo.

Com base em estudos realizados por Tucci (1993) para a realidade brasileira (uma vez que não existe um estudo específico para o Distrito Federal), determinou-se o CN de cada uso do solo da macrobacia estudada. São eles: *i*) urbanização: CN = 88; *ii*) vegetação gramínea: CN = 68; *iii*) vegetação arbórea: CN = 45; *iv*) solo exposto: CN = 72. De acordo com recomendação do PDDU (GDF, 2008), o presente estudo adotou a chuva de projeto¹¹ baseada na Equação IDF do Distrito Federal com período de retorno de 10 anos, duração de 24 horas e

⁸ Tubulações que interligam as captações (bocas de lobo) aos poços de visita.

⁹ “São caixas subterrâneas, visitáveis, de concreto ou alvenaria, que interligam dois ou mais trechos de rede e condutos de ligação. São dotados de um fuste com o topo no nível da superfície que é fechado com um tampão metálico, ou de concreto, removível.” (ADASA, 2018, p. 95). Os poços de visita têm também a função de possibilitar o acesso de equipamentos para limpeza e manutenção da rede.

¹⁰ O Diagrama de Voronoi considera que, em um plano, existem pontos que estão mais próximos de uma fonte geradora do que de outra fonte. O resultado é, então, um polígono cujas distâncias entre fonte e ponto são as menores possíveis.

¹¹ Chuva de projeto é definida como: “evento meteorológico capaz de gerar o maior valor de vazão a ser considerado (maximização de pico de cheia) no dimensionamento das estruturas de drenagem e das obras de retenção” (ADASA, 2011, n. p.).

discretizado de cinco em cinco minutos. Essa chuva de projeto é demonstrada pela equação:

$$i = \frac{1574,5xTr^{0,207}}{(tc+11)^{0,884}}$$

em que:

i = intensidade em mm/h;

tr = tempo de retorno em anos;

tc = duração da chuva em minutos.

Chuva simulada é aquela de elevada intensidade, que testa o sistema em uma situação pouco convencional, porém, determina, para um adequado período de retorno, a eficiência da rede de drenagem. Com esses procedimentos concluídos, foi possível iniciar as simulações dos cenários.

4 Parametrização das técnicas compensatórias utilizadas nos cenários

A fase da parametrização, como exposto na tabela 1, faz-se necessária à obtenção dos dados, para informar ao programa as variações espaciais das características da área de estudo. Foi necessário, antes, inserir parâmetros para cada tipo de LID utilizado na construção dos diferentes cenários, de modo que o PCSWMM pudesse simular a redução do escoamento superficial gerado. Para a definição desses parâmetros além dos dados do projeto proposto, foram utilizados o suporte on-line do programa (PCSWMM SUPPORT, 2019), bem como artigos científicos que tratam do tema, como o estudo intitulado *Vegetated swale* (PENNSYLVANIA STORMWATER MANAGEMENT MANUAL, 2019).

A entrada da água pluvial nas valas acontece por meio de aberturas nas guias, ou seja, as valas recebem o escoamento superficial. A saída de águas se dá por infiltração e por comunicação por meio de drenos com as valas a jusante. A vala localizada no ponto mais baixo do terreno é conectada ao poço de visita mais próximo com tubulações de fundo.

Tabela 1: Parâmetros das valas de infiltração

Local das valas (cenário)	Parâmetros das valas de infiltração				
	Altura da borda (mm)	Rugosidade da superfície	Volume da vegetação (m ³)	Declividade	Dimensão das bordas da vala
valas na W4 Norte (cenário 1)	1.200	0,033	0,00	1%	5,66
valas na W3 Norte (cenário 2)	700	0,033	0,00	2%	2,5
valas no Eixão (cenário 3)	300	0,033	0,00	1%	7,5

Fonte: Elaboração dos autores.

Para otimizar o uso do LID, direcionou-se o escoamento superficial das vias para as valas de infiltração (três cenários) por meio de espaços/aberturas nas guias. Foi necessário também alimentar o PCSWMM com a informação de que as valas da W4 e da W3 funcionariam em série, ou seja, como enchimento de uma vala que extravasaria o volume de água excedente para a vala seguinte. Isso acontece porque, na modelagem desse tipo de LID, não é possível inserir um dreno de fundo.

4.1 Parametrização das quadras gramadas (bacias de retenção)

Para simular o comportamento hidrológico das quadras gramadas, que funcionarão como bacias de retenção propostas nas EQN 309/310, 110/111 e 313/314, foi necessário informar, ao PCSWMM, a cota em que cada degrau-arquibancada está em relação ao terreno e à área que a água ocupará em cada um deles. A tabela 2 mostra a cota e a área considerada para cada degrau-arquibancada.

Tabela 2: Parâmetros das quadras gramadas (bacias de detenção)

Parâmetros quadra gramada/bacia de detenção				
Arquibancada/ local	EQN 309/310	EQN 110/111	EQN 313/314	área (m²)
fundo	1.063,4	1.048,4	1.063,4	1.800
1° degrau	1.063,8	1.048,8	1.063,8	1.946,56
2° degrau	1.064,2	1.049,2	1.064,2	2.098,24
3° degrau	1.064,6	1.049,6	1.064,6	2.2550,4
4° degrau (topo)	1.065	1.050	1.065	

Fonte: Elaboração dos autores.

As bacias de detenção devem ser alimentadas pela rede de drenagem. Suas descargas também são na rede existente, em um ponto a jusante das bacias, por meio de orifícios de fundo e de vertedores. Além disso, foi proposto que essa bacia de detenção fosse conectada à rede de drenagem com uma entrada e duas saídas, com a entrada de água por meio de condutos ligados à rede de drenagem. Para a saída, prevê-se um orifício de fundo (com 30 cm de diâmetro), que permite uma vazão menor e controlada. No caso de uma grande chuva, o volume de água não extrapola a bacia caso haja um vertedor no último degrau-arquibancada (com 3,00 x 0,40 m). Isso impedirá a água de ultrapassar a altura de coroamento da bacia (1,20 m).

4.2 Parâmetros das lagoas pluviais (bacias de retenção)

Os parâmetros demandados para as lagoas pluviais, necessários para alimentar o PCSWMM, referem-se a: *i)* cota de fundo, *ii)* cota da lâmina de água permanente, *iii)* cota de topo (quando a lagoa estiver retendo as águas pluviais), *iv)* área da lagoa. Esses dados podem ser vistos na tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros da lagoa pluvial (bacia de retenção)

PARÂMETROS DA LAGOA PLUVIAL		
PARÂMETRO/LOCAL	EQN 311/312	EQN 112/113
cota de fundo	1.052	1.042
cota da lâmina de água permanente	1.053	1.043
cota de topo	1.055	1.045
Área da lagoa (m ²)	6.338	7.437

Fonte: Elaboração dos autores.

As bacias de retenção são alimentadas pela rede de drenagem por uma tubulação de entrada. A descarga acontece por tubulação de saída também conectada à rede (mesma cota da lâmina de água permanente). A figura 9 mostra a posição das bacias de detenção e de retenção na área de estudo, assim como evidencia os condutos que as ligam à rede de drenagem. Os dispositivos de descarga (orifício de fundo e vertedor) estão conectados aos PV a jusante das bacias.

Figura 9: Localização das bacias de retenção e de detenção (cenário 4)



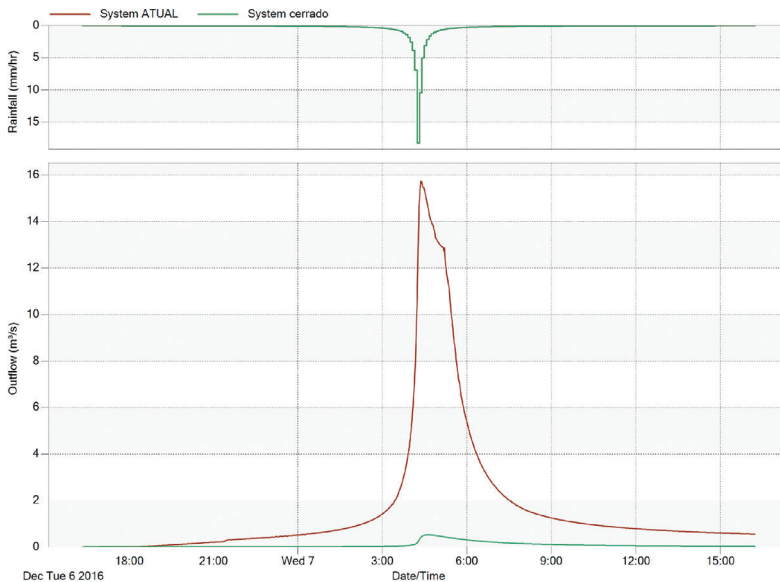
Fonte: Elaboração dos autores.

5 Análise dos resultados das simulações hidráulico-hidrológica

Os resultados foram analisados no que se refere aos seguintes aspectos: *i*) vazão de pré e de pós-desenvolvimento; *ii*) vazão máxima no exutório em que se considerou o parâmetro definido nas normas da Adasa; *iii*) percentual de amortecimento de cada cenário.

Para comprovar os problemas de drenagem do cenário atual (rede existente), foi feita uma comparação com um cenário sem urbanização denominado *cenário cerrado*. Para a construção de cenário, retirou-se a rede de drenagem da área mantendo apenas o exutório e se utilizou o CN = 45, que é compatível com a cobertura de cerrado. Assim, foi possível simular o comportamento das águas pluviais para uma condição de pré-urbanização. O resultado é apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1: Vazão de pico em situações pré e pós-urbanização

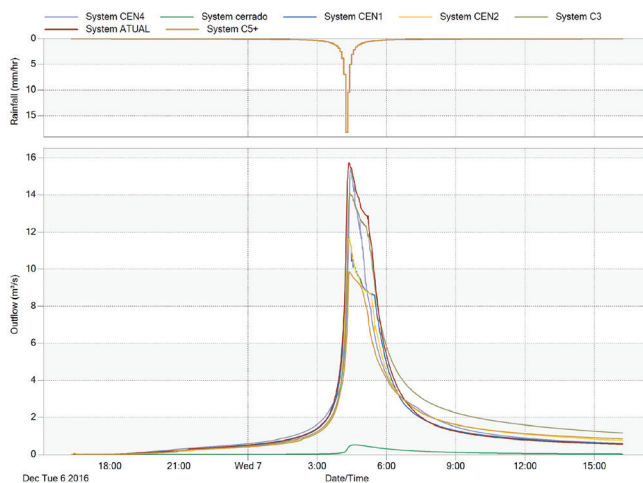


Fonte: Elaboração dos autores.

Assim, hoje, a vazão máxima no exutório é de 15,73 m³/s, em um cenário que representa a vazão de pré-urbanização¹² de apenas 0,521 m³/s. Essa discrepância demonstra a alteração que o processo de urbanização causa no comportamento do escoamento superficial e da infiltração.

O desenvolvimento urbano reduziu a cobertura vegetal original e aumentou área impermeabilizada. Com isso, o escoamento superficial aumentou e a infiltração diminuiu. Com a implantação de galerias de águas pluviais tradicionais, acelerou-se a velocidade de escoamento, reduzindo o tempo de deslocamento das ondas de cheias. Isso fez com que as vazões máximas aumentassem e seus picos fossem antecipados. Têm-se, então, vazões maiores em tempos mais curtos.

Gráfico 2: Comparativo de vazão de pico no exutório



Fonte: Elaboração dos autores.

A Adasa publicou a Resolução nº 9, de 8 de abril de 2011, que tem o objetivo de estabelecer as diretrizes e os critérios gerais para a outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos superficiais do Distrito Federal. Essa resolução determina que o lançamento

¹² É a “vazão estimada de escoamento superficial calculada considerando-se a situação natural de cobertura do solo” (ADASA, 2011, n. p.).

de águas pluviais em corpo hídrico superficial limite-se à vazão específica de até 24,4 l/seg. Assim, para a macrobacia de estudo – que tem 353,98 ha – a vazão outorgada¹³ é de 8.637,112 l/s ou 8,63 m³/s. Com base nesse parâmetro, houve a avaliação das vazões de pico no exutório de cada cenário, que pode ser observada no gráfico 2. Ele mostra a vazão no cenário atual e nos outros cinco cenários propostos. A representação se dá para intervalo de quatro horas, que mostra o momento das vazões de pico.

Os dados de vazão de pico, fruto da modelagem e da simulação, estão descritos na tabela 4.

Tabela 4: Vazão máxima no exutório de todos os cenários simulados

LANÇAMENTO NO EXUTÓRIO	
CENÁRIO	VAZÃO DE PICO NO EXUTÓRIO (M ³ /S)
Cenário atual	15,73
Cenário cerrado	0,52
Cenário 1 (valas na W4)	11,72
Cenário 2 (valas na W3)	11,69
Cenário 3 (valas no Eixão)	14,07
Cenário 4 (bacias nas EQN)	15,39
Cenário 5 (todas as LID)	9,87

Fonte: Elaboração dos autores.

Como visto, na situação atual, a vazão final gerada é de 15,73 m³/s, muito superior ao que a Adasa permite (até 8,63 m³/s). Em contrapartida, todos os cinco cenários proporcionam a redução da vazão de pico no exutório, com destaque para o desempenho do cenário 5, conjunto de todas as técnicas utilizadas trabalhando em conjunto, que apresenta a menor vazão de pico: apenas 9,87 m³/s. Esse é o que mais se aproxima da

¹³ Volume máximo que se poderá lançar no corpo hídrico receptor por um determinado período.

vazão de pré-urbanização, mas ainda muito acima dela. O cenário 5 não atende à Resolução nº 9/2011, mas é o que mais se aproxima da vazão preconizada pela Adasa, ficando apenas 14,4% além do recomendado. Com esses dados, é possível avaliar o amortecimento que cada cenário pode gerar na macrobacia. Eles se referem à porcentagem da onda de cheia que foi atenuada. Esses valores são representados na tabela 5.

Tabela 5: Amortecimento total

CENÁRIO	AMORTECIMENTO (%)
Cenário cerrado	96,69
Cenário 1 (valas na W4)	25,49
Cenário 2 (valas na W3)	25,68
Cenário 3 (valas no Eixão)	10,55
Cenário 4 (bacias nas EQN)	2,16
Cenário 5 (todas as LID)	37,27

Fonte: Elaboração dos autores.

Constata-se que, de forma individual, os cenários 1 e 2 são os mais eficientes, seguidos pelo cenário 5 (todas as LID), que apresenta maior eficácia, visto ser capaz de neutralizar 37,27% das águas da urbanização existente. Além do comportamento no exutório, pode-se avaliar a efetividade das características do LID nos principais pontos de alagamento. Para essa avaliação, observou-se o comportamento hidrológico em um conduto próximo do pior problema de extravasamento na macrobacia de drenagem estudada, localizado nas imediações da SCLRN 712 (a montante do alagamento). Os valores simulados podem ser vistos na tabela 6.

Na avaliação do extravasamento total de rede, nota-se que, no cenário atual, esse valor é de 85.420 m³ e trata-se de um extravasamento que ocorre em pouco mais de uma hora. Esse dado demonstra como é grande o volume de água que vai para as ruas em uma chuva crítica. Ressalte-se que, em todos os cenários propostos, ainda haveria extravasamento da rede. Entretanto, com o funcionamento de todas as técnicas de LID de forma simultânea (cenário 5), os alagamentos gerados

seriam menores e aconteceriam em menos poços de visita, visto que o volume total de água extravasada cairia para 56.410 m³.

Tabela 6: Extravasamento total da rede (m²)

Cenário atual	85.420
Cenário 1 (valas na W4)	99.720
Cenário 2 (valas na W3)	81.740
Cenário 3 (valas no Eixão)	45.310
Cenário 4 (bacias nas EQN)	88.430
Cenário 5 (todas as LID)	56.410

Fonte: Elaboração dos autores.

Apesar de o estudo ser em uma área específica, seus resultados contribuem para a afirmação de um novo paradigma na área da drenagem urbana e sua integração à arquitetura da paisagem.

Considerações finais

O estudo sobre o papel das áreas verdes urbanas quanto ao desempenho da permeabilidade e sua função como elemento de drenagem urbana leva ao entendimento de que não basta que existam espaços livres e verdes nas cidades se esses não forem adequadamente manejados com técnicas paisagísticas e de infraestrutura verde, pois funcionarão como se fossem compactados e, portanto, impermeáveis. Na pesquisa referente ao Plano Piloto de Brasília, área com grande percentual de áreas não pavimentadas, verificou-se, por um lado, que tais espaços verdes foram projetados apenas com o intuito estético e com a intenção de atender às necessidades antropocêntricas, como lazer e conforto ambiental. Ao contrário do que possa parecer, as questões ecológicas e ambientais não são o foco da paisagem arborizada de Brasília. Por outro lado, a existência dessas vastas áreas livres permite um redesenho da paisagem urbana com utilização de técnicas de LID, para promover uma alteração do funcionamento do metabolismo da cidade de modo a solucionar os problemas de drenagem instalados. As simulações hidrológicas

permitiram testar cenários comprovando que a mudança de paradigma de drenagem resultante da implantação de elementos que propiciam a infiltração associados à rede tradicional já existente é factível e pode, além promover soluções para alagamentos com redução de escoamento superficial, contribuir com a recarga de aquíferos. São soluções fundamentadas nos processos naturais que contribuem para que as cidades possam oferecer melhor qualidade ambiental e de vida a seus moradores.



4


Capítulo 4

Conexões entre elementos da forma urbana e infiltração natural para o planejamento em áreas de recarga de aquíferos

Ana Paula Seraphim
Aline Oliveira

Introdução

O processo de urbanização resulta em alterações na cobertura do solo, com consequentes alterações do regime hidrológico, principalmente, quanto à interceptação, ao escoamento, à infiltração, à evaporação, à



evapotranspiração e à recarga das águas subterrâneas. Leva, assim, a uma redução na quantidade e na qualidade da água em ambientes urbanos.

Os impactos da ocupação urbana na quantidade e na qualidade de água acontecem de forma mais pronunciada nas áreas de maior sensibilidade hidrológica, como as áreas à beira d'água e as áreas de recarga de aquíferos. Dessas, as áreas de recarga impõem um maior desafio devido às semelhanças entre as características do ambiente físico tanto em relação à recarga do aquífero, como em relação à urbanização (SERAPHIM, 2018; SERAPHIM; BEZERRA, 2019). Essas semelhanças dificultam evitar a ocupação urbana nas áreas de recarga, aumentando a proporção do impacto sobre o ciclo hidrológico. Isso torna a implementação de estratégias de ocupação urbana de baixo impacto para a recarga de aquíferos necessária em áreas urbanas. No entanto, essa tarefa representa um grande desafio devido à complexidade e à heterogeneidade dos padrões urbanos e sua relação com os impactos hidrológicos.

Historicamente, a modelagem hidrológica urbana tem sido feita principalmente pela área da engenharia civil, com foco em estimar o escoamento superficial para dimensionar as redes de drenagem. Os vários modelos utilizam a porcentagem de áreas impermeáveis como a principal característica urbana considerada para estimar o escoamento superficial, como demonstrado em *Soil and water analysis tool* (ARNOLD *et al.*, 2012; ROSSMAN, 2015) e em *Stormwater management model* (LEE; NIETCH; PANGULURI, 2017).

Esses modelos constroem cenários para estimar o escoamento superficial considerando os seguintes parâmetros: *i*) geoambientais, relacionados a características da vegetação, do clima, da geomorfologia, da hidrogeologia, da declividade, das drenagens naturais, da radiação solar, da temperatura, da velocidade dos ventos, da umidade do ar, da intensidade e do volume da chuva, da condutividade hidráulica saturada, da capacidade de campo do solo, dos tipos de cobertura vegetal natural, entre outros; e *ii*) relacionados à antropização das áreas, medidos normalmente de acordo com as densidades construtivas ou percentuais de áreas impermeabilizadas.

Embora essa medida possa ser suficiente para alguns casos e tenha sido utilizada como modelo predominante para soluções de drenagem urbana, ela também tem levado a vários problemas que induziram o desenvolvimento de novas soluções denominadas *urbanismo sensível à água*. Trata-se de novas abordagens que procuram relacionar os impactos sobre o sistema hidrológico com a forma urbana, possibilitando que as áreas do planejamento e do projeto urbano possam contribuir para a gestão sustentável da água.

Desde meados da década de 1980, novas abordagens urbanísticas têm buscado integrar o uso e a ocupação do solo urbano com a gestão da água, fornecendo uma gama de soluções para mitigar os impactos negativos da urbanização no regime hidrológico, como o Low Impact Development (LID) e o Water Sustainable Urban Design (WSUD). As diretrizes propostas por essas abordagens representam um avanço importante na construção de cidades sensíveis à água. No entanto, sua implementação ainda ocorre de forma pontual e incompleta, devido à sua complexidade e incertezas quanto ao seu alcance, exigindo o desenvolvimento de técnicas que auxiliem na sistematização das soluções e na redução das incertezas.

Este capítulo apresenta os resultados de uma pesquisa (SERAPHIM, 2018; SERAPHIM; BEZERRA; OLIVEIRA, 2019) que buscou contribuir para esse tema construindo um referencial metodológico que evidencie as associações entre: *i*) principais fatores que levam à perda de infiltração natural nas cidades; *ii*) estratégias de urbanização sensível à água que possam mitigar a ocorrência desses fatores; e *iii*) elementos configuracionais da forma urbana que podem ser utilizados na gestão da ocupação urbana. Esse arcabouço e suas conexões causais podem ajudar a aprofundar a compreensão da ligação entre a forma urbana e o impacto hidrológico, principalmente, quanto à infiltração natural, o que proporciona diretrizes claras para a ocupação de menor impacto nas áreas de recarga dos aquíferos.

Para a construção desse quadro metodológico de análise, parte-se de uma revisão bibliográfica e da sistematização dos principais impactos do processo de urbanização sobre a dinâmica da infiltração natural. Logo

em seguida, organizam-se as estratégias de urbanização sensível à água de acordo com seu potencial de mitigação dos impactos anteriormente identificados. Por fim, relacionam-se essas estratégias com elementos configuracionais e com parâmetros urbanísticos, de modo que possam ser utilizados para a análise e a elaboração de projetos e de planos de ocupação de regiões a serem urbanizadas em áreas de recarga de aquíferos.

Em um segundo momento deste estudo, os parâmetros listados no quadro metodológico foram utilizados na elaboração de um plano de ocupação urbana em uma área de recarga de aquíferos na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, no Distrito Federal, Brasil. O plano de ocupação desenvolvido foi comparado a outros, em dois cenários distintos, com simulações hidrológicas: *i*) um pré-urbanização; e *ii*) um de ocupação dispersa e de baixa densidade.

1 Fatores do processo de ocupação urbana com implicações na infiltração natural

A infiltração natural da chuva em superfícies permeáveis é controlada por três mecanismos: a taxa máxima possível de entrada da água através da superfície do solo, a taxa de movimento da água através da zona vadosa e a taxa de drenagem da zona vadosa para a zona saturada. A infiltração natural é significativamente reduzida nas áreas urbanas devido, principalmente, a fatores que afetam a taxa máxima possível de entrada da água e a características das primeiras camadas da zona vadosa.

Apesar de as alterações nas taxas naturais de infiltração das águas da chuva em áreas urbanas serem atribuídas principalmente à menor disponibilidade de superfícies permeáveis, esse não é o único fator que influencia essa alteração. O estudo da bibliografia recente sobre o tema faz concluir que são três os principais fatores causados pelo processo de urbanização que levam à alteração da taxa máxima possível de entrada da água no solo e das características das primeiras camadas da zona vadosa: *i*) o selamento do solo por superfícies impermeáveis (FOSTER; MORRIS; LAWRENCE, 1994; ARNOLD; GIBBONS, 1996;

MAKSIMOVIC; TUCCI, 2001; SHUSTER *et al.*, 2005; MARSALEK *et al.*, 2006; JACOBSON, 2011); *ii*) a compactação do solo (GREGORY *et al.*, 2006; PITT *et al.*, 1999, 2003, 2009); e *iii*) a redução da cobertura vegetal arbórea (AMARAL, 2015; HAMILTON; WADDINGTON, 1999; KAYS, 1980).

1.1 Selamento do solo

O selamento do solo por meio de superfícies impermeáveis é o impacto mais visível da urbanização na infiltração natural, consistindo em edifícios e em áreas pavimentadas com materiais impermeáveis, nos quais a taxa de entrada da água no solo é igual a zero. O impacto dessas superfícies não é apenas na diminuição da infiltração, mas também no aumento da velocidade de escoamento, na redução do tempo de resposta dos corpos receptores, na contaminação da água e na maior ocorrência de alagamentos ou enchentes (BOOTH, 1991; MARSALEK *et al.*, 2006; SHUSTER *et al.*, 2005).

A média de superfícies impermeáveis em áreas residenciais de baixa densidade é por volta de 20% do total de área ocupada (ARNOLD; GIBBONS, 1996; MAKSIMOVIC; TUCCI, 2001). Refere-se principalmente à malha viária, que causa aumento de volume e de carga de poluentes de origem difusa. Em áreas mais densamente povoadas e em distritos comerciais, a proporção de superfícies impermeáveis pode atingir entre 60% a 80% de toda a área ocupada (ARNOLD; GIBBONS, 1996; FOSTER; MORRIS; LAWRENCE, 1994). Refere-se principalmente aos telhados e aos estacionamentos, que causam o acúmulo de poluentes de deposição atmosférica e de emissões veiculares.

Ao analisar seu impacto na infiltração, é necessário considerar, além de sua extensão de área, outras características da forma urbana que afetam o regime hidrológico, como sua interconexão e sua conexão com áreas permeáveis próximas, que podem receber seu escoamento. A este respeito, muitos estudos separam a área impermeável em: *i*) diretamente conectada com a rede de drenagem convencional, como ruas e estacionamentos ligados ao sistema de drenagem; *ii*) indiretamente

conectada, como telhados e calçadas, que escoam em direção a áreas vegetadas (JACOBSON, 2011; SHUSTER *et al.*, 2005). A água, ao cair sobre áreas impermeabilizadas diretamente conectadas, é rapidamente drenada para fora dos limites da área urbana e despejada em corpos hídricos superficiais, com ou sem tratamento, diminuindo significativamente oportunidades para infiltração, enquanto a água sobre as áreas impermeabilizadas indiretamente conectadas pode contribuir para a infiltração natural, por meio de áreas permeáveis próximas.

Alguns autores (HOUGH, 1984; MOTA, 1981), utilizando modelos matemáticos, fazem correlações diretas entre percentual de superfícies impermeáveis e parâmetros de infiltração ou de escoamento. Com base em relações estatisticamente significativas, tem-se que, em condições gerais, para áreas naturais, cerca de 50% da água da chuva infiltra no solo e, em áreas urbanas de alta densidade construtiva, esse valor pode ser reduzido para até 15%. Entretanto, outros autores (BRUN; BAND, 2000; JACOBSON, 2011) que realizaram testes de campo chegaram à conclusão de que essa correlação entre tipos de cobertura do solo e taxas de infiltração não é tão linear, podendo variar bastante entre áreas com a mesma porcentagem de superfícies impermeáveis e tipo de solo.

Ademais, existe dificuldade em se conseguir dados confiáveis para as análises. As taxas de impermeabilização e suas características específicas são difíceis de serem medidas com precisão, e muitas têm sido as metodologias adotadas para sua quantificação. Por exemplo, Lee e Heaney (2003) realizaram um estudo sobre o impacto de diferentes métodos de estimativa e de classificação de superfícies impermeáveis. O resultado mostra diferença nos fluxos de pico modelados da ordem de 265%, conforme a metodologia adotada.

1.2 Compactação do solo

A compactação do solo também tem grande impacto sobre a infiltração natural urbana. Ela ocorre nas áreas urbanas principalmente devido a atividades associadas ao processo inicial de urbanização, como importação

de solos e posterior compactação e ruptura de sua estrutura durante operações de corte, de terraplanagem e de fundação (PITT *et al.*, 1999, 2009; GREGORY *et al.*, 2006). Isso demonstra que a compactação causada por equipamentos leves, no dia a dia da cidade, influencia menos a infiltração do que aquela causada por equipamentos pesados, como caminhões e tratores, que ocorre, geralmente, na fase de urbanização e em zona industriais.

Em empreendimentos convencionais que não adotam técnicas de perturbação mínima do solo, grande parte dos lotes, se não todos, é desmatada, aplainada e, posteriormente, gramada (HINMAN, 2012). Nesse tipo de empreendimento, é possível assumir que as áreas que foram “limpas” dentro da zona de construção, mesmo que posteriormente vegetadas, tornam-se compactadas tanto pelas atividades de movimentação de terra, quanto pela passagem de maquinários pesados e terão taxas de infiltração bastante reduzidas (MCHARG; SUTTON; SPIRN, 1973; HINMAN, 2012).

A compactação afeta as propriedades físicas do solo, diminuindo significativamente a porosidade de suas primeiras camadas e levando a uma baixa da permeabilidade, podendo, inclusive, dificultar a penetração das raízes (GREGORY *et al.*, 2006; PITT *et al.*, 2003, 2009). Estudos demonstram que a compactação pode reduzir a taxa de infiltração de solos arenosos, em média, seis vezes e meia (PITT *et al.*, 1999, 2003, 2009), enquanto a infiltração em solos argilosos é afetada grandemente pela compactação, podendo reduzir em até 11 vezes as taxas de infiltração e aproximá-las de zero (PITT *et al.*, 1999, 2003, 2009).

Existe uma expectativa de que a compactação do solo urbano diminua com o tempo, desde que não perturbado novamente (PITT *et al.*, 1999). Ou seja, em novos empreendimentos, os solos compactos são dominantes, enquanto em áreas onde a perturbação do solo urbano ocorreu há bastante tempo, o solo pode ter recuperado parte de sua capacidade de infiltração devido ao desenvolvimento de estruturas radiculares e à presença de insetos do solo. De qualquer forma, PITT *et al.* (1999) indicam que são necessárias várias décadas para que os solos compactados se recuperem até condições similares às de pré-desenvolvimento.

1.3 Redução da cobertura vegetal

A cobertura vegetal também afeta as taxas de infiltração da água no solo. As raízes das plantas, os insetos e os micróbios escavam, penetram e juntam as partículas do solo, de forma a melhorar sua estrutura e porosidade (HINMAN, 2012). Os micros e macroporos criados por essas estruturas melhoram a capacidade de retenção e de infiltração do solo. Isto ocorre principalmente em áreas com cobertura arbórea, que possuem raízes mais profundas e, portanto, são capazes de alterar a estrutura do solo em grandes áreas ao seu redor, enquanto a porosidade criada pelas raízes da maioria das espécies de gramíneas é apenas superficial (MCHARG; SUTTON; SPIRN, 1973; AMARAL, 2015).

Sendo assim, juntamente com a perturbação do solo, a substituição da vegetação nativa, principalmente do porte arbóreo, por gramíneas ou por solo exposto, é outro fator de grande influência sobre a permeabilidade do solo urbano. Kays (1980) analisou as taxas de infiltração em uma bacia residencial de baixa densidade, que teve a maior parte de seu solo perturbado, conseqüentemente, compactado, e de sua vegetação nativa removida durante a urbanização. O estudo mostra que, embora as superfícies impermeáveis tenham selado apenas 27,1% do solo, a taxa de infiltração nas áreas gramadas foi reduzida em até 30 vezes, em comparação com a área de floresta remanescente que, com o mesmo tipo de solo, alcançou taxas de infiltração inferiores a 0,45 cm/h.

Outro estudo, realizado por Kelling e Peterson (1974), procurou demonstrar que diferenças de taxa de infiltração entre áreas urbanas gramadas com o mesmo tipo de solo devem-se principalmente à compactação do solo. Esse estudo conclui que áreas gramadas apresentam, naturalmente, menores taxas de infiltração do que áreas com cobertura arbórea, mas, no meio urbano, as áreas gramadas encontram-se normalmente associadas à perturbação e conseqüente compactação do solo, havendo uma redução ainda maior da taxa de infiltração.

2 Diretrizes de urbanização facilitadoras da infiltração natural

Esta seção de desenvolvimento da metodologia investigou os seguintes manuais e documentos em busca de diretrizes de desenho urbano com influência no aumento da infiltração natural no solo urbanizado: i) *Ian McHarg, Sutton e Spirn* (1973); ii) – *Programa Hidrológico Internacional (IHP)*, conforme Andjelkovic (2001); iii) *Low Impact Development (LID)*, conforme Hinman (2012), *Prince Georges County* (2000); *Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA)* (2000a, 2000b); iv) *Water Sustainable Urban Design (WSUD)*, conforme Melbourne Water (2014); v) e *Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS)*, conforme Woods-Ballard *et al.* (2015). As técnicas, as estratégias e as diretrizes encontradas foram organizadas de acordo com sua utilidade para mitigar os três principais fatores intervenientes na capacidade de infiltração natural da água no solo.

2.1 Diretrizes para mitigar os impactos negativos do selamento

Com base na leitura das diretrizes dos manuais, identificaram-se aquelas que se aplicam à mitigação do impacto de áreas impermeabilizadas. Elas foram divididas em dois grupos de estratégias principais: i) redução da área de superfícies impermeáveis; e ii) desconexão de áreas diretamente conectadas ao sistema de drenagem convencional.

2.1.1 Redução da área total

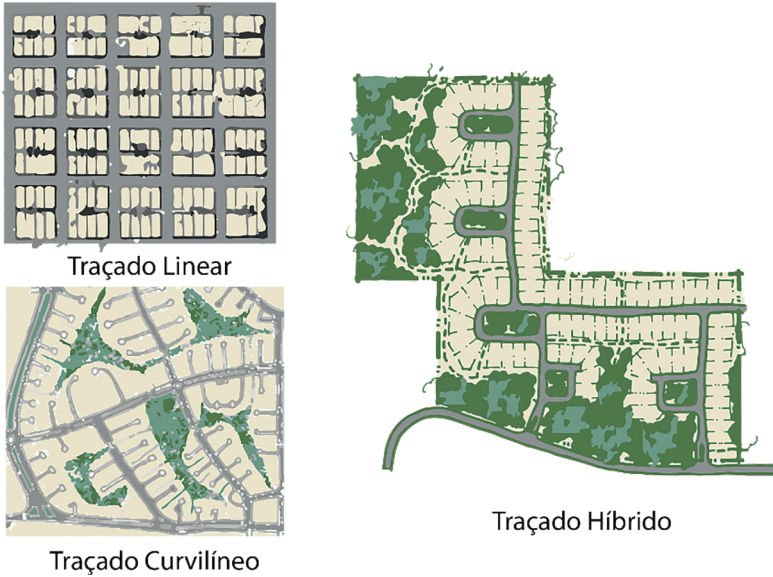
Para redução da área de superfícies impermeáveis, o sistema viário é um dos elementos mais relevantes a ser trabalhado, uma vez que ele é responsável por grande parte do total das superfícies seladas em áreas urbanas e, muitas vezes, está diretamente conectado ao sistema de drenagem convencional, o que gera menores oportunidades para infiltração. A escolha do traçado viário pode causar variações no total

de sua superfície em até 30% (PRINCE GEORGES COUNTY, 2000; HINMAN, 2012). O sistema de traçado em grelha uniforme é o que ocupa a maior área e o que mais predomina nas cidades. Para diminuir sua extensão, é possível reduzir possíveis cruzamentos de vias por meio da ampliação de quarteirões. Os traçados curvilíneos, por sua vez, ocupam as menores áreas (PRINCE GEORGES COUNTY, 2000). Entretanto, apesar de o traçado em grelha resultar em uma proporção maior de áreas impermeabilizadas, ele promove acesso mais direto aos serviços, enquanto os sistemas curvilíneos geralmente desencorajam as viagens a pé por serem longos, confusos e menos conectados. Recentemente, planejadores têm integrado os dois modelos para incorporar pontos positivos dos dois (ANDRADE, 2014; HINMAN, 2012). Essa disposição de vias tem recebido vários nomes, como *traçado híbrido* ou *planos de cabeceiras*, como se vê na figura 1 (HINMAN, 2012).

Além do tipo de traçado, a largura das vias também possui grande influência na área coberta pelo sistema viário. Pode-se reduzir a largura pela redução do número de vagas laterais, pela redução do tamanho de bolsões de retorno e pela redução da largura das faixas (PRINCE GEORGES COUNTY, 2000; HINMAN, 2012). Uma redução de largura da faixa de 8 m para 6 m pode reduzir o total de área impermeabilizada de uma rua em 30%, o que resulta em 25% de redução do escoamento superficial gerado por essa área (HINMAN, 2012). O manual LID para a região de Puget Sound, nos Estados Unidos, recomenda que, para reduzir o total de áreas seladas, as ruas de serviço ou de acesso a áreas residenciais não possuam mais de 3,5 m de largura quando de mão única e 5 m quando de mão dupla (HINMAN, 2012). O impacto dessa adequação pode ser enorme. A Associação Americana de Estradas e Transportes estima que 65 a 80% das ruas pavimentadas do país são ruas de serviço ou de acesso a áreas residenciais ou rurais (HINMAN, 2012, p. 47). Em adição, a redução da largura das vias de acesso pode ser uma medida que auxilia na redução da velocidade, tornando essas vias mais seguras. Outras medidas consideradas *traffic calming* são: estrangulamentos, desalinhamentos, refúgios de travessia e balões, que podem também reduzir o total de área impermeabilizada das vias

e a velocidade de escoamento da água, gerando mais oportunidades para infiltração.

Figura 1: Tipos de traçado viário



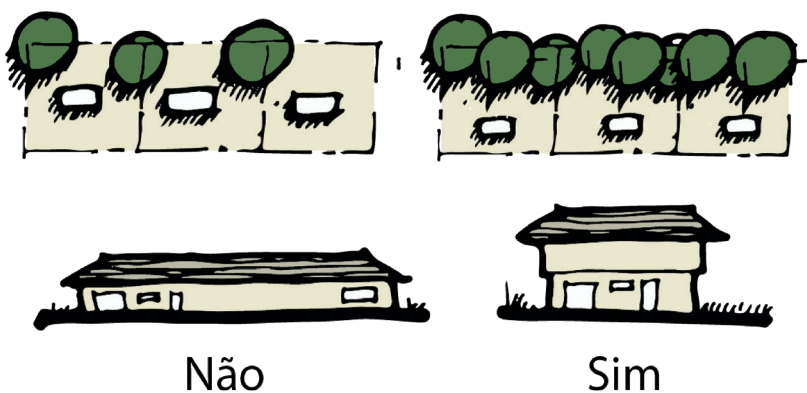
Fonte: Elaboração das autoras.

Na escala do lote, para reduzir o total de áreas impermeabilizadas, recomendam-se, segundo vários autores (MCHARG; SUTTON; SPIRN, 1973; PRINCE GEORGES COUNTY, 2000; ANDJELKOVIC, 2001): *i*) verticalização das construções, para que ocupem menor percentual da área do lote para um mesmo total de metros quadrados construídos; *ii*) entradas de garagens compartilhadas, para limitar o percentual pavimentado dentro dos lotes; *iii*) limitação da largura de garagens ao máximo de 2,45 m; *iv*) redução do afastamento frontal das construções, para minimizar o comprimento das áreas de acesso; *v*) adoção de casas geminadas ou de afastamento lateral obrigatório reduzido.

Estudos realizados pelo LID demonstram que a adoção dessas estratégias pode aumentar a área considerada permeável de um lote de 500 m² em até 70%, como se vê na figura 2 (HINMAN, 2012). Ainda,

a configuração dos lotes influencia na configuração do traçado viário e, conseqüentemente, no percentual impermeabilizado total do parcelamento. Casas mais agrupadas em lotes com menores frentes reduzem a área total de ruas necessária para cada unidade imobiliária (HINMAN, 2012).

Figura 2: Diretrizes de ocupação dos lotes



Fonte: Elaboração das autoras.

É comum a associação das estratégias de desenho urbano sensível à água a baixas densidades construtivas, entretanto, isto é equivocado. Análises que associam o aumento da densidade ao aumento da impermeabilização do solo não levam em consideração o número de habitações que esse empreendimento comporta ou o impacto geral sobre a área da região ou da bacia hidrográfica no aumento da população nos mesmos moldes.

Áreas de baixa densidade apresentam maior quantidade de superfícies impermeabilizadas por residência. Por exemplo, um estudo da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2000b) modelou cenários de escoamento superficial para três densidades urbanas, em três escalas de ocupação, para examinar a premissa de que a urbanização de alta densidade permite uma maior infiltração da água considerando a área da bacia (tabela 1). Descobriu-se que as densidades mais

altas geram menos escoamento pluvial total e por moradia em todas as escalas analisadas (figura 3).

Tabela 1: Associação entre diferentes densidade de ocupação urbana e geração de áreas impermeáveis e escoamento superficial

Cenário	km ²	% imperme.	Escoam. total (m ² /ano)	Escoam. / domicílio (m ² /ano)	% escoam. / domicílio em relação ao cenário A
Na escala de um acre					
A: 1 domicílio	0,004	20%	530	530	0
B: 4 domicílios	0,004	38%	700	175	67%
C: 8 domicílios	0,004	65%	1.120	140	74%
8 casas acomodadas nos diferentes cenários de densidade					
A: 8 domicílios	0,032	20%	4.235	530	0
B: 8 domicílios	0,008	38%	1.405	175	67%
C: 8 domicílios	0,004	65%	1.120	140	74%
Na escala de uma bacia hidrográfica (40 km ²)					
A: 10.000 domicílios	40	20%	5.295.250	530	0
B: 10.000 domicílios	10	9,5%	1.755.645	175	67%
C: 10.000 domicílios	5	8,1%	1.401.683	140	74%

Fonte: Elaboração das autoras, com base em dados de EPA (2000b).

Figura 3: Comparação da disposição de parcelamento espreado e parcelamento agrupado



Empreendimento convencional



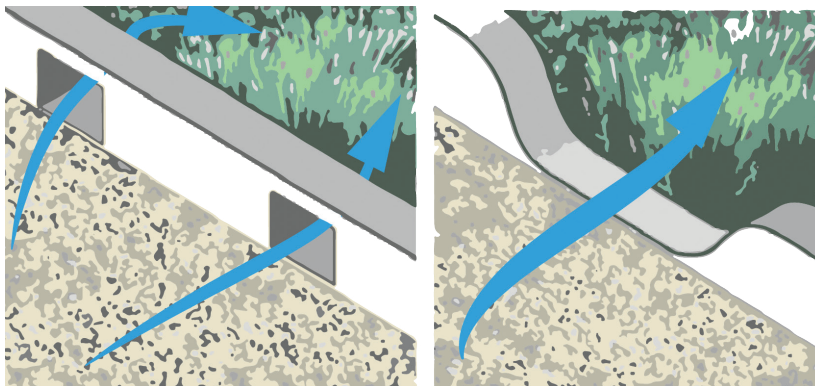
Empreendimento sensível à água

Fonte: Elaboração das autoras.

2.1.2 Desconexão de áreas diretamente conectadas

As áreas impermeáveis não passíveis de redução ainda podem receber intervenções para se tornarem desconectadas entre si e com o sistema de drenagem convencional. Nessa perspectiva, é possível projetar ruas para que seu escoamento superficial seja drenado para sistemas naturais, zonas vegetadas e solos de alta permeabilidade. Neste desenho, elementos, como os meios-fios e as baias, devem ser rebaixados e/ou os próprios canais laterais de escoamento das vias podem ser substituídos por valas vegetadas com potencial de integrar elementos de drenagem sustentável, como jardins de chuva, conforme pode ser visto na figura 4.

Figura 4: Intervenção nos meios-fios para permitir o escoamento para zonas vegetadas



Fonte: Elaboração das autoras.

Outra medida possível é a utilização de pavimentos semipermeáveis, que podem servir para aumentar as taxas de infiltração¹ e, principalmente, a retenção da água. Esses pavimentos são mais adequados para áreas destinadas a caminhar, a andar de bicicleta ou de patinete ou a acessar áreas de residências, de serviço e de estacionamentos (PRINCE GEORGES COUNTY, 2000). Também as áreas impermeáveis remanescentes dentro dos lotes podem ter seu escoamento direcionado para zonas vegetadas e solos de alta permeabilidade, onde podem ser introduzidas técnicas de drenagem sustentável ou de infraestrutura verde.

2.2 Diretrizes para mitigar os impactos negativos da compactação

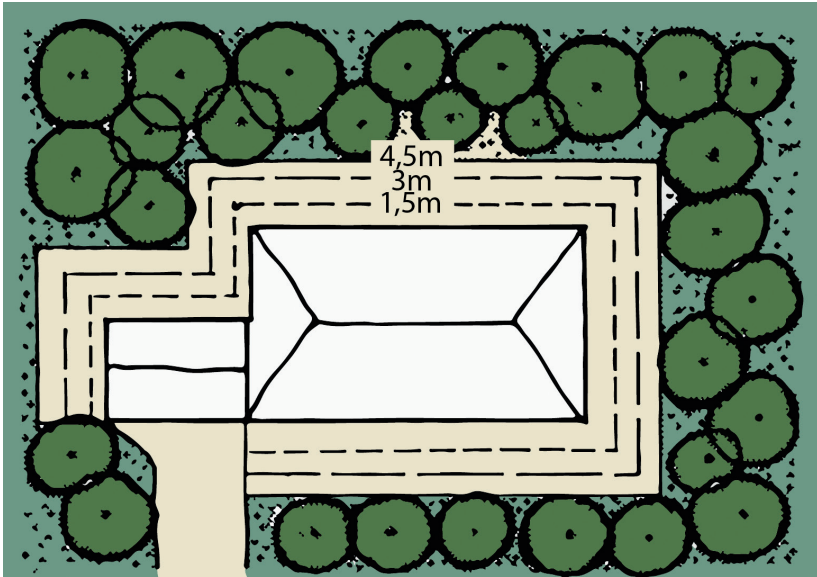
As diretrizes dos manuais identificadas como aquelas que melhor se aplicam à mitigação do impacto negativo da compactação do solo na infiltração natural foram divididas em dois grupos de estratégias: *i)* mínima perturbação do solo; e *ii)* recuperação de áreas já compactadas.

¹ A infiltração proporcionada por esses pavimentos, apesar de superior às das superfícies impermeáveis, ainda é bastante baixa, uma vez que suas camadas inferiores normalmente são compactadas para sua implantação e pelo uso diário (HINMAN, 2012).

2.2.1 Mínima perturbação do solo

As técnicas de perturbação mínima do solo visam a reduzir a proporção de áreas onde a estrutura do solo é rompida e compactada. As medidas citadas no item 2.1.1 para redução das áreas impermeabilizadas dentro dos lotes, que levam à menor ocupação proporcional do lote, podem levar também à redução da perturbação do solo. Em adição a essas estratégias, é necessário também reduzir o tamanho das áreas geralmente perturbadas durante uma obra, ou seja, essas áreas devem ser reduzidas ao mínimo.

Figura 5: Afastamento mínimo necessário para construção



Fonte: Elaboração das autoras.

McHarg, Sutton e Spirn (1973) estimam que a área mínima a ser desmatada e perturbada no entorno da construção varia entre 1,5 m e 4,5 m, a depender do tipo e do tamanho da construção, considerando técnicas de construção convencionais, como se vê na figura 5. Podem-se utilizar ainda, para propiciar uma menor perturbação do solo, instalação do canteiro em contêineres compactos e afastados do solo, assim

como técnicas de fundações de baixo impacto, que envolvem poucas escavações e nivelamento, possibilitando que a estrutura nativa do solo sob a unidade continue a desempenhar parte de sua função hidrológica (HINMAN, 2012).

Além dessas medidas, a incorporação das características naturais do terreno no projeto minimiza a perturbação das áreas naturais, evitando a perda de sua funcionalidade hidrológica. Para isso, devem-se manter, sempre que possível, a topografia e os canais de escoamento naturais orientando o maior eixo das edificações e das vias ao longo do contorno topográfico, evitando, assim, a necessidade de cortes e de aterros associados à sua implantação (MCHARG; SUTTON; SPIRN, 1973; PRINCE GEORGES COUNTY, 2000). Nessa perspectiva, os traçados curvilíneos ou híbridos também podem reduzir a necessidade dos cortes e dos aterros, facilitando o posicionamento das ruas principais alinhadas às curvas de nível do terreno (ANDJELKOVIC, 2001; PRINCE GEORGES COUNTY, 2000).

2.2.2 Recuperação de áreas compactadas

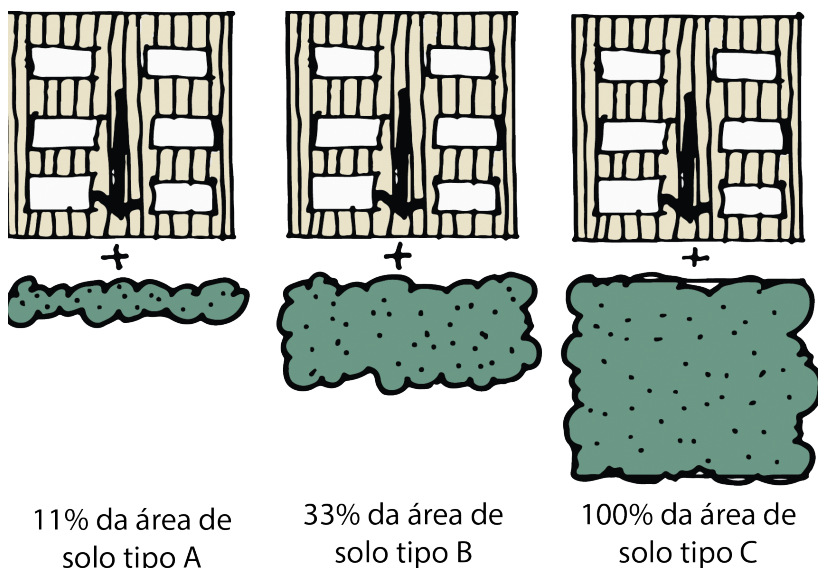
Para recuperação das áreas já compactadas, a utilização apenas de gramados não é recomendada, uma vez que seu sistema radicular superficial permite uma menor recuperação do solo, não o protegendo contra o processo continuado de compactação devido às atividades humanas diárias (ANDJELKOVIC, 2001). Recomendam-se então, para recuperação desses solos, replantio de indivíduos de porte arbóreos, principalmente, nativos, e uso de técnicas de compostagem do solo.

2.3 Diretrizes para mitigar os impactos negativos da redução de cobertura vegetal

Conforme diretrizes dos manuais, identificaram-se aquelas que se aplicam à mitigação do impacto da redução de cobertura vegetal na infiltração natural como sendo relacionadas principalmente à prevenção do desmatamento e à recuperação das áreas sensíveis à manutenção de

funções hidrológicas: *i*) áreas com vegetação nativa; *ii*) corpos d'água e suas zonas de amortecimento; *iii*) zonas úmidas naturais; *iv*) solos de alta permeabilidade e capacidade de armazenamento; e *v*) canais naturais de drenagem (HINMAN, 2012; PRINCE GEORGES COUNTY, 2000).

Figura 6: Área proporcionalmente necessária para absorver o escoamento de um parcelamento a depender do tipo de solo



Fonte: Elaboração das autoras.

Em relação aos solos de alta permeabilidade, um estudo de McHarg, Sutton e Spirn (1973) classificou os solos de um empreendimento urbano em quatro diferentes tipos: (A) solo ótimo para recarga; (B) solo bom para recarga; (C) solo mediano para recarga; e (D) solos ruins para recarga. Esses autores analisaram diferentes áreas urbanas com essas características observando o comportamento de infiltração de uma chuva de 16 mm/h, concluindo que teriam que preservar um mínimo de 10% da área quando implantada em solos do tipo A; 25%, em solos do tipo B; 50%, em solos do tipo C; e 100% em solos do tipo D (MCHARG; SUTTON; SPIRN, 1973). Para os casos onde as áreas urbanizadas estão sobre solos C ou D, seria necessário, para cada unidade ocupada, 11%

a mais de área preservada de solos do tipo A; ou 33%, em solos do tipo B; ou 100%, do tipo C, de modo a garantir a infiltração natural da água da chuva. O estudo recomendava a ocupação em solos do tipo D ou C e preservação, onde possível, dos solos do tipo A e B, conforme figura 6 (MCHARG; SUTTON; SPIRN, 1973).

Seguindo essas recomendações, grandes espaços livres de uso público, como parques, que possuem maior potencial para manter grandes áreas vegetadas, devem estar prioritariamente associados a áreas de solo do tipo A e B. Devem ser planejados de forma a integrar sistemas de gestão da água às suas multifunções com a preservação das áreas sensíveis e a utilização de técnicas de drenagem sustentável.

3 Construção do quadro metodológico de análise da forma urbana quanto à sua interferência na infiltração natural

A construção do quadro metodológico se concentra na tradução, em parâmetros urbanísticos, das diretrizes de urbanização sensível à água sistematizadas no item anterior, o que necessita de uma definição de elementos morfológicos urbanos. Elementos morfológicos são unidades ou partes físicas que, associadas e estruturadas, constituem a forma urbana (LAMAS, 2004). São elementos comuns à forma urbana e funcionam como chaves de leitura. Dessa forma, auxiliam a tradução do que se quer ler sobre a configuração de uma cidade quando a eles são atribuídos parâmetros urbanísticos. Seu entendimento permite assertividade nas decisões de planejamento e de projeto.

A forma urbana é produto de várias decisões sobre ordenamento territorial tomadas ao longo dos anos e pode constituir uma resposta adequada ou, em si mesma, constituir um problema que precisa ser solucionado durante o processo contínuo de planejamento. Para Lamas (2004), a forma urbana apresenta a leitura de um momento da cidade, que depende das condições históricas, sociais, políticas e econômicas e das teorias e das posições culturais e estéticas de quem as planeja, idealiza-as e as constrói. Não se pode desprezar o fato de que grande

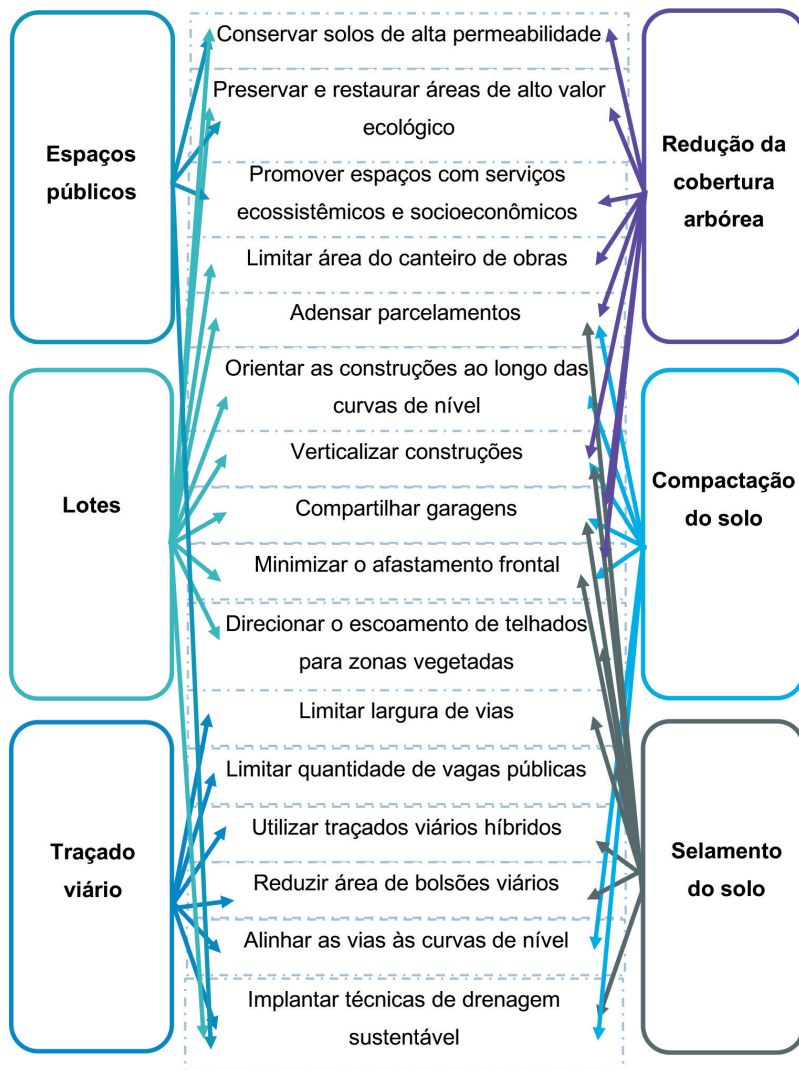
percentual da área das cidades foi constituído de modo espontâneo, sem projeto, sem planejamento, o que acaba por gerar impactos que agregam um desafio a mais para sua reconvenção a padrões ecológicos.

Lamas (2004) identifica 11 elementos configuracionais que compõem a forma urbana: *i)* o pavimento; *ii)* o edifício; *iii)* o lote; *iv)* o quarteirão; *v)* a fachada; *vi)* o logradouro; *vii)* a rua; *viii)* a praça; *ix)* o monumento isolado; *x)* a vegetação; e *xi)* o mobiliário urbano. Panerai (2014) propõe uma organização desses elementos do tecido urbano em três conjuntos: *i)* rede de vias e espaços públicos; *ii)* parcelamentos fundiários ou lotes; e *iii)* edificações.

Em ambos os estudos, considera-se que o sistema viário e os demais espaços públicos constituem-se na estrutura básica definidora do espaço urbano. Panerai (2014) define os elementos que compõem esse espaço, como ruas, avenidas, praças, passeios, pontes, rios e praias e destaca que esses se organizam em rede, a fim de permitir a circulação na cidade. Nos lotes, as normas de uso e de ocupação do solo associadas ao zoneamento determinam como as edificações ocupam sua área, alinhadas ou recuadas, geminadas ou isoladas, altas ou baixas, tendo a rua como referência.

Entre esses conjuntos de elementos morfológicos, apenas os relacionados à ocupação do solo são relevantes para a análise do potencial de infiltração natural. Devido à importância do traçado viário para o manejo da água urbana, optou-se por separá-lo do conjunto de espaços públicos. Sendo assim, os conjuntos de elementos morfológicos analisados serão: *i)* traçado viário; *ii)* espaços públicos; e *iii)* lotes. As estratégias de urbanização sensível à água revisadas permeiam-se entre cada um desses conjuntos de elementos, servindo muitas vezes a mais de um deles de uma só vez e se conectando aos fatores relacionados à perda de infiltração natural da água, podendo mitigá-los. O quadro 1 apresenta essa síntese.

Quadro 1: Relação entre os elementos do tecido urbano, estratégias de urbanização sensíveis à infiltração da água e condicionantes da perda de infiltração na área urbana



Fonte: Elaboração das autoras.

A combinação desses três conjuntos de elementos configuracionais urbanos identificados como relevantes para a compreensão do fenômeno

pode resultar em uma multiplicidade de tipologias.² Para estabelecer as características que serão utilizadas como critérios de identificação ou de avaliação dessas tipologias, importa sua relação com os três fatores do processo de urbanização com impacto na redução da infiltração natural – selamento, compactação e redução da cobertura vegetal – por meio de quatro parâmetros gerais: *i*) percentual de áreas seladas, onde não ocorre a infiltração; *ii*) percentual de áreas compactadas, que se entende, no estudo, como as áreas que passaram pelo processo de urbanização tendo sua cobertura vegetal natural retirada e substituída, onde as taxas de infiltração são bastante reduzidas; e *iii*) percentual, dentro da área urbanizada, de cobertura vegetal de porte arbóreo, onde as raízes são capazes de recuperar parte da compactação e auxiliar na infiltração. Vale ainda verificar, na forma analisada ou projetada, a quantidade de área selada por habitante, para demonstrar o impacto *per capita* da conformação adotada.

Os critérios associados individualmente a cada um dos elementos morfológicos são aqueles que podem alterar o resultado dos critérios gerais e estão apresentados no quadro 2. Esses critérios de avaliação podem ser diretamente relacionados a parâmetros urbanísticos existentes ou podem constituir novos parâmetros urbanísticos relevantes ao planejamento de ocupações urbanas em áreas de alto potencial de recarga. Essa ponte construída na análise entre os fatores que causam a perda de infiltração, as diretrizes de desenho sensível à água e os elementos morfológicos tem o objetivo de facilitar a análise, o planejamento e o projeto de tipologias urbanas adequadas à implantação em áreas de recarga de aquíferos, permitindo uma menor perda da infiltração natural.

² De acordo com Panerai (2014), tipologia urbana é o conjunto de determinados elementos reunidos por uma lógica de variação de características estabelecidas.

Quadro 2: Quadro metodológico para avaliação, planejamento ou projeto da forma urbana para um melhor desempenho quanto à recarga de aquíferos

Elementos Morfológicos		Critérios de avaliação	Critérios de síntese da tipologia
Público	Sistema Viário	<ul style="list-style-type: none"> . Percentual de área ocupada no parcelamento . Percentual ocupado por estacionamentos . Largura das ruas de serviço e de acesso residencial . Área por habitante . Conexão com a rede de drenagem convencional 	<ul style="list-style-type: none"> . Percentual total de áreas seladas . Área selada por habitante . Percentual de solo potencialmente compactado . Percentual de área com cobertura arbórea-arbustiva
	Espaços públicos livres	<ul style="list-style-type: none"> . Percentual de área ocupada no parcelamento . Percentual de pavimentos impermeáveis . Percentual de cobertura arbórea-arbustiva . Associação com áreas de alta sensibilidade hidrológica . Multifuncionalidade e conectividade 	
Privado	Lotes	<ul style="list-style-type: none"> . Percentual de área ocupada no parcelamento . Tamanho do lote . Taxa de ocupação . Percentual de pavimentos impermeáveis . Percentual de cobertura arbórea-arbustiva . Compartilhamento e posição da garagem . Orientação das construções em relação ao contorno topográfico . Quantidade de andares permitidos . Afastamentos obrigatórios . Área impermeável por habitante . Conexão com a rede de drenagem convencional 	

Fonte: Elaboração das autoras.

4 Aplicabilidade da metodologia utilizando estratégias de baixo impacto na recarga em parcelamento urbano na Bacia do Lago Paranoá – DF

Com o objetivo de verificar a aplicabilidade dos estudos realizados, foram procedidas análises utilizando técnicas de urbanismo sensível à água, com ênfase em baixo impacto na infiltração em uma área destinada à expansão urbana de Brasília inserida em zona de recarga de aquíferos.

Esse exercício visa a testar e a validar os pressupostos apresentados e a contribuir para a revisão das técnicas tradicionais do urbanismo.

A área de estudo está localizada no Distrito Federal (DF), na Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá, Região Administrativa do Lago Norte, conhecida como Setor Habitacional Taquari, trecho 2 (SHTq 2). Esse setor enquadra-se em uma das áreas de expansão urbana no DF e localiza-se em uma área de elevada sensibilidade à recarga de aquíferos. Para avaliar o potencial de infiltração com as alterações dos padrões de ocupação na região, foi utilizada simulação no programa SWMM.

4.1 O Distrito Federal e as áreas de recarga de aquíferos

No DF, a problemática da recarga dos aquíferos tem relevância para o equilíbrio hídrico nacional, dado que seu território é área de nascentes de afluentes dos três maiores rios brasileiros – o Rio Maranhão (afluente do Rio Tocantins), o Rio Preto (afluente do Rio São Francisco) e os rios São Bartolomeu e Descoberto (tributários da bacia do Rio Paraná). Tem relevância também na escala regional, uma vez que o território do DF está integralmente inserido na região do Planalto Central e do bioma cerrado, com importante papel de recarga regional e berço de importantes rios de 10 das 12 regiões hidrográficas do Brasil (LIMA, 2011).

A recarga dos aquíferos também é importante para o equilíbrio hídrico local, dado que seu território se caracteriza por conformações naturais que não permitem grandes retenções de águas superficiais e por um clima composto de um período chuvoso e de um período seco, fazendo com que os aquíferos tenham função estratégica para: *i*) manutenção das vazões dos corpos hídricos superficiais na época de seca; *ii*) reservatório natural de estocagem estratégica de água; e *iii*) abastecimento de núcleos rurais.

A redução da quantidade de água subterrânea no DF vem sendo observada desde os anos 2000, na região de Sobradinho, onde existem áreas sem abastecimento por rede. Um poço com vazão de 10.000 l/h, em 1992, passou a ter uma vazão de cerca de 3.500 l/h (CAMPOS, 2004) nos anos 2000. A crise hídrica pela qual o DF passou entre o final de

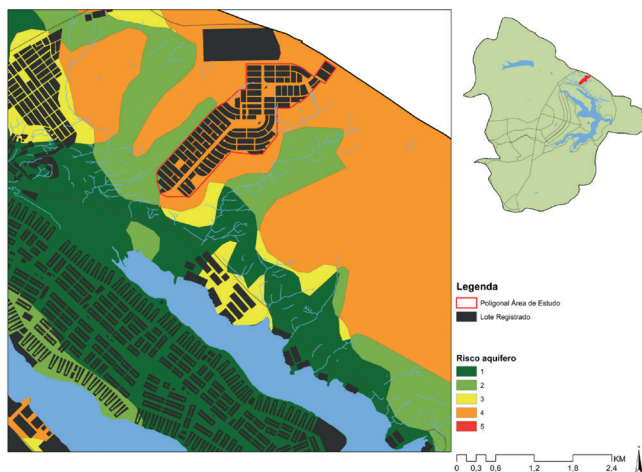
2015 até fins de 2017 se fez sentir nos reservatórios de abastecimento, mas também acometeu os reservatórios de água subterrânea. Nas áreas abastecidas por poços profundos, devido à diminuição de vazão e a falhas na captação, a Companhia de Abastecimento e Saneamento Básico (Caesb) adotou a redução de pressão e o rodízio de abastecimento.³

No DF, a Bacia Hidrográfica do Lago Paranoá foi selecionada por ser densamente urbanizada e ter grande percentual de ocupação urbana sobre áreas de alto e muito alto potencial de recarga, especificamente, a área do SHTq 2 que, como já dito, localiza-se em uma área de elevado potencial à recarga de aquíferos e representa uma das últimas áreas remanescentes de alto potencial à recarga ainda não urbanizada na bacia. É uma região que, já em 1987, na elaboração do Brasília Revisitada, Lucio Costa apontou como possível área de expansão dentro da bacia. Ribas (1988), utilizando os critérios de estudo do meio físico para escolha de áreas a serem urbanizadas, atestou sua aptidão à ocupação urbana e alertou que o padrão de ocupação deveria adequar-se às fragilidades ambientais do sítio e dialogar com a alta sensibilidade à recarga de aquíferos.

Estudos para elaboração do Zoneamento Econômico Ecológico do Distrito Federal (ZEE-DF), realizados pela Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal (Sema-DF) em 2018 e apontados na figura 7 a seguir, também constatam, ao elaborar o mapa de sensibilidade à recarga de aquíferos, o que havia dito Ribas, 30 anos antes. Hoje, a área consta no Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT-DF) de 2012 como área de expansão urbana. Seus parâmetros não consideram as referidas fragilidades ambientais e seu potencial de produção de água.

³ Resolução nº 21 da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Adasa), de 8 de setembro de 2018.

Figura 7: Poligonal do SHTq 2 sobre área de elevado grau de risco à recarga de aquífero na bacia do Paranoá



Fonte: Elaboração das autoras.

4.2 Proposta urbana para o Setor Habitacional Taquari Trecho 2

A grande mancha de expansão urbana definida por Lucio Costa em 1987 e denominada Setor Habitacional Taquari hoje se encontra subdividida em setores habitacionais com denominações de trechos associados a um número que a posiciona em relação à sua implantação. O projeto de parcelamento urbano para a poligonal do SHTq 2, desenvolvido pela Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal (Terracap) e que aparece na figura 8, está em processo de análise nos órgãos competentes. Os primeiros estudos para urbanização remontam do fim dos anos 1990, assim como as normas de gabarito e o Memorial Descritivo de urbanização. Nos últimos anos, devido às pressões da sociedade civil relativas ao licenciamento ambiental, o projeto passa por revisões para se adequar às novas exigências dos órgãos ambientais e aos termos do Ministério Público do Distrito Federal e Territórios (MPDFT).⁴

⁴ As pressões da sociedade civil quanto ao licenciamento ambiental da área levaram o MPDFT a estabelecer um termo de ajustamento de conduta.

A justificativa para as pressões sociais, que resultaram sendo contempladas nos pareceres dos órgãos ambientais que, por sua vez, exigiram ajustes no projeto urbano se deve, em parte, ao advento da crise hídrica em Brasília e à utilização do Lago Paranoá como manancial de abastecimento.⁵ Todas essas circunstâncias ampliaram as preocupações com a diminuição da capacidade de infiltração na região e com o aumento da carga de poluentes sobre o Lago Paranoá. Até o momento (2019), não foram contempladas as exigências de modificação dos projetos, principalmente, o de drenagem urbana, que não inclui sistemas de infiltração para recarga dos aquíferos e lança um percentual de águas pluviais acima do permitido pela Resolução nº 9/2011 da Adasa para o Lago Paranoá.

Figura 8: Projeto urbano e uso do solo da Terracap para o SHTq 2



Fonte: Elaboração das autoras.

A Secretaria de Meio Ambiente do Distrito Federal, ao emitir parecer técnico ao MPDFT, no ano de 2017, em resposta às discussões sobre o licenciamento do projeto de urbanização do trecho 2, considerou como interferências antrópicas negativas sobre o ciclo hidrológico os

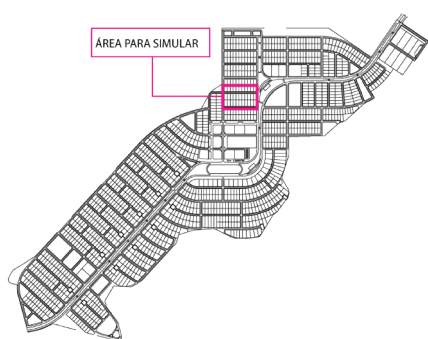
⁵ O Lago Paranoá, além de captar o efluente de regiões administrativas do DF, também trabalha como corpo receptor das águas pluviais. O parcelamento do SHTq 2, quando implantado, utilizará o lago para lançamento das águas da rede de drenagem. A preocupação do MPDFT é com a carga de poluentes em excesso, pois, atualmente, o Lago Paranoá tornou-se um dos mananciais de abastecimento no Distrito Federal.

bloqueios físicos ao fluxo de infiltração natural e os processos hidrológicos por meio da impermeabilização e da sobrecarga de áreas de preservação permanente devido à estratégia convencional de drenagem (SEMA, 2017). A indicação das interferências no meio físico feitas pelos órgãos ambientais ao projeto elaborado pela equipe técnica da Terracap levou a primeira parte do estudo a se concentrar em sua verificação adotando uma análise, por meio da simulação hidrológica, do sistema de drenagem adotado no projeto para posterior utilização da metodologia construída na pesquisa referida.

4.3 Modelagem hidrológica da infiltração

Para a modelagem hidrológica, foi delimitada uma área de 3,33 h dentro do projeto de loteamento da Terracap, cujo padrão de desenho se repete por quase todo o projeto. A fração escolhida representa o loteamento como um todo para efeito da simulação da rede de drenagem. A mesma área foi posteriormente utilizada para modelagem dos demais cenários analisados, com suas respectivas particularidades de ocupação, que seguem as estratégias de urbanismo sensível à água e de baixo impacto na infiltração. Na figura 9, pode ser visualizado o recorte da área definida para as simulações.

Figura 9: Delimitação da parcela simulada



Fonte: Elaboração das autoras.

Foram modelados três cenários para efeito de comparação dos resultados utilizando as estratégias de projeto urbanístico propícias à infiltração. Eles foram concebidos com a análise realizada na primeira parte desse projeto.

As simulações foram elaboradas para análise do potencial de infiltração em cada modelo: *i*) cenário pré-urbanização, área sem parcelamentos urbanos, com cobertura vegetal tipo campo; *ii*) cenário Padrão Terracap, projeto elaborado pela própria companhia; e *iii*) cenário Padrão sensível à água, simulação de novo padrão de urbanização baseado no quadro metodológico.

O modelo SWMM, no programa PCSWMM, desenvolvido pela Chiwater,⁶ foi a ferramenta utilizada por ser um modelo dinâmico chuva-vazão. Foi considerada uma chuva de projeto para simulação, com tempo de retorno (TR) de dez anos. Essa chuva é indicada pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal para parâmetro em projetos de Drenagem Urbana. Em relação à infiltração, foi adotado o método Soil Conservation Service (SCS), que utiliza o conceito de curva número (CN) para cálculo de infiltração.

A CN é um índice que representa a combinação empírica de três fatores: grupo do solo, cobertura do solo e condições de umidade antecedente do solo (MCCUEN, 1998 *apud* TOMAZ, 2011a). Para utilizar o método SCS, adotou-se a tabela de CN, traduzida por Tucci. A tabela necessita da classificação dos solos da região a analisar, para que seja relacionada à cobertura do solo. Para a classificação desse solo, foram utilizados os levantamentos de características pedológicas encontradas na área do SHTq 2. De acordo com o levantamento de solo do ZEE-DF, a região possui latossolo vermelho-amarelo e classifica-se como solo tipo A, um tipo de solo que produz baixo escoamento superficial e alta infiltração (TUCCI, 1993 *apud* TOMAZ, 2011b). Com a classificação do tipo de solo, determinam-se as tipologias de cobertura do solo (vegetação, pavimento, paralelepípedos).

⁶ A companhia Chiwater, canadense, forneceu a licença estudantil para elaboração desta pesquisa de âmbito acadêmico.

4.3.1 Descrição dos cenários

Para simulação do cenário 1, foi considerada a área da parcela do loteamento sem nenhum tipo de ocupação urbana, com cobertura do solo com vegetação tipo campo para classificação do parâmetro CN. Não foram incluídas, na simulação, indicações de floresta ou de cerrado nativo, pois não é a condição em que hoje se encontra. Sendo assim, o CN utilizado no cenário 1 corresponde a 39, que indica uma superfície de vegetação rasteira em mais de 75% de sua área.

Para o cenário 2, com o projeto urbanístico da Terracap, a área simulada corresponde ao total de 33 lotes unifamiliares com previsão de 132 habitantes. Foram considerados os elementos urbanos descritos no item 3 deste capítulo: ruas, espaços públicos, lotes. Na simulação da área edificada e impermeabilizada dos lotes, foram considerados o percentual máximo de ocupação (40%) previsto para edificação e o percentual mínimo de área que deve ser mantida sem ocupação, no caso, considerado como área com possibilidade de infiltração (50%). Essas definições tomaram, como base, a norma de gabarito NBG 111/99, que estabelece os parâmetros urbanos do SHTq 2. Os demais 10% de área de lote foram previstos também como áreas permeáveis. Dada essa configuração, na área interna aos lotes, foi considerado o CN de 77.

No que se refere à tipologia dos espaços públicos – vias e calçadas – que delimitam a parcela simulada, foram considerados dois tipos de calçada com dimensões variadas. As informações dos elementos dos espaços públicos também foram retiradas do projeto urbanístico elaborado pela Terracap. Na tabela 2, são apresentados os parâmetros utilizados na simulação deste cenário:

Tabela 2: Parâmetros para simulação cenário 2 – projeto Terracap

ELEMENTO	DIMENSÃO	CN UTILIZADO
VIA COLETORA	7,00 m	98
VIA LOCAL	7,00 m	98
CALÇADA TIPO 1	5,00 m	98
CALÇADA TIPO 2	3,00 m	98
PARÂMETRO		CN UTILIZADO
OCUPAÇÃO UNIFAMILIAR COM ÁREAS VERDES		77

Fonte: Elaboração das autoras.

Para o cenário 3, foram explorados os critérios apresentados no estudo da primeira parte do capítulo. Os lotes, as vias e as calçadas propostos pela Terracap foram removidos e substituídos por projeções multifamiliares, por áreas verdes públicas, por vias e calçadas com novas dimensões e por áreas para estacionamento.

A composição desse cenário, além de levar em consideração as proposições do urbanismo sensível à água, procurou dialogar com a linguagem urbanística do projeto de Brasília, pois se trata de uma área que se insere no Plano Brasília Revisitada, proposto por Lucio Costa, em 1987. Houve, porém, releitura do Urbanismo Modernista à luz da atualidade, com as preocupações da ecologia urbana.

Dessa forma, utilizou-se o padrão de blocos e de amplos espaços verdes semelhantes às superquadras, que mesmo seus críticos consideraram um ambiente residencial acolhedor. Foram consideradas, para a área simulada, seis projeções, cada uma com seis pavimentos. Outra condição se refere à previsão de três apartamentos por andar, com média de 300 m² (incluídas as circulações verticais), o que dá um total de 108 famílias, com uma população de 432 pessoas.

A substituição de ocupação unifamiliar para multifamiliar, a redução da largura de vias locais e de calçadas ocasionaram o aumento das áreas

permeáveis e também da densidade populacional em relação ao cenário 2 proposto pela Terracap, que possui apenas 33 famílias, com total de 132 habitantes na mesma parcela estudada. As alterações também ocorreram para o tipo de pavimento das calçadas, das vias coletoras, dos locais e dos estacionamentos, quando foram considerados pavimentos com maior permeabilidade, o que levou à alteração do CN, como apresentado na tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros para simulação cenário 3 – urbanismo sensível à água

ELEMENTO	DIMENSÃO	CN UTILIZADO
VIA COLETORA	7,00 m	98
VIA LOCAL	7,00 m	76
CALÇADA TIPO 1	5,00 m	76
PARÂMETRO		CN UTILIZADO
OCUPAÇÃO MULTIFAMILIAR COM ÁREAS VERDES		77
ESTACIONAMENTOS		76

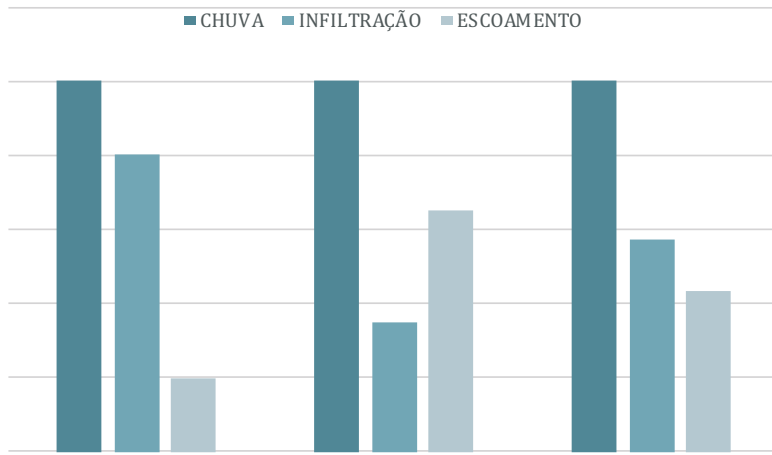
Fonte: Elaboração das autoras.

4.3.2 Resultados das simulações

As simulações foram efetuadas utilizando uma chuva de projeto com duração de 24 horas, com intervalos a cada cinco minutos. O TR adotado foi de dez anos e está em consonância com o que estabelece o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU). A lâmina total precipitada, com a duração de 24 horas de chuva, foi de 97,57 mm.

No gráfico 1, são apresentados os resultados do escoamento superficial da infiltração e da chuva simulada para os três cenários. Percebe-se que o cenário 3, parcelamento sensível à infiltração, teve uma infiltração de 57,04% e parcelamento padrão Terracap 21,98% menor, totalizando 35,06% da precipitação.

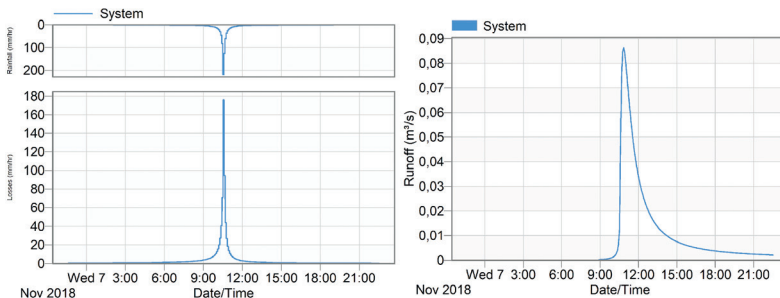
Gráfico 1: Percentual escoamento superficial, infiltração e chuva simulada



Fonte: Elaboração das autoras.

Com base na análise dos hidrogramas de perdas por infiltração e por escoamento superficial do cenário 1 – parcela com terreno natural não urbanizado –, pode ser verificado, conforme gráfico 2, o comportamento no período de pré-urbanização, o qual gera, durante o maior pico da precipitação, um escoamento superficial de aproximadamente 0,085 m³/s ou 19,72% do total da precipitação. Esses dados indicam que quase a totalidade da chuva precipitada foi infiltrada.

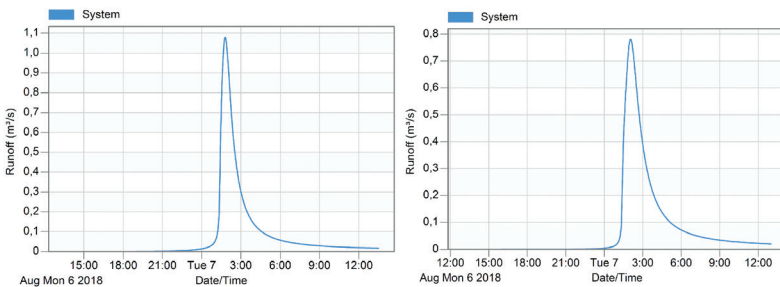
Gráfico 2: Hidrograma perdas por infiltração e escoamento superficial do cenário 1 – parcela com terreno natural



Fonte: Elaboração das autoras.

Na comparação entre os cenários 2 e o 3, verifica-se não apenas que este último gera um escoamento superficial bem menor, mas também que esse escoamento tem menor pico de vazão e maior tempo de concentração. Conseqüentemente, aproxima-se do cenário pré-urbanização e tem as chances de alagamento, de perda de recarga e de impactos negativos sobre os corpos hídricos adjacentes reduzidas, como se vê no gráfico 3.

Gráfico 3: Hidrogramas escoamento superficial dos cenários 2 e 3



Fonte: Elaboração das autoras.

Considerações finais

A avaliação metodológica de padrões morfológicos de ocupação urbana frente ao desempenho de infiltração e de escoamento exposta no presente trabalho é uma fase inicial da articulação entre uso e ocupação do solo com base na abordagem do urbanismo sensível à água. Os estudos e a metodologia desenvolvidos possibilitam tornar claras as interfaces e as estratégias a serem utilizadas para que os padrões urbanísticos sejam implementados, a fim de proporcionar soluções integradas à natureza e viabilizar a urbanização em áreas de recarga de aquíferos.

As simulações realizadas se referem à capacidade de mitigação do escoamento somente frente à adoção do que se denominou *padrão resiliente* de ocupação urbana. Deve-se ter em conta que se podem acrescentar essas análises utilizando as técnicas compensatórias de drenagem urbana circular ou de infraestruturas verde e azul, as quais já se

mostraram, em estudos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa – alguns relatados neste livro –, eficientes e capazes de impulsionar o aumento da infiltração em áreas urbanizadas por meio da captação do escoamento superficial não captado pela rede de drenagem tradicional.

Outra abordagem a ser adotadas se refere às técnicas de manejo do solo, em especial, da redução da compactação e/ou da adoção de pavimentos permeáveis onde se fizer necessária a pavimentação. Por fim, o estudo aponta serem viáveis as mudanças dos paradigmas de uso e de ocupação do solo e de drenagem correntes com a utilização de soluções que potencializem a capacidade de infiltração das águas, o que contribuirá para melhores qualidade de vida, ambiental e cidades.



Saída

Entrada

Atendimento ao Cliente

Ilha de Atendimento

Ali nem achei de falar,
e em mim e a estava arrependido com
Grande Sertão Veredas, não
que essencial. Não pertu



Parte III



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantenerse dentro del espacio de espera de la estación de espera y no salir hasta que el personal de la estación le indique lo contrario.

oda
& Rosa



5


Capítulo 5

Articulação entre proteção ambiental e urbanização: estudo da ARIE JK no Distrito Federal

Anna Carollina Palmeira
Tatiana Chaer

Introdução

O regramento do parcelamento e do uso do solo de forma compatível com suas características físicas e bióticas é tema recorrente nas discussões sobre as interfaces entre cidade e natureza. Sua desconsideração causa muitos dos impactos ambientais negativos da urbanização.



Quando se trata de áreas urbanas localizadas no entorno de unidades de conservação, torna-se ainda um fator primordial para garantir a preservação da área e dos serviços ambientais que esse mesmo espaço presta à cidade.

Contudo, é comum a percepção de que há antagonismos entre as visões ambiental e urbana, seja nas formulações teóricas sobre sociedade e natureza, seja na construção das políticas públicas ou, ainda, nas práticas de planejamento e de gestão urbanas. Os conflitos que resultam do disciplinamento das áreas protegidas e do tecido urbano em que estão inseridas em muito decorrem da justaposição de instrumentos originados de lógicas e de bases conceituais diferentes, que distinguem a política urbana e a política ambiental (RIBAS, 2003; BATISTELA, 2007).

A questão ambiental urbana é colocada em evidência, principalmente, nas regiões menos desenvolvidas e com rápido crescimento, onde a face negativa da urbanização se faz à custa de pressões sobre os recursos naturais associados à baixa capacidade de investimentos públicos e a outras negligências. Uma das características dessa urbanização se refere à sua expansão horizontal e fragmentada, em ritmo ainda mais acelerado do que o da população urbana em geral, ocupando vastos territórios e gerando impactos diretos sobre a conservação dos recursos naturais. Estudo feito pela ONU (2016) com uma amostra global de 120 cidades mostra que: *i*) entre 1990 e 2000, enquanto a população cresceu a uma taxa de 17%, a mancha urbana cresceu a uma taxa de 28%; e *ii*) por volta de 2030, a população urbana dos países em desenvolvimento vai dobrar, enquanto a área ocupada pelas cidades nesses mesmos países poderá triplicar. Esse cenário traz à tona, sob a perspectiva da proteção ambiental, os estudos que contrapõem as concepções urbanísticas expressas pelos modelos de cidade compacta e de cidade dispersa.

Nesse contexto, Jenks e Burgess (2000, p. 10) destacam a insustentabilidade do modelo de crescimento disperso – comum aos processos de urbanização em países menos desenvolvidos –, frente aos fatores positivos da cidade compacta. Esse modelo tem se mostrado mais viável em vários sentidos, especialmente, ao favorecer conservação de

recursos – de energia, de espaço e de paisagem – e menor impacto ambiental, sobretudo, no que diz respeito à notável emissão de carbono provocada pelo uso intensivo do automóvel em modelos dispersos.

O panorama apresentado corrobora a ideia da necessidade de convergência entre o tema ambiental e o tema urbano, pois não deixa dúvidas quanto às implicações diretas entre forma de crescimento e pressão sobre recursos naturais, sabidamente finitos em sua maioria. Efeitos negativos, como os expostos, já são facilmente observáveis em diversas cidades brasileiras, o que evidencia, na prática, a necessidade de revisão dos modelos de ocupação e de integração entre paisagem natural e antrópica no âmbito das cidades.

Assim, a relação de mediação entre cidade e seus conflitos ambientais só poderá estabelecer-se mediante a adoção de novos arranjos a serem construídos com participação social, mas sempre amparados por instrumentos de gestão, por métodos e por técnicas, como forma de orientar as estratégias capazes de garantir a proteção do que de fato possui relevância em termos ambientais, atribuindo, para isso, usos urbanos compatíveis com as especificidades de cada local.

1 Espaço urbano e preservação ambiental: principais desafios e potenciais interfaces

O potencial de articulação entre diferentes campos do conhecimento aliado ao uso equilibrado dos recursos tem cabido nos entendimentos em torno do conceito da *sustentabilidade*. Acselrad (1999, p. 80) destaca que diversas matrizes teóricas estão associadas à noção de sustentabilidade, em um conjunto que envolve valores, como eficiência, escala, equidade, autossuficiência e ética, em que cada qual se inter-relaciona a áreas, como economia, mercado, justiça, ecologia, sociologia, entre outras.

Nessa perspectiva, o termo *sustentabilidade* vem ocupando o cerne de várias arenas de discussões, tendo como ponto de partida a publicação do Relatório Brundtland, em 1987. Ao longo de mais de três décadas, o conceito foi sendo apropriado e absorvido pelos mais variados

setores, mas sua legitimação ainda requer critérios e estratégias para aplicações mais concretas.

A efetiva operacionalização da sustentabilidade urbana demanda políticas e planos fundados em conhecimento técnico e em participação social, de forma a definir instrumentos que, com base no real comprometimento da sociedade, encontrem formas de garantir sua efetivação. Não se trata da apreensão de novos conhecimentos, mas da aplicação, de forma alternativa, do arcabouço teórico, conceitual, técnico e legal dos diferentes componentes da sustentabilidade para, então, abordar os problemas sob um ponto de vista mais holístico.

É certo que a noção de cidade sustentável foi mais absorvida no âmbito das discussões teóricas e do discurso político do que na prática. Um dos principais entraves à incorporação definitiva do tema às práticas intrínsecas ao desenvolvimento urbano reside na necessidade de uma tradução em termos operativos, sem a qual incorre um vazio conceitual, verificado na maioria das referências a cidades sustentáveis (BEZERRA, 2010).

A referida tradução deve considerar as especificidades locais, o que significa que as recomendações dadas e as diretrizes propostas devem decorrer de relações entre os níveis local e global. Foi com base nesse entendimento que vários autores (ACSELRAD, 1999; BOLUND; HUNHAMMAR, 1999; SACHS, 1993; BOOTH, 1991) abordaram a questão da sustentabilidade nas múltiplas escalas, buscando uma aplicabilidade que integrasse as diferentes dimensões, ou seja, um conjunto de preocupações que remetam à natureza do espaço urbano como um todo. Sachs (1993) define que a escolha não está entre desenvolvimento e meio ambiente, mas entre formas de desenvolvimento sensíveis ou não à questão ambiental. Essa é uma afirmação que caracteriza as decisões necessárias à reconversão das cidades rumo à sustentabilidade.

Essa forma de articular as necessidades urbanas com a proteção ambiental só será possível por meio de métodos e de instrumentos de gestão urbana e ambiental que deixem claro, para a população que vive no entorno de áreas de proteção ambiental, a complementaridade que

cidade e natureza possuem. O conceito de *serviços ecossistêmicos*¹ é um aliado para promover esse entendimento. Isso é essencial para dar concretude ao discurso da cidade sustentável e é sobre esse tema que se debruça este presente estudo.

1.1 Instrumentos de mediação de conflito entre a ocupação urbana e a preservação ambiental

No âmbito legal, existem instrumentos que visam a ordenar os usos de áreas urbanas e de áreas de preservação ambiental, como no caso do zoneamento de uso e de ocupação do solo urbano do Plano Diretor Municipal e do zoneamento ambiental do Plano de Manejo² da respectiva unidade de conservação. Essa ordenação está prevista no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Lei nº 9.985/2000.

Todavia, deve-se levar em consideração que, em função de as normativas ambientais e urbanas terem sido concebidas em tempos e com objetivos distintos (RIBAS, 2003), a tendência foi uma separação no tratamento de seus respectivos territórios. A transição entre essas áreas (urbana e de proteção ambiental) se tornou, na maior parte dos casos, “zonas cinzas”, onde o tratamento necessário à preservação não está presente no zoneamento urbano e vice-versa, uma vez que o zoneamento ambiental também não considera as necessidades da cidade no que se refere ao uso de áreas verdes – para recreação, por exemplo – ou mesmo ao acesso a recursos hídricos.

Pode-se definir *zoneamento*, no geral, como uma técnica ou ferramenta do planejamento que tem como objetivo delimitar, geograficamente, áreas territoriais, visando a estabelecer regimes especiais de intervenção, de posse, de uso, de ocupação e de gozo da propriedade (CPRH, 2010).

¹ Serviços que a natureza presta e que são necessários ao funcionamento da cidade: água e ar puro, por exemplo.

² O art. 27 do SNUC define o Plano de Manejo como um documento técnico que estabelece o zoneamento e as normas norteadoras dos usos da UC e inclui medidas que favoreçam a promoção da integração da unidade de conservação à vida econômica e social das comunidades adjacentes.

É uma das normas que divide o território em zonas, podendo determinar usos, atividades permitidas e proibidas, entre outros, além de ser uma ferramenta aplicada a várias disciplinas de base territorial. São previstos, na legislação brasileira, vários tipos de zoneamentos, tais como: urbano, industrial, rural, entre outros (BATISTELA, 2007). Os processos de definição de zoneamentos envolvem diagnósticos de aspectos variados. Com base em uma caracterização, identificam-se os potenciais e as vulnerabilidades de um determinado território. Interessam, para este estudo, a compreensão do zoneamento urbano e do zoneamento ambiental e a busca do potencial de aproximação desses dois instrumentos.

O zoneamento urbano, além da divisão do território urbano em áreas destinadas a diferentes naturezas de uso, define regras de ocupação por meio de coeficientes, de taxas, de recuos e de afastamentos da edificação. Reclamam sobre essa forma de zoneamento algumas críticas em relação à desconsideração de recursos ambientais do território e à constituição de regras que são de custo social incompatível com a estrutura econômica das cidades onde são estabelecidas. No que toca às unidades de conservação, observa-se que essas são consideradas no zoneamento urbano, mas não integradas ao tecido, o que, muitas vezes, significa colocá-las sob pressão dos usos de seu entorno.

De forma análoga, o zoneamento ambiental define, para as unidades de conservação, uma gradação de zonas com normas específicas baseadas em seus atributos e peculiaridades ambientais. O instrumento constitui-se no estudo de um conjunto de informações no qual predomina a lógica de funcionamento dos ecossistemas. Apesar de a necessidade de diálogo com o entorno constar na legislação e de essas zonas de amortecimento contarem com a participação social, na maioria das vezes, são-lhes estabelecidas regras de restrição semelhantes àsquelas do interior da unidade de conservação. Esse posicionamento tem gerado conflitos entre as lógicas de gestão territorial dos campos urbano e ambiental (BEZERRA, 2010). Em que pese possíveis críticas à aplicação do zoneamento ambiental no tocante à consideração das fragilidades do território, ele tem grande potencial de subsidiar o processo de definição de usos e de ocupação do solo do zoneamento urbano.

Foi nessa perspectiva que o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257/2001, previu sua aplicação, apesar de não o haver regulamentado como obrigatório para a realização do Plano Diretor Urbano. O referido instrumento tem potencial preventivo de acompanhar o desenvolvimento econômico e social com vistas ao estabelecimento de um diálogo entre os objetivos de proteção da qualidade do meio ambiente e ao atendimento das demandas socioeconômicas da população. Representa também potencial para internalizar os condicionantes ambientais na dinâmica urbana (BATISTELA, 2007).

Esse pressuposto se vale da condição de um zoneamento ambiental que estabeleça zonas de maior ou de menor fragilidade ambiental explicitando suas potencialidades e vocações (BEZERRA, 2010). Entretanto, na prática, tanto os zoneamentos oriundos dos Planos de Manejo, quanto os zoneamentos estabelecidos pelo Plano Diretor estabelecem categorias de usos do solo imbuídas de recomendações e de restrições, gerando sobreposições significativas. Esses conflitos mencionados ocorrem, em grande medida, nas regiões urbanas limítrofes às áreas de proteção, uma vez que um dos objetivos do Plano de Manejo de uma unidade de conservação é também disciplinar as zonas de amortecimento e os corredores ecológicos que transpassam a unidade de conservação e, naturalmente, avançam na área urbana. Ao definir usos, o zoneamento ambiental estabelece, em muitos casos, orientações contrárias ao zoneamento de uso e de ocupação do solo.

A despeito dos possíveis impasses, o potencial desse instrumento deve ter em conta as seguintes questões que conduzem as investigações aqui apresentadas: *i*) como estabelecer parâmetros urbanísticos que permitam a urbanização, o adensamento e a expansão urbana das áreas próximas das unidades de conservação ao mesmo tempo que favorecem sua proteção? *ii*) como identificar zonas de usos e de atividades compatíveis, nos pontos de vista urbano e ambiental, com base no estudo das características ambientais relevantes e na compatibilidade entre as legislações ambiental e urbana? *iii*) quais seriam as diretrizes direcionadas a essas atividades capazes de promover a integração ambiental-urbana ao mesmo tempo que evitam, de alguma forma, as pressões urbanas?

1.2 Métodos de zoneamento que articulam as fragilidades e o uso potenciais do território

No âmbito do planejamento ambiental, predomina uma visão mais integradora entre natureza e cidades. Ela conta com metodologias de diagnóstico do território desenvolvidas e aprimoradas ao longo das últimas décadas, desde meados no século passado.

O planejamento ambiental surgiu nos Estados Unidos da América e decorre do Movimento Conservacionista Americano, ocorrido entre 1850 a 1920. Advogava a necessidade de levar os valores ambientais para o uso do solo e o manejo dos recursos naturais. Assim, o planejamento ambiental aplicado às decisões de ocupação urbana estabeleceu métodos cartográficos que pudessem orientar o urbanismo. Ademais, inaugurou instrumentos e técnicas que permitem articular o meio construído com a paisagem natural e, dessa forma, estabelecer zoneamentos que levam em consideração as fragilidades ambientais do lugar.

Os princípios que o norteiam se valem da manutenção do ciclo ecossistêmico, da integração entre aspectos humanos e naturais e da minimização de impactos do desenvolvimento urbano sobre recursos naturais. Tem, como um dos principais expoentes, o paisagista Ian McHarg (1995), cuja obra tem especial interesse para este estudo. A metodologia do autor parte dos levantamentos territoriais de sistemas naturais, construídos, socioculturais, cujas interpretações e análises permitem definir usos do solo apropriados às sensibilidades ambientais. McHarg utilizou métodos cartográficos que tornaram possível integrar as informações e elaborar mapas derivados, referentes à capacidade de uso do solo ou às áreas de conflito e de restrições de uso.

O processo denominado *suitability analysis*, componente dessa metodologia, por meio da sobreposição ou da combinação de mapas temáticos, busca identificar as limitações e as oportunidades de usos potenciais das áreas de análise. Um dos principais destaques do procedimento é a noção dos usos complementares do solo, ou seja, zonas que possibilitem mais do que apenas um só uso adequado a áreas com diferentes necessidades ou possíveis conflitos com a natureza.

Os desdobramentos do trabalho de McHarg constituem a base para outros métodos que utilizam seus fundamentos para análises de casos específicos, como o caso da Análise de Risco Ecológico. O procedimento de investigação da análise de risco baseia-se em avaliações sobre o potencial natural para tipos diferentes de usos e sobre o impacto desses usos no meio (BACHFISCHER, 1978 *apud* FARIA, 2004). Isso porque permite identificar graus de intensidade de danos potenciais, com aplicação de diferentes indicadores, a depender dos tipos de análises almejadas. A sobreposição dessas informações ou a somatória das intensidades também permite a espacialização da avaliação, resultando em mapas de risco ou de susceptibilidades.

Essa abordagem do método geral do planejamento ambiental permite direcionar as ocupações e os usos às zonas intrinsecamente apropriadas, sem riscos ambientais (deslizamentos, inundações etc.) para a população e sem perda dos processos naturais. Dessa forma, consideram-se os principais processos naturais e suas interações para decidir até que ponto esses processos facilitam ou impossibilitam determinados tipos de uso do solo.

A metodologia do planejamento ambiental possui desdobramentos técnicos e procedimentais com impactos diretos sobre a teoria e as práticas de planejamento urbano que advogam preocupações com o meio ambiente. Para o presente estudo, os procedimentos inaugurados por esse método representam a oportunidade de promover a interlocução entre meio e ocupação, traduzida em diretrizes objetivas que possam, de fato, conduzir o desenvolvimento urbano em sintonia com os limites impostos pelas condições de funcionamento dos ecossistemas.

2 Estudo dos usos de articulação entre áreas urbana e de preservação: o caso da ARIE JK no Distrito Federal

Existe uma pressão considerável sobre os recursos ambientais do Distrito Federal (DF), que conta com aproximadamente 5.802 km² e mais de 32 núcleos urbanos – em sua maioria, inseridos em unidades de conservação. É a unidade da federação com o maior percentual de

áreas protegidas, uma vez que aproximadamente 92% de seu território possui algum tipo de proteção legal. São, no total, quatro áreas de proteção ambiental distritais (APA), duas áreas de proteção ambiental federais, 11 áreas de relevante interesse ecológico (ARIE), quatro reservas ecológicas, duas estações ecológicas, um monumento natural e diversas outras unidades de conservação que se distribuem dentro das categorias de Parques Ecológicos, Reservas Biológicas e Unidades de Uso Sustentável (IBRAM, 2018).

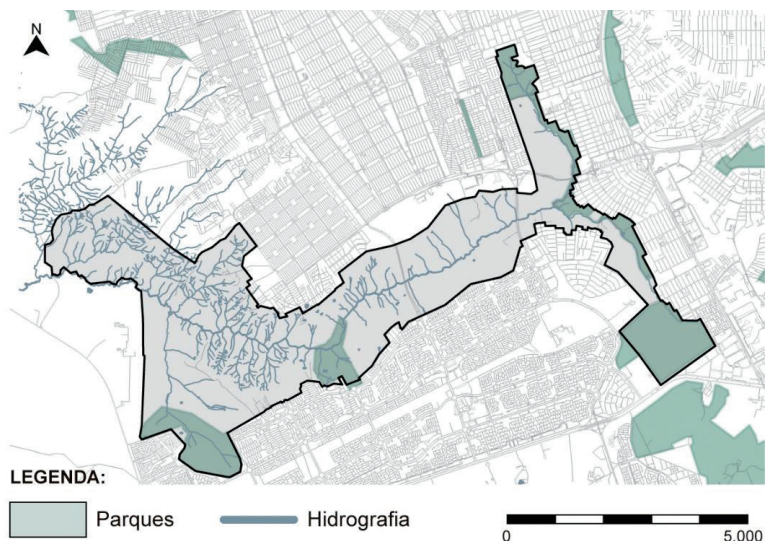
2.1 Caracterização da área de estudo e suas pressões urbanas: ARIE JK

A ARIE JK, criada pela Lei nº 1.002, de 2 de janeiro de 1996, está inserida no maior aglomerado urbano do DF, integrando as regiões administrativas de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia. Essas regiões, juntas, correspondem a, aproximadamente, 33,15% da população total do DF. Totalizava 966.388 habitantes no ano de 2015 (CODEPLAN, 2015).

Por conter as áreas remanescentes do cerrado e a bacia do ribeirão Taguatinga, desde as nascentes dos córregos Cortado e Taguatinga, até a confluência com os córregos do Valo e Gatumé, a ARIE JK possui grande relevância ambiental. Inseridos na ARIE JK, encontram-se seis parques: o Parque Boca da Mata, o Parque Três Meninas, o Parque Saburo Onoyama, o Parque Metropolitano, o Parque Gatumé e o Parque Cortado. No Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal (PDOT-DF),³ estão identificados conectores ambientais do território que passam a área, o que pode ser visto nas figuras 1 e 2.

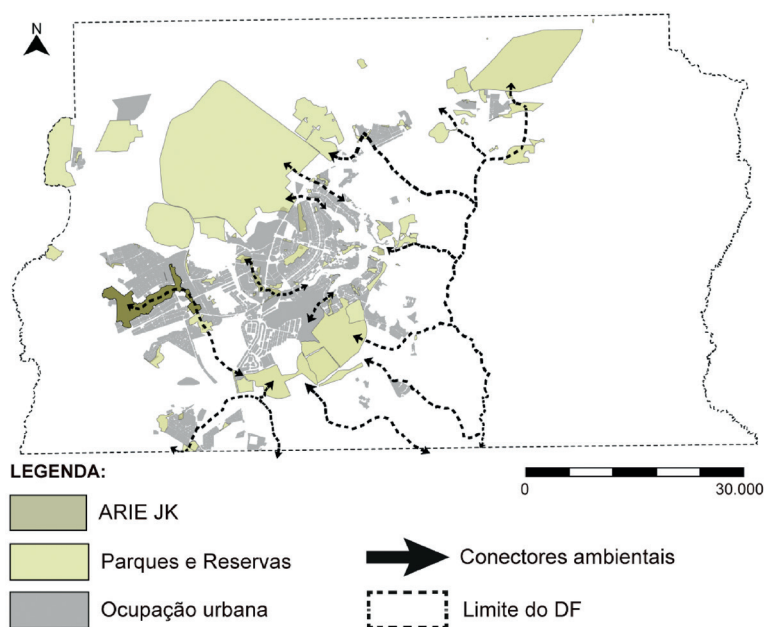
³ Lei Complementar nº 803, de 25 de abril de 2009, com alterações decorrentes da Lei Complementar nº 854, de 15 de outubro de 2012.

Figura 1: Parques inseridos na ARIE JK



Fonte: Elaboração das autoras.

Figura 2: Conectores ambientais do DF

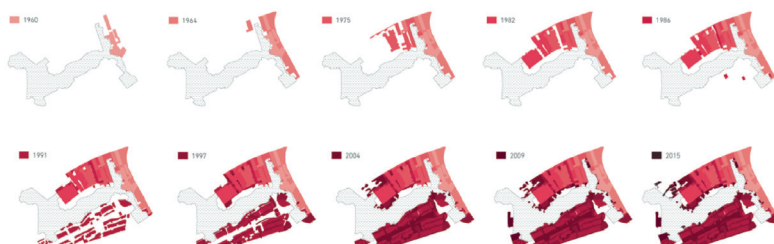


Fonte: Elaboração das autoras.

Por conter tal patrimônio ambiental e por estar inserida em uma área fortemente urbanizada, a ARIE JK sofre grande pressão antrópica, o que resulta na degradação de parte de seus recursos naturais. Essas pressões se fazem sentir nas ocupações irregulares, tais como: invasões para fins habitacionais, atividades irregulares de prestação de serviço (pequenas oficinas) e adulteração da destinação das antigas chácaras. Existem ainda atividades de desmatamento para práticas agropecuárias, queimadas, supressão da mata ciliar, lançamento de resíduos sólidos e de drenagem sem os devidos amortecimentos.

Com o decorrer do tempo, os limites entre a ARIE JK e as áreas lindeiras assistiram a um crescimento acentuado das ocupações urbanas, como se pode verificar na figura 3.

Figura 3: Evolução da ocupação na ARIE JK (1960 – 2015)



Fonte: Palmeira (2017, p. 43).

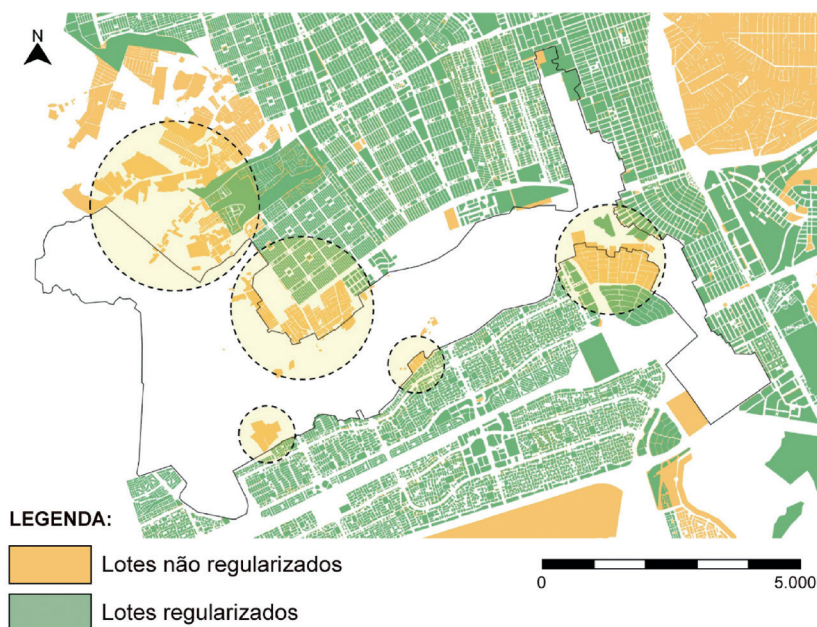
Sua poligonal sofreu sucessivas alterações ao longo do tempo por conta, principalmente, dos processos de regularização fundiária das situações de ocupações irregulares com maior grau de consolidação nas áreas adjacentes à ARIE. A Lei Complementar nº 885, de 24 de julho de 2014, retificou a poligonal da ARIE, atribuindo-lhe uma compensação em área em função de exclusão de uma área então ocupada por assentamentos irregulares.

A alteração da poligonal, todavia, não implica alteração das condições de fragilidade ambiental da área retirada ou atribui maior relevância àquela incorporada em detrimento da área suprimida como consequência das ocupações. Além dos ajustes já realizados com a consolidação

da nova poligonal aprovada em 2014, ainda incidem, sobre a área, diretrizes do PDOT-DF de 2012, que estabelecem a regularização fundiária e outros assentamentos irregulares inseridos na ARIE, o que pode ser verificado no mapa ilustrado pela figura 4.

As diretrizes urbanas mencionadas, embora se justifiquem pelo atendimento às demandas da ocupação, não expressam as necessidades de preservação ambiental da ARIE JK. Isso porque é possível verificar que, em grande medida, acaba por predominar a ocupação urbana em relação aos atributos naturais. O estudo dos zoneamentos das áreas urbanas do entorno da ARIE JK e de seu Plano de Manejo pode ajudar a entender até que ponto é possível uma contabilização entre os interesses ambientais e urbanos.

Figura 4: Relação dos lotes regularizados e não regularizados (PDOT-DF)



Fonte: Elaboração das autoras.

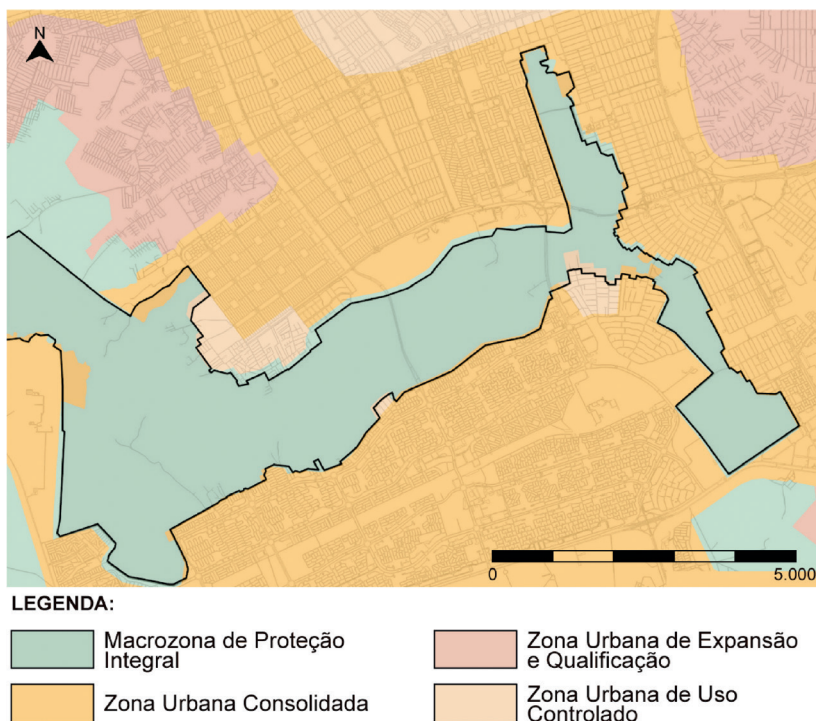
2.2 Zoneamento ambiental da ARIE e de uso do solo das áreas urbanas de seu entorno

No que se refere aos regramentos urbanísticos, a área possui instrumentos de diferentes épocas e naturezas que nem sempre dialogam entre si. Isso, por si só, já seria um problema de gestão urbana antes mesmo que o tema da gestão ambiental da área fosse tratado. Por conta de sua localização, a região está sob a jurisdição de três regiões administrativas (Taguatinga, Ceilândia e Samambaia), que definiram seus Planos Diretores Locais (PDL)⁴ entre os anos 1990 e 2000, com seus respectivos zoneamentos. O PDOT-DF (2012), por sua vez, considerou, em seu zoneamento, as três regiões administrativas. Mais recentemente, em 2019, foi definida a Lei de Uso e Ocupação do Solo de todo o DF, que também contempla a área estudada.

Os PDL de Taguatinga, de Ceilândia e de Samambaia definem o entorno da ARIE *Zonas Urbanas de Dinamização*. O PDOT estabelece, para a área interna da ARIE, uma Macrozona de Proteção Integral com áreas de consolidação de interesse ambiental e áreas rurais denominadas *rurais remanescentes*. Para o entorno da ARIE, ver figura 5. Definem-se a Zona Urbana Consolidada, a Zona de Uso Controlado e a Zona de Expansão e Qualificação. Não se delimitam, portanto, zonas de transição e nem se estabelecem diretrizes capazes de promover a interação das áreas ocupadas com a proteção ambiental.

⁴ O PDL de Ceilândia foi implementado pela Lei Complementar nº 314 de 1º de setembro de 2000; o PDL de Samambaia, pela Lei Complementar nº 370 de 2 de março de 2001; e o PDL de Taguatinga, pela Lei Complementar nº 90, de 11 de março de 1998.

Figura 5: Zoneamento urbano (PDOT-DF)



Fonte: Palmeira (2017, p. 53).

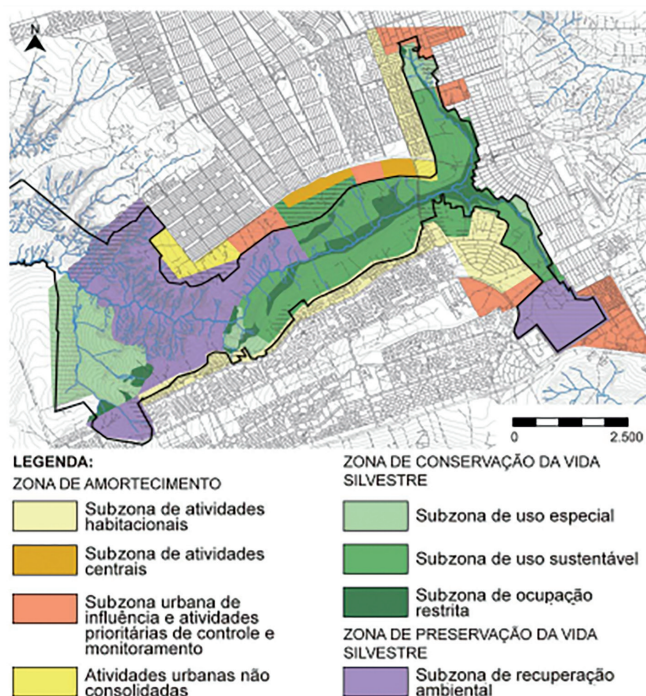
É importante ressaltar que, no âmbito do zoneamento estabelecido pelos PDL, está prevista a consolidação urbana de determinados setores e sistemas de circulação e de transporte, tais como a consolidação do Centro Metropolitano, do Corredor de Atividades, da Perimetral Verde, das Áreas de Desenvolvimento Econômico e dos subcentros urbanos.

Uma estratégia utilizada, aparentemente para proteção ambiental, foi a criação da Zona Rural Remanescente, incorporada tanto pelo PDOT de 1997, como por sua versão revisada de 2012. A ocupação rural pressupunha a preservação dos recursos naturais, especialmente, dos cursos d'água e das matas de galeria. A estratégia da definição da área rural foi mantida, mesmo mediante os processos de ocupação urbana que ocorreram e/ou sem uma avaliação de sua eficácia.

Por sua vez, o Plano de Manejo e o zoneamento ambiental da ARIE JK foram estipulados em 2005. Entre seus principais objetivos, estão: a consideração da regularização fundiária urbana, a proteção dos sítios de interesse arqueológico, a recuperação das áreas degradadas e a consolidação dos parques inscritos no interior da ARIE. Outro objetivo relevante se refere à integração entre unidade de conservação e seu entorno por meio da adequação das legislações urbana e ambiental à Zona de Amortecimento, na tentativa de minimizar os conflitos já estabelecidos entre os âmbitos urbano e ambiental, conforme figura 6.

A Zona de Amortecimento definida pelo Plano de Manejo considerou a inserção na bacia hidrográfica e estabeleceu ainda outras três zonas, a saber: de Conservação, de Preservação e de Uso Especial. Assim, a Zona de Amortecimento será o principal objeto de análise nesse estudo.

Figura 6: Zoneamento ambiental (Plano de Manejo – ARIE JK)



Fonte: Palmeira (2017, p. 53).

A definição dos limites das zonas de amortecimento considerou as características das áreas de entorno da unidade, algumas ainda pouco consolidadas, de modo a assegurar baixa ocupação e uso controlado, buscando, assim, garantir a preservação das condições ambientais da ARIE. Nessa perspectiva, foram determinadas quatro tipologias de Zonas de Amortecimento (figura 6), que compreenderam os aspectos: *i*) atividades habitacionais consolidadas – manutenção das atuais condições de ocupação e de características estritamente habitacionais, com restrições de adensamento e com controle ambiental das atividades permitidas; *ii*) atividades urbanas não consolidadas – manutenção de baixa densidade de ocupação e de possibilidade de usos urbanos (habitacionais, comerciais e institucionais) com restrições de adensamento; *iii*) atividades centrais – previsão de atividades de caráter institucional adequando-as às necessidades de preservação da ARIE. Proposta de localização do Parque Metropolitano; *iv*) atividades prioritárias de controle e de monitoramento – áreas com atividades institucionais de porte e atividades industriais, em sua maioria, no entorno dos parques Boca da Mata, Cortado e Gatumé, com necessidade de controle e de monitoramento prioritários.

Enquanto o zoneamento urbano não distingue as zonas de borda da ARIE e não estabelece critérios específicos para a transição entre cidade e natureza, o zoneamento ambiental constante do Plano de Manejo trata o conjunto das três cidades inseridas na bacia como um único conjunto e analisa suas pressões sobre a ARIE. Como se pode observar, trata-se de dois instrumentos apartados e concorrentes entre si, cujas definições de zonas são conflituosas.

A Subzona de Atividades Habitacionais (do Zoneamento Ambiental), em princípio, admite os usos urbanos existentes, mas o faz com restrições de usos e de adensamentos. Expõe ainda mais os conflitos entre os zoneamentos e o Plano de Manejo e estabelece, para a zona de amortecimento, restrições em subzonas onde existem usos permitidos pelo PDL.

Mais uma vez, a pergunta que se faz é se as informações ambientais do território (solo, topografia, vegetação, hidrografia, entre outros) não poderiam subsidiar usos urbanos compatíveis com a preservação,

reduzindo as pressões pela ocupação a qualquer custo. Nesse caso, dispor-se-ia de um instrumento único de zoneamento que atendesse, de forma conjunta, às condições urbanísticas e ambientais.

3 Aplicação do método de planejamento ambiental para definição de usos urbanos compatíveis com a preservação ambiental

Para identificar os usos possíveis que atendessem às demandas socioeconômicas das áreas urbanas limdeiras à ARIE e que garantissem sua preservação, utilizou-se a combinação de alguns métodos de planejamento ambiental. Eles são apresentados na forma de procedimentos operacionais a seguir.

O primeiro procedimento consistiu na avaliação do risco de danos potenciais decorrentes das ocupações já existentes e daquelas que possam vir a existir, consideradas as pressões urbanas. Esse procedimento se valeu da análise de risco ecológico, levando-se em consideração os atributos físicos e bióticos da área em questão, tais como: aspectos geotécnicos, hidrológicos e de vegetação. Para sua consecução, aplicou-se a análise de risco baseada em Bachfischer (1978 *apud* FARIA, 2004).

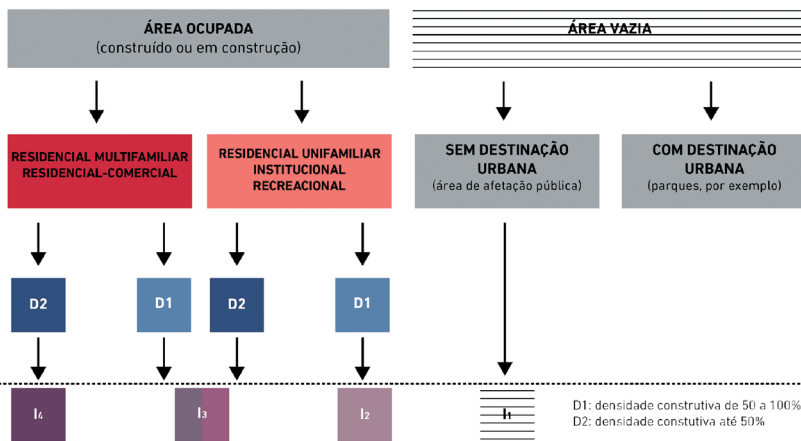
Tal método baseia-se no processo denominado *suitability analysis*, como já exposto anteriormente. Esse processo resulta em uma base para atribuições e restrições de usos urbanos, além de tornar possível o apontamento de pontos críticos, em que a solução mais adequada seria desconstituir o uso identificado no momento da análise. O método possibilita, ainda, a indicação de usos complementares do solo, ou seja, de zonas que permitem o estabelecimento de mais do que apenas um só uso.

O processo analítico se deu sobre os aspectos ambientais e de uso do solo e foi sistematizado em duas árvores de avaliação montadas com base em indicadores previamente estabelecidos sobre o comportamento dos aspectos ambientais estudados. Posteriormente, as árvores foram combinadas em uma matriz de agregação, permitindo identificar os potenciais e os riscos ambientais ou ocupacionais conforme a soma do nível de sensibilidade ambiental e da suscetibilidade a danos de cada área.

As análises referentes às ocupações urbanas lindeiras à ARIE – áreas tangentes à poligonal que configuram o recorte de estudo –, aos tipos de usos urbanos e às densidades construtivas (porcentagem de área impermeabilizada nos terrenos) foram combinadas de forma a se determinarem níveis de danos potenciais. Geraram-se, com essas informações, quatro níveis de intensidade de danos potenciais relativos à ocupação urbana.

O nível com maior potencial de danos (I4) é representado pela situação de usos residenciais multifamiliares ou comerciais – usos normalmente mais intensivos –, com taxa de impermeabilização do solo superior a 50% da área do terreno. A situação mais branda (I1), por sua vez, pode ser representada pelos terrenos sem destinação urbana – que, apesar de não oferecerem riscos no momento da análise, podem tornar-se situações de conflito caso haja ocupação irregular. A figura 7 esquematiza a categorização dos níveis explicitados.

Figura 7: Árvore de intensidade de danos potenciais relativos à ocupação urbana

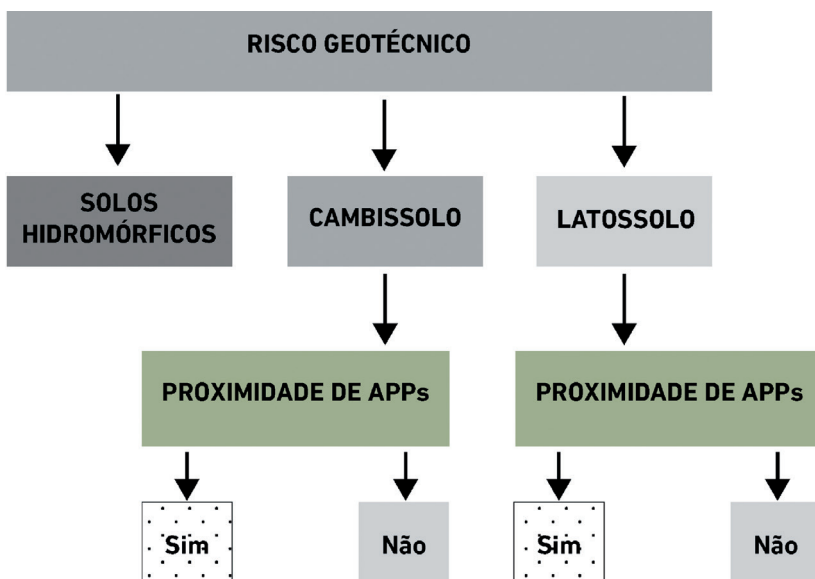


Fonte: Palmeira (2017, p. 60).

Para a análise dos atributos ambientais da ARIE JK e de suas áreas lindeiras, consideraram-se a presença ou não de áreas de influência dos recursos hídricos de superfície nas proximidades das bordas da ARIE e

os níveis de sensibilidade geotécnica (pela verificação dos tipos de solo predominantes na ARIE e nos seus arredores). A combinação desses fatores foi esquematizada na figura 8 por meio de uma árvore de sensibilidade a danos relativos à fragilidade ambiental. Posteriormente, ela gerou o mapa para a análise.

Figura 8: Árvore de sensibilidade ambiental

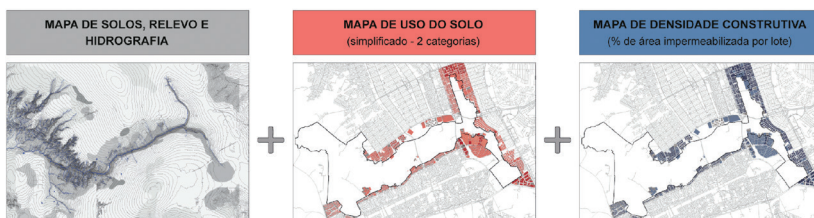


Fonte: Palmeira (2017, p. 61).

A proximidade de Áreas de Proteção Permanente (APP) e, conseqüentemente, dos recursos hídricos, foi considerada um agravante, ou seja, a essas áreas atribuiu-se um nível maior de sensibilidade ambiental na análise. No que se refere às características geotécnicas, os latossolos foram considerados menos sensíveis à ocupação, uma vez que tendem a ser homogêneos, profundos e bem drenados. No extremo oposto, os solos classificados como hidromórficos foram considerados altamente sensíveis à ocupação, uma vez que, em geral, são solos permanentemente saturados de água, o que caracteriza riscos não apenas para o meio ambiente, mas também para o estabelecimento de assentamentos urbanos ou de qualquer outro tipo de ocupação urbana.

Para aplicação do método de sobreposição de mapas, combinaram-se os níveis referentes à ocupação urbana identificados e as informações da análise de risco ecológico. Foram considerados os atributos físicos e bióticos da área em questão, tais como os aspectos geotécnicos e hidrológicos. Essa etapa resultou do cruzamento das informações por meio de duas árvores de avaliação montadas com base em alguns indicadores. Primeiro, organiza-se a sobreposição de usos do solo e de densidades construtivas, advindos dos aspectos urbanos, que indicam a intensidade de danos potenciais. A seguir, a sobreposição dos tipos de solos, de hidrografia e de relevo, que indicam os níveis de suscetibilidade ambiental a danos. O esquema representado pela figura 9 indica os mapas utilizados para aplicação do método de sobreposição.

Figura 9: Mapas utilizados no método de sobreposição

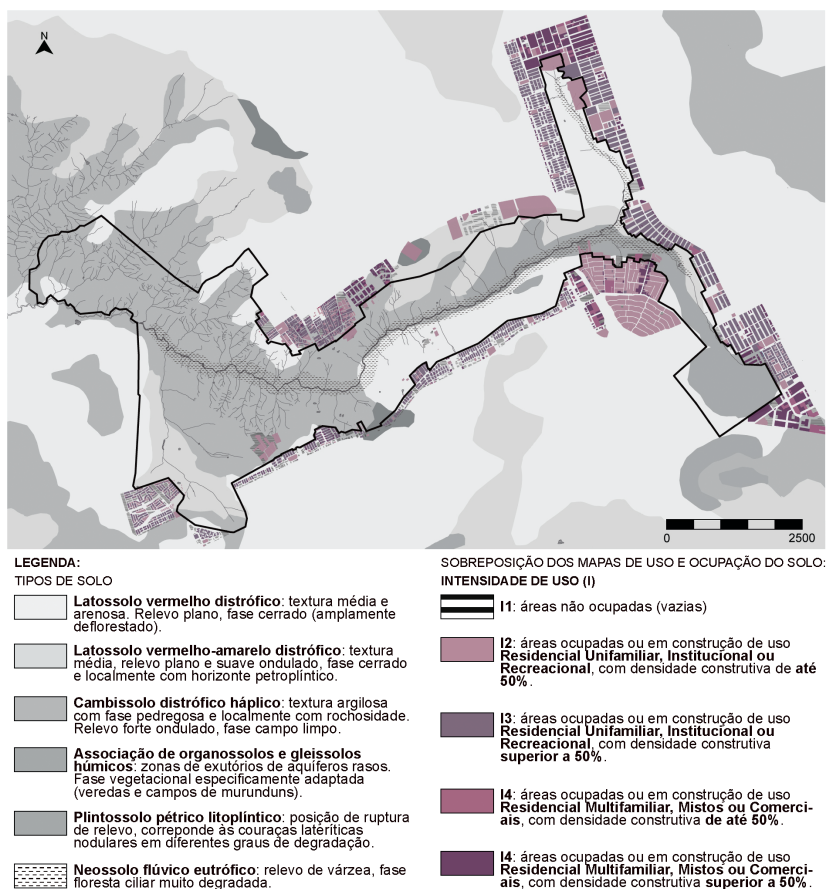


Fonte: Palmeira (2017, p. 65).

Na sequência, foi realizada a espacialização dos resultados obtidos com a aplicação dos métodos adotados: o de análise de risco e o de sobreposição de mapas. Seu resultado constituiu o Mapa de Riscos, representado na figura 10. Com ele, foi possível identificar e categorizar o nível de sensibilidade ambiental das áreas adjacentes à poligonal da ARIE em detrimento dos níveis de intensidade das ocupações urbanas nessas áreas.

A combinação desses levantamentos mostrou que as áreas adjacentes à ARIE JK possuem características muito distintas tanto em relação aos aspectos ambientais – como tipo de solo, relevo e hidrografia –, quanto em relação ao caráter das ocupações urbanas ao longo das bordas da ARIE, que configuram intensidades de uso e potenciais de danos variados, conforme indicado nas legendas da figura 10.

Figura 10: Intensidades de uso e potenciais danos

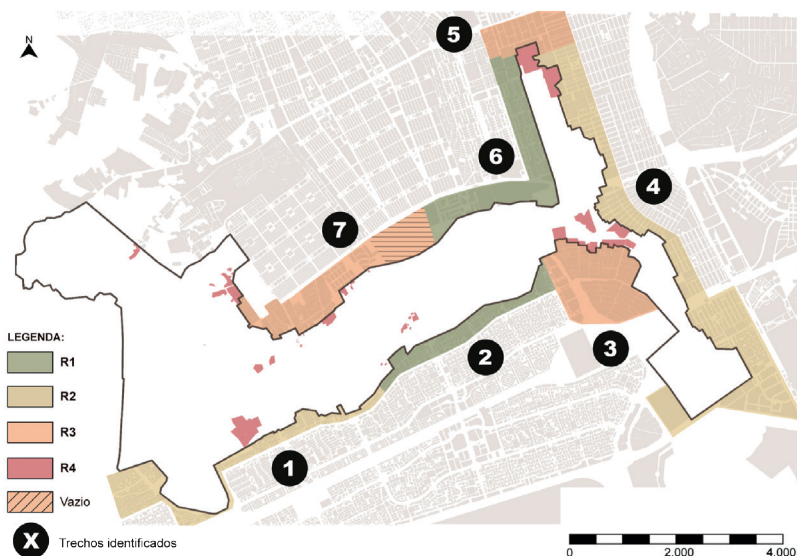


Fonte: Palmeira (2017, p. 67).

Com metodologias de planejamento ambiental, a análise realizada confirmou a discussão que fundamentou o estudo no que se refere às áreas de transição entre unidades de conservação e cidades consolidadas: são áreas não uniformes que demandam graus de proteção distintos. Tal verificação possibilitou a subdivisão das diferentes porções do território limítrofes à poligonal para os diferentes graus de suscetibilidades. Foram indicados diferentes tratamentos do ponto de vista urbano,

iniciando-se o procedimento final, qual seja, o de definir os riscos em quatro níveis, entre os quais, o mais brando foi representado pela cor verde e pela sigla R1, e o mais extremo, pela cor vermelha, de risco R4. A categorização dos níveis de risco identificados pode ser observada na figura 11, na qual se identifica também a definição de trechos de análise para a posterior adoção de diretrizes.

Figura 11: Situações de risco (níveis) e trechos de análise identificados



Fonte: Elaboração das autoras.

Com o objetivo de contribuir para a discussão aqui procedida – articular usos urbanos com proteção ambiental –, são apresentados a seguir subsídios ao planejamento urbano no que se refere a usos e a ocupações do solo e a diretrizes de sistema viário para as áreas de entorno da ARIE. A diretriz geral adotada tomou como premissa maior a integração urbano-ambiental em áreas de menor sensibilidade ambiental e de maior segregação em áreas de maior sensibilidade ambiental.

3.1 Possibilidades de usos compatíveis de natureza ambiental e urbana

A configuração e a espacialização do estudo consideraram duas estratégias: uma de sistema viário – que incluiu a proposta de uma via paisagística de delimitação da ARIE ao longo de toda sua extensão – e outra de uso e de ocupação do solo, ambas ordenadas por um conjunto de diretrizes. A configuração geral de desenho da via de contorno com características paisagísticas delimitou e criou uma identidade pela uniformização visual, conferida pelo tratamento urbanístico de todo o perímetro da ARIE. No entanto, previram-se tratamentos distintos ao longo de sua extensão, com base em diretrizes de integração ou de restrição que emanam dos resultados obtidos pelas análises realizadas.

Em relação às diretrizes de ocupação do solo nas áreas urbanas, trabalhou-se com a categoria do uso múltiplo, consoante com a diversidade da cidade compacta, uma vez que os usos mistos tendem a facilitar a apropriação dos espaços públicos pela população, gerando controle social para os objetivos de proteção da ARIE. Dessa forma, com base no mapa geral da ARIE, seu contorno foi segmentado por setores que demandam possibilidades distintas de uso e de proteção, sistematizadas no quadro 1:

Quadro 1: Análise e diretrizes

Trechos identificados	Características Ambientais e Urbanas	Riscos Identificados	Grau de Risco	Diretriz de Desenho e Tratamento de Via	Diretriz de Uso e de Ocupação do Solo	Observação
Trecho 1: Samambaia I	Latosolo em grande parte da área residencial consolidada	Cambissolos e corpos d'água; áreas parceladas dentro da ARIE	R2 p/ 1ª; R4 p/ 2ª	Demarcar o limite pela via e tratá-la com barreiras	Consolidar o uso residencial	Área ambientalmente estável

Trechos identificados	Características Ambientais e Urbanas	Riscos Identificados	Grau de Risco	Diretriz de Desenho e Tratamento de Via	Diretriz de Uso e de Ocupação do Solo	Observação
Trecho 2: Samambaia II	Latosolo em grande parte da área residencial consolidada	Proximidade de corpo d'água em um ponto	R1	Demarcar o limite pela via de caráter paisagístico, sendo convidativa ao público	Consolidar uso residencial e estabelecer usos mistos	Área com pouca declividade, o que promove a integração entre a comunidade e a área protegida
Trecho 3: Setor de Mansões Taguatinga	Latossolo e solo hidromórfico em área residencial consolidada	Solos hidromórficos e corpos d'água; áreas parceladas dentro da ARIE	R3 p/ 1ª; R4 p/ 2ª	Estruturar a via com continuidade e fluidez; demarcar a via como barreira	Inviabilizar ocupação; desapropriar usos dentro da ARIE; consolidar uso residencial unifamiliar	Área de alto risco em solos hidromórficos com corpos d'água próximos às ocupações urbanas
Trecho 4: Taguatinga	Latossolo em área residencial consolidada e usos institucionais	Proximidade de solos hidromórficos e corpos d'água	R2	Estruturar a via com continuidade e fluidez; demarcar via como barreira	Manter o uso residencial; controlar densidade; usos pressionam o parque	Área relativamente estável do ponto de vista ambiental; proximidade significativa dos corpos d'água e parcelamentos irregulares
Trecho 5: Taguatinga Norte	Latosolo; majoritariamente comercial	Proximidade de corpos d'água	R3	Estruturar a via com continuidade e fluidez (novo desenho); demarcar o limite; via como barreira com elementos físicos	Manter e controlar a densidade construtiva dessa zona que pressiona o parque	Garantir o cercamento por conta da pressão feita sobre o parque

Trechos identificados	Características Ambientais e Urbanas	Riscos Identificados	Grau de Risco	Diretriz de Desenho e Tratamento de Via	Diretriz de Uso e de Ocupação do Solo	Observação
Trecho 6: Taguatinga Norte e Centro Metrop.	Latossolo; residencial consolidado e institucional	Proximidade de cambissolos e corpos d'água	R1	Demarcar o limite através da via, estabelecer caráter de via paisagística, trabalhar com via convidativa	Consolidar o uso residencial misto; usos conforme Plano Diretor; potencial como área pública	Área sensível, mas estável por estar sobre latossolos com baixa declividade
Trecho 7: Ceilândia e Pôr do Sol	Latossolo, cambissolo e solos hidromórficos; área vazia com pressão por estar entre o Setor de Oficinas e o Centro Metropolitano; residencial, comercial, misto	Contém solos hidromórficos; ocupação de áreas de alta declividade e cambissolos/solos hidromórficos	R3	Estruturar a via com continuidade e fluidez (fazer novo desenho de via); demarcar o limite pela via e tratá-la com barreiras (transição da via Parque para a via Barreira)	Criar parque sobre a área de solo hidromórfico (UC); uso de baixa densidade em áreas de latossolo; evitar a densificação do Pôr do Sol	Caso mais crítico identificado tanto pelos condicionantes ambientais, quanto pela intensidade da ocupação urbana

Fonte: Elaboração das autoras.

Como já referido, as estratégias elencadas são de caráter exemplificativo e devem se adequar às necessidades das áreas urbanas, desde que considerados os riscos identificados. Vale destacar, ainda, que as áreas de maior fragilidade do solo e as áreas de nascentes, se ocupadas, constituem riscos ambientais e riscos sociais pelo comprometimento dos serviços ambientais prestados à sociedade como um todo ou da segurança das pessoas, constantemente expostas a situações de risco advindas das características naturais dessas zonas.

Considerações finais

Certamente, os desafios de promover a articulação entre as dimensões ambiental e urbanística não se restringem a uma questão de métodos e auxiliam na atuação técnica dos profissionais que trabalham na gestão territorial, especialmente, em sua tarefa de informar os diferentes agentes institucionais e a sociedade em geral sobre as possibilidades e os riscos que implicam suas decisões. Esse foi, afinal, o objetivo do estudo: estabelecer novos arranjos espaciais amparados por instrumentos de gestão, de métodos e de técnicas que possibilitem orientar estratégias para a promoção da cidade em harmonia com a paisagem.

Amparado nos estudos de McHarg (1995), procedimentos de bastante reconhecimento no campo do planejamento ambiental, os principais resultados do estudo demonstraram a importância de se considerarem, no zoneamento, as áreas de transição entre ocupação urbana e área de proteção ambiental – o que não ocorre na prática – reconhecendo, assim, o papel importante desses espaços: *i*) na redução dos impactos da ação antrópica e, ao mesmo tempo; *ii*) na manutenção e na garantia dos acessos ao bem natural e à convivência saudável com a cidade.

O procedimento metodológico demonstrou as possibilidades de se constituir um conjunto de diretrizes e de estratégias de ocupação urbana partindo-se dos levantamentos de informações do meio natural e do meio construído, as quais podem ser traduzidas em elementos que subsidiem de maneira mais clara tanto a gestão ambiental urbana, quanto o próprio desenho urbano. A sugestão de elementos físicos – tais como a via paisagística – reforça a noção de que a proteção (efeito barreira da via) a novos loteamentos irregulares podem ser harmoniosos e acessíveis à população, que poderá conhecer e desfrutar da unidade de conservação. Fortalece-se, dessa maneira, o sentimento de pertencimento da população, ao mesmo tempo que se incentiva a preservação do meio natural e a consequente qualificação urbana.

Por fim, vale destacar que é fundamental promover a noção de complementaridade dos instrumentos, no lugar da disparidade que predomina – especialmente no zoneamento – com o intuito de aproximar as visões urbana e ambiental para a consolidação de cidades mais equilibradas em todos os aspectos.



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantenerse dentro del espacio de espera de la estación de espera y no salir hasta que el personal de la estación le indique que puede salir.

oda
& Rosa



6


Capítulo 6

Discutindo as lógicas que fundamentam os instrumentos de gestão urbana e de gestão ambiental

Maria do Carmo de Lima Bezerra

Introdução

O entendimento das regras de disciplinamento ambiental e urbanístico nas cidades no Brasil tem sido marcado por conflitos que se verificam tanto nas formulações teóricas sobre sociedade e natureza, quanto nas políticas públicas urbana e ambiental e nas práticas dos movimentos



sociais que lutam por direitos de acesso à cidade e pela preservação de seus recursos naturais. A questão é analisada sob enfoques distintos, por autores como Ribas (2003), Steinberger e Amado (2006).

Os movimentos sociais urbanos¹ que ganharam força na década de 1980 e tinham foco nas demandas por habitação, por propriedade e por transportes e serviços urbanos assistem, na década seguinte, ao aparecimento de outros movimentos sociais, de igual legitimidade, e que levantaram bandeiras de apropriação e de uso dos recursos comuns – o ambientalismo. No seio da sociedade, o conflito entre esses movimentos é latente, apesar de identificar-se uma convergência denominada socioambientalismo.

Por sua vez, o poder público não dispõe de instrumentos que conciliem esses interesses. Muito pelo contrário, cada um dos segmentos que administra o espaço – o ambiental e o urbano – com lógicas e com instrumentos diferentes, vem exacerbando as incompatibilidades por meio de um processo de judicialização de seus respectivos licenciamentos. Tudo isso nos coloca cada vez mais distantes de alcançar a promoção da sustentabilidade ambiental urbana presente no âmbito dos discursos acadêmicos, técnicos e políticos.

As lógicas dos instrumentos ambientais e urbanos são pautadas por entendimento de mundo e por objetivos distintos. Vejamos de forma rápida. A gestão urbana está voltada para o controle do uso do solo e a promoção da eficiência no funcionamento da cidade assumindo que desequilíbrios provocados pelo uso dos recursos naturais podem ser equacionados pela tecnologia. Por sua vez, a finitude dos recursos naturais e a sua incapacidade de sempre se autorregenerar é o cerne da questão ambiental e norteadora de uma abordagem mais preservacionista da gestão ambiental presente na comunidade ambientalista de estado em sua maioria (BEZERRA, 2015).

O tema já foi objeto de muitas discussões, estando presente em Ribas (2003) e em Bezerra (2015), mas aqui o recorte será um caso especial: as unidades de conservação (UC) inseridas em áreas urbanas e

¹ Com especial destaque para o Fórum Nacional de Reforma Urbana (FNRU).

a oportunidade que elas nos colocam de discutir as relações entre gestão urbana e ambiental com base em casos concretos. O disciplinamento territorial das Unidades de Conservação de Uso Sustentável² constitui-se objeto de estudo exemplar, pois, sobre esse território, incidem regras de gestão provenientes tanto política ambiental, como da política urbana, por meio de seus respectivos instrumentos de zoneamento.

Postas essas reflexões, cabe introduzir o tema das UC em áreas urbanas. Inicialmente, os objetivos que justificaram a criação das UC não eram considerados compatíveis com a ocupação humana em seus limites, o que demandava a necessidade de remoção e de realocação do contingente de população que vivia nessas áreas. A posição preponderante era a de que, para conservar a natureza, era necessário separar totalmente a área da sua relação com as pessoas.

Com o tempo, o conceito de áreas protegidas evoluiu juntamente com a perspectiva de manutenção de populações humanas em seu interior, surgindo novas categorias de proteção cujo objetivo é a utilização sustentável dos recursos naturais. No Brasil, esse processo de evolução do entendimento de áreas protegidas foi semelhante ao da prática internacional; a criação de categorias mais flexíveis foi motivada, em um primeiro momento, por dificuldades na implantação das UC, notadamente no que se refere aos custos necessários à desapropriação de terras.

A primeira modalidade de UC que não tinha exigência de ser desapropriada e, por isso mesmo, não impunha restrição integral ao uso da terra, foi a Área de Proteção Ambiental (APA), criada em 1981. Foi inspirada nos parques naturais de Portugal e da França, que já contavam com a conservação da natureza em áreas de propriedade privada, com restrições a alguns tipos de uso considerados de impacto à integridade de seu ecossistema. Essa nova possibilidade de UC levou à criação, no Brasil, de muitas áreas protegidas ao longo da década de 1980, instituídas tanto em terras públicas, como em terras particulares (URBAN, 1998).

² Não há muito que se discutir sobre as unidades de conservação de Proteção Integral, pois são apenas objeto das normas ambientais.

Seguindo uma tradição da criação das primeiras UC brasileiras, muitas APA foram criadas próximas aos grandes centros urbanos, o que resultou na existência de APA não apenas com uso rural, mas, também, com uso urbano em seu interior. A legislação estabelece que pode haver certo grau de urbanização inserida na APA, mas não estabelece parâmetros para esse “certo grau de ocupação”, podendo existir UC, nessa categoria, que não contenham qualquer tipo de ocupação humana dentro de seus limites até pequenos núcleos urbanos ou mesmo cidades. Em outros casos, as APA são instituídas em áreas rurais, mas limítrofes às cidades ou a núcleos urbanos, em locais que podem ser caracterizados como vetores de expansão urbana. Desta forma, apresentam aspecto rural, mas estão submetidas a pressão por uma ocupação de caráter urbano.

A dimensão urbana que uma APA pode conter não é algo facilmente assimilado pela lógica da gestão ambiental. Os estudos ambientais que fundamentam a aplicação da gestão não têm considerado, ou têm abordado de maneira insatisfatória, os diversos aspectos e demandas oriundos do espaço das cidades e dos núcleos urbanos existentes dentro de uma APA ou limítrofes ao seu perímetro.

Quando da sistematização de todas as normas relativas a áreas protegidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei Federal nº 9.985/2000, o tema das Unidades de Uso Sustentável em áreas urbanas não foi abordado para que se lhes atribuisse tratamento articulado à legislação urbana. As possibilidades de conflitos continuaram postas e seriam agravadas com a edição do Estatuto da Cidade, dada a força que os Planos Diretores Urbanos passaram a ter, em especial, por seu caráter participativo.

Apesar de o centro da discussão no presente ensaio ser a interface na adoção dos zoneamentos previstos nos instrumentos de regulação das APA e no Plano Diretor Urbano, não se pode deixar de dizer que muitos dos conflitos nessas áreas advêm da época de sua criação, quando não eram realizados os devidos estudos ambientais para caracterizar a relevância ambiental das áreas nem discussões com a sociedade, todos requisitos definidos em norma legal. Assim, podem ser identificadas

situações nas quais uma APA é instituída sem que tenha havido uma motivação explícita de proteção de um atributo ambiental relevante e/ou interesse de um agente público ligado à área ambiental. Em ambos os casos, a ausência dos estudos que certifiquem a relevância, somada à falta de pactuação social entre a comunidade diretamente envolvida e a sociedade como um todo sobre os benefícios da proteção ambiental faz com que o êxito na gestão desses espaços seja comprometido.

Após a edição do SNUC, tanto os estudos técnicos antecessores, como a realização de audiências públicas para criação de APA passaram a ser obrigatórios. Entretanto, é possível apontar APA criadas posteriormente sem cumprimento desses requisitos. Todas essas situações trazem complexidade nas etapas subsequentes de implantação de uma área protegida e, muito mais, na mediação entre os interesses urbanos e ambientais.

As contradições apontadas podem, em parte, ser entendidas quando se verifica que muitos dos instrumentos de gestão das UC definidas como de Uso Sustentável, no caso, as APA, originaram-se de uma estratégia preservacionista e, portanto, emanam do que seria uma gestão de Áreas de Proteção Integral, categoria, esta sim, fundamentada no conceito do preservacionismo, ou seja, aquelas que estruturaram as mais tradicionais e restritivas estratégias de proteção dos recursos naturais.

1 Preservacionismo e conservacionismo: conceitos que explicam o conflito ambiental urbano

Quanto aos fundamentos teóricos, segundo nos esclarecem McCormick (1992), Diegues (1994) e Araújo (2007), os conceitos começam a tomar forma como correntes distintas de proteção da natureza no final do século XIX, nos Estados Unidos. Os preservacionistas buscavam estabelecer as áreas virgens, livres de qualquer uso que não fosse recreativo ou educacional. Os conservacionistas almejavam explorar os recursos naturais, mas de modo racional e sustentável (McCORMICK, 1992).

John Muir (1990)³ criou a corrente preservacionista, que pode ser descrita como a reverência à natureza na perspectiva da apreciação estética e espiritual da vida selvagem (*wilderness*). As posições preservacionistas continuaram no início do século XX com os trabalhos de Aldo Leopold que, na década de 1930, como professor em manejo de vida silvestre da Universidade de Wisconsin, beneficiou-se dos avanços da ecologia como ciência, principalmente da noção de ecossistema, criada por Tansley em 1935. Leopold, em 1949, escreveu o livro *A sand county almanac*, que se tornou um dos livros mais importantes sobre os fundamentos do preservacionismo (DIEGUES, 1994).

Enquanto os preservacionistas falavam em proteger ou em preservar o meio ambiente, o que implicava exclusão de qualquer atividade que não fosse para recreação, outros estudiosos defensores da proteção da natureza falavam de conservação ou de uso dos recursos naturais dentro dos limites de sua reposição. Uma das primeiras questões da conservação foi a proteção das florestas: a maneira como deveriam ser gerenciadas de modo a contribuir para a economia norte-americana. Isso trouxe, a público, a divisão entre preservacionistas e conservacionistas.

Assim, conforme registra Milano (2002), com contradições e com movimentos variados, foram sendo estabelecidos os princípios da proteção da natureza, tendo como um de seus pilares de sustentação o estabelecimento de áreas naturais protegidas. O modelo americano de parques, baseado na corrente preservacionista, foi o que se expandiu mais rapidamente pelo mundo, tendo como gestor o poder público. Essa visão ajudou a criar uma perspectiva de antagonismo entre pessoas e natureza.

No Brasil, esse processo se deu de forma semelhante com à criação dos parques nacionais ainda na década de 1930, com o primeiro parque estabelecido – o Parque Nacional de Itatiaia, no Rio de Janeiro. Para contextualizar o tema polêmico do antagonismo *pessoas e natureza*, mesmo em um país rural como o Brasil da década de 1930, ocorreram,

³ John Muir (1838-1914) foi um preservacionista e escritor escocês-americano que teve papel fundamental na criação das primeiras áreas protegidas americanas. É considerado um dos fundadores do movimento ambiental.

durante a criação do parque, conflitos em decorrência da presença de moradores na área, que deveriam ser removidos, uma vez que sua presença era considerada incompatível com os objetivos de preservação. Ainda hoje, existem moradores na área do Parque de Itatiaia.

As discussões sobre os distintos entendimentos acerca das funções das áreas protegidas ganham espaço com a realização de diversos congressos internacionais, nos quais, aos poucos, os conceitos e os instrumentos de gestão começam a tomar forma. Observando as temáticas que marcaram a visão na concepção e na gestão das áreas protegidas – conforme os congressos mundiais de parques nacionais e áreas protegidas realizados em Seattle, 1962; em Yellowstone, 1972; em Bali, 1982; em Caracas, 1992; em Durban, 2003; e na Austrália, 2014 – é possível, em breve síntese, verificar a mudança de ênfase no tema da proteção ambiental.

Assim, a análise dos temas escolhidos e de suas recomendações revela como as ideias sobre as áreas protegidas mudaram bastante em um relativamente curto espaço de tempo. O resultado é o aparecimento de um novo paradigma para as áreas protegidas, que pode ser identificado pelas seguintes características: *i*) amplitude de escala para planejamento e gestão da proteção: não mais manejadas como ilhas, mas, sim, como redes ou mosaicos; *ii*) incorporação da participação de uma gama maior de atores sociais no processo de criação das unidades e em sua gestão; *iii*) ampliação da compreensão da proteção em suas diferentes categorias. Neste caso, criou-se a possibilidade de incorporar áreas com moradores, mas de forma tímida; *iv*) definição dos benefícios econômicos e da relação custo-efetividade da conservação de áreas protegidas: o tema surge no último congresso (Austrália, 2014) muito pautado pela contribuição à mitigação e à adaptação às mudanças climáticas; *v*) discussão de novos modelos de financiamento para a conservação da natureza: para além de uma visão estatal, veio à tona a combinação de fundos públicos e privados.

Ao ampliar a compreensão de área protegida, foi aberta a possibilidade de criação dessas unidades contemplando não somente o ambiente rural, mas também áreas que apresentam uso urbano. Entretanto,

prepondera, até hoje, na prática da gestão de áreas protegidas, a lógica que considera incompatíveis os usos do solo e mais, ainda, a presença de habitantes. São raros os estudos a respeito de áreas protegidas que considerem as áreas urbanas no interior de seu perímetro como algo compatível com proteção. Ademais, não se sabe ao certo no que consiste o uso sustentável da natureza que, em tese, está previsto em áreas de proteção de uso sustentável na legislação (GRANJA, 2009).

2 As Áreas de Preservação Ambiental (APA) no Brasil foram concebidas como áreas de uso sustentável?

A tramitação do Projeto de Lei Federal nº 2.892/1992 que instituiu o SNUC foi pautada por diversas discussões e embates. Eles acabaram por revelar posturas e interesses de grupos distintos na preservação da natureza.

De um lado, os seguidores do preservacionismo defendem, como principal estratégia para proteção dos recursos naturais, a natureza livre de qualquer interferência humana. Para estes, as UC deveriam ser espaços de proteção integral. De outro lado, os socioambientalistas, que se baseiam, segundo Santilli (2005), no pressuposto de que as políticas públicas ambientais apenas têm eficácia social e sustentabilidade política se incluem as comunidades locais e promovem uma repartição socialmente justa e equitativa dos benefícios derivados da exploração dos recursos naturais. Para estes últimos, pode haver a compatibilização entre a conservação da natureza e o uso dos recursos naturais por meio de UC caracterizadas pelo uso sustentável.

Após longo processo, as categorias de UC integrantes do SNUC foram divididas em dois grupos com características específicas: Unidades de Proteção Integral, nas quais o objetivo é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos recursos naturais; e Unidades de Uso Sustentável, cujo objetivo é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais. Apesar dos esforços empreendidos, cumpre registrar que ainda permanecem imprecisões e sobreposições nas categorias existentes no

SNUC, o que transparece certa confusão na aplicação dos conceitos de *preservação* e de *conservação* dos recursos naturais às UC, especialmente quando se analisam os instrumentos definidos para sua gestão.

2.1. Evolução das normas que regulam a APA e sua compatibilidade com as atividades urbanas

Como já referido, a categoria APA⁴ foi instituída inicialmente pela Lei Federal nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que estabeleceu objetivos bastante genéricos, como o “bem-estar das populações humanas” e “conservar ou melhorar as condições ecológicas locais”. A referida lei previu ainda que, nas APA, seriam estabelecidas normas dentro dos princípios constitucionais que regem o exercício do direito de propriedade, limitando ou proibindo: *i*) implantação e funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água; *ii*) realização de obras de terraplenagem e abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais; *iii*) exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão das terras e/ou acentuado assoreamento das coleções hídricas; e *iv*) exercício de atividades que ameacem extinguir, na área protegida, espécies raras da biota regional.

Ao analisar esse dispositivo, Côrte (1997) registra que o reduzido número de restrições pode ter sido consequência da estratégia para uma tramitação mais ágil do projeto de lei, pois, devido ao pioneirismo da matéria, os dispositivos referentes às APA teriam sido reduzidos ao mínimo. A autora registra ainda que a proibição para realização de obras de terraplenagem não deveria constar da legislação, uma vez que, nas APA, não se proíbe a ocupação urbana, salvo quando previstas no respectivo zoneamento. Portanto, tais obras seriam inerentes a esse tipo de ocupação.

⁴ A presente discussão pode ser mais bem entendida se consultada a dissertação de mestrado de Granja (2009).

De acordo com o Ibama (1999), o grande empecilho para a aprovação da lei era a restrição à implantação de loteamentos que a redação original continha. No entanto, uma alteração da redação retirou a referência de proibição explícita aos loteamentos, mas incluiu determinadas restrições, tais como proibição de qualquer movimentação de terra que cause erosão, assoreamento e alteração das condições ecológicas locais,⁵ possibilitando a aprovação da lei.

Pode ser constatado, portanto, que a APA já nasceu conflituosa no que se refere ao tratamento a ser dado às áreas urbanas, o que pode se constituir em uma das razões pelas quais a dinâmica urbana não é reconhecida na gestão dessas unidades. Assim, a presença de áreas urbanas foi admitida em tese, mas negada na prática por meio de diretrizes que inviabilizariam tal ocupação.

Pelo Decreto nº 88.351/1983, o Conama estabeleceu normas relativas à gestão de estações ecológicas, de reservas ecológicas, de Áreas de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) e de APA. No referido decreto, existe um item específico sobre as APA, o qual determina que, para sua criação, sejam estabelecidos: denominação, limites geográficos, objetivos, proibições e restrições de uso dos recursos ambientais nela contidas.

De acordo com Côrte (1997), ao se dar espaço para que o decreto de criação da APA proibisse ou restringisse os usos considerados inadequados, foi suprida a lacuna existente na Lei nº 6.902/1981, comentada anteriormente. Para Röper (2001), esse decreto aumentou a confusão, uma vez que não esclareceu se as restrições seriam aquelas já previstas na Lei nº 6.902/1981 ou se seria possível definir restrições adicionais.

Posteriormente, a Resolução do Conama nº 11, de 3 de dezembro de 1987, veio representar fortalecimento da visão preservacionista estabelecendo a obrigatoriedade de as APA contarem com zonas de vida silvestre e com corredores ecológicos. Detalhou um pré-zoneamento genérico para todos os tipos de APA, sejam elas urbanas, de influência urbana, sejam elas rurais ou de áreas não antropizadas. A situação ganha contornos de

⁵ Essa discussão foi apresentada por Granja (2009), que realizou entrevistas com participantes do processo de criação de APA no Brasil.

conflito no caso da obrigatoriedade de possuírem as APA uma zona de vida silvestre, que independe do grau de urbanização da APA.

A Resolução do Conama nº 10, de 14 de dezembro de 1988, ratificou a definição de APA como UC destinada a proteger e a conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais existentes, mantendo a abrangência do objetivo: melhorar a qualidade de vida da população local. A citada resolução definiu a obrigatoriedade de realização de Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) para essas unidades, que estabelecerá as normas de uso de acordo com as condições locais: bióticas, geológicas, urbanísticas, agropastoris, extrativistas, culturais e outras. Essa resolução estabeleceu também que: *i)* todas as APA deverão ter uma zona de vida silvestre, na qual será proibido ou regulado o uso dos sistemas naturais; *ii)* as reservas ecológicas e outras áreas com proteção legal equivalente constituirão as zonas de preservação da vida silvestre, nas quais serão proibidas atividades que importem na alteração antrópica da biota; *iii)* serão consideradas zona de conservação da vida silvestre as áreas nas quais poderá ser admitido uso moderado e sustentável da biota, regulado de modo a assegurar a manutenção dos ecossistemas naturais; *iv)* nas APA onde existam ou possam existir atividades agrícolas ou pecuárias, haverá zonas de uso agropecuário, nas quais serão proibidos ou regulados usos ou práticas capazes de causar sensível degradação do meio ambiente, bem como não será admitida a utilização de agrotóxicos e de outros biocidas que ofereçam riscos na sua utilização, inclusive, no que se refere ao seu poder residual. O cultivo de terra será feito com práticas de conservação do solo recomendadas pelos órgãos oficiais de extensão agrícola, não sendo admitido o pastoreio excessivo, capaz de acelerar os processos de erosão; *v)* não serão permitidas atividades de terraplenagem, de mineração, de dragagem e de escavação que venham a causar danos ou degradação do meio ambiente e/ou perigo para pessoas ou para a biota. Entretanto, tais atividades, quando exercidas em um raio mínimo de mil metros no entorno de cavernas, de corredeiras, de cachoeiras, de monumentos naturais, de testemunhos geológicos e de outras situações semelhantes, dependerão de prévia aprovação de estudos de impacto ambiental e de licenciamento

especial pela entidade administradora da APA; vi) qualquer atividade industrial potencialmente poluidora, além da licença ambiental, deverá providenciar uma licença especial emitida pela entidade administradora da APA; vii) nenhum projeto de urbanização poderá ser implantado em uma APA sem a prévia autorização de sua entidade administradora, que exigirá: (a) adequação com o zoneamento ecológico-econômico da área; (b) implantação de sistema de coleta e de tratamento de esgotos; (c) sistema de vias públicas sempre que possível e de curvas de nível e de rampas suaves com galerias de águas pluviais; (d) lotes de tamanho mínimo suficiente para o plantio de árvores em pelo menos 20% da área do terreno; (e) programação de plantio de áreas verdes com uso de espécies nativas; (f) traçado de ruas e de lotes comercializáveis com respeito à topografia com inclinação inferior a 10%; viii) os loteamentos rurais deverão ser previamente aprovados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e pela entidade administradora das APA, que poderá exigir que a área destinada à reserva legal de cada parcela fique concentrada em um só lugar, sob a forma de condomínio formado pelos proprietários dos lotes.

As categorias de zonas estabelecidas pela Resolução do Conama nº 10/1998 se pautavam pelas categorias em uso no zoneamento de parques nacionais, que são unidade de proteção integral, o que se mostra pouco adequado à aplicação no caso das APA (RÖPER, 2001). Pode ser observado também que preponderou a lógica rural, havendo a previsão apenas de zonas ambientais e agropecuárias, em que pese haver a referência ao projeto de urbanização que poderia ocorrer na área – o que destaca mais uma contradição e um conflito.

No âmbito dessa resolução, podem ser constatadas também, assim como na Lei nº 6.902/1981, incoerências quanto ao tratamento dado às áreas urbanas: ratifica a proibição para atividades de terraplenagem, mas estabelece diretrizes para a implantação de projetos de urbanização, incluindo a exigência para previsão de sistema de vias públicas, o que certamente acarretaria a realização de obras de terraplenagem para o preparo do terreno. Ao mesmo tempo, as diretrizes definidas para os

projetos de urbanização se apresentam insuficientes para garantir a utilização sustentável dos recursos naturais.

O Decreto nº 88.421/1988 foi substituído pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, que não alterou o seu conteúdo, apenas o atualizou diante das mudanças institucionais, notadamente, no que se refere à estrutura do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama). Existe, portanto, um histórico não somente de dispositivos que se sobrepõem e que têm incoerências, mas também da prevalência do enfoque ecológico sobre o sustentável para lidar com a gestão de áreas de uso sustentável e de grande atividade antrópica, como as APA urbanas.

2.2. Gestão das APA no âmbito do SNUC

O SNUC, como lei aglutinadora em matéria das disposições sobre UC, estabelece também a norma sobre a gestão das APA. Para tal, exige a elaboração obrigatória de um Plano de Manejo, sem, no entanto, alterar a norma que exigia o ZEE. Apesar de, na prática, isso não ter sido objeto de grande conflito, pois se assumiu que o Plano de Manejo era o que deveria prevalecer, claramente é de se observar que se foram somando dificuldades para uma efetiva gestão das APA. O Plano de Manejo de uma UC direciona como podem ser utilizados os recursos naturais, indicando as atividades e as ações que devem ser realizadas para a gestão da unidade. Envolve um zoneamento que define o tipo e o grau de ocupação e de uso do solo, tendo em vista a capacidade de suporte dos recursos naturais.

Aqui cabe uma discussão conceitual sobre o que vem a ser um Plano de Manejo e sua compatibilidade com a gestão de um espaço urbano no caso de sua adoção para APA urbana. Os termos *manejo* e *gestão* têm sido utilizados para designar atitudes similares em diferentes categorias de UC. *Manejo* é usado para designar as atividades e as ações que podem e devem acontecer em Unidades de Conservação de Uso Indireto,⁶ cujas terras estão sob o domínio do poder público e onde

⁶ Designação dada às unidades de proteção integral antes da aprovação do SNUC.

o uso é bastante restrito. Por sua vez, o termo *gestão* tem sido usado para designar o ato de gerir as Unidades de Conservação de Uso Direto,⁷ ou seja, aquelas que, mesmo permanecendo nas mãos dos seus proprietários, são submetidas a restrições de uso.

Por um lado, na Lei nº 9.985/2000, o inciso VIII do art. 2º define *manejo* como todo e qualquer procedimento que vise a assegurar a conservação da diversidade biológica e dos ecossistemas. Por outro lado, a mesma lei utiliza o termo *gestão* como atividade atrelada à criação e à implantação das UC. O art. 27 desse instrumento declara que o Plano de Manejo deve abranger a área da UC, sua Zona de Amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida socioeconômica das comunidades vizinhas. Por sua vez, o art. 28 estabelece que estão proibidas, nas UC, quaisquer alterações, atividades ou modalidades de utilização em desacordo com os seus objetivos, com seu Plano de Manejo e com seus regulamentos.

Por que essa discussão é importante para entender os conflitos que podem decorrer do disciplinamento do solo urbano? Segundo Araújo (2007), o termo *manejo de UC* está consagrado em toda a América Latina relacionando-se principalmente à manipulação dos recursos naturais, como manejo de fauna, manejo florestal, manejo de solo. Ocorre que, no gerenciamento de uma UC, são realizadas diversas atividades que vão bem além do manejo de recursos naturais. Assim, o mais apropriado, segundo o autor, seria a utilização do conceito de *gestão* de UC, que é mais amplo e engloba as atividades de manejo dos recursos naturais.

O Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979, que estabeleceu o Plano de Manejo, anterior ao SNUC que o incorporou como tal, definiu-o como instrumento de ordenamento territorial das UC sem fazer distinção entre as categorias de espaço protegido. Com base na própria concepção dos dois tipos de unidades, não se pode pensar a gestão de uma Unidade de Uso Sustentável do mesmo modo que se pensa a de uma Unidade de Proteção Integral. Guapyassú (2003) ressalta que, muitas vezes, os Planos de Manejo e Zoneamentos de Unidades de Uso

⁷ Designação dada às unidades de uso sustentável antes da aprovação do SNUC.

Sustentável são calcados em premissas estritamente preservacionistas e não em princípios conservacionistas.

Assim, pode-se concluir que, nas Unidades de Conservação de Uso Sustentável, ainda há um longo caminho a trilhar na perspectiva de ser definido o que pode ser utilizado, quem pode utilizá-lo e quanta utilização é sustentável, considerando, inclusive, a diversidade de situações que pode existir dentro de uma mesma categoria.

3 Gestão urbana e compatibilidade com preservação ambiental

A gestão de APA inseridas em zonas urbanas foi analisada utilizando as concepções das correntes do conservacionismo e do preservacionismo e suas implicações sobre a visão dos agentes intervenientes na criação dessas categorias de unidades de conservação e dos instrumentos definidos para sua gestão. Cabe agora verificar como se dá o processo de gestão das áreas urbanas e seus instrumentos.

3.1 A visão urbana do tema ambiental

Em que pese a tradição de se desconsiderar os condicionantes ambientais⁸ em suas concepções, os Planos Diretores das últimas décadas têm inserido capítulos que tratam do meio ambiente, apesar da visão que remete apenas ao atendimento do que já estabelece a legislação ambiental, sem um esforço de verificar, em seus próprios instrumentos, como esses podem ser aplicados a favor de uma maior integração entre urbanização e proteção ambiental. Assim, é comum encontrar a referência à consideração das UC existentes e a obrigação de ser adotado o licenciamento ambiental para atividades de ocupação do espaço

⁸ Esta é uma constatação de pesquisa realizada pelo Ministério das Cidades (2011) com análise de trezentos Planos Diretores, em diversas cidades brasileiras, todos elaborados após a edição do estatuto.

urbano, como: parcelamentos do solo, desmembramentos, aumento de densidade, instalação de grandes equipamentos, entre outros.

O que de fato ocorre é que o entendimento de incorporar a dimensão ambiental de forma paliativa por meio de avaliações (pós-concepção) de impactos ambientais é adotado como solução suficiente para mitigar desequilíbrios provocados pela urbanização. O licenciamento ambiental torna-se, assim, exigência corriqueira nos planos urbanos, mas a lógica que preside a questão ambiental urbana continua descolada das decisões da política urbana que, por tradição, encontram-se centradas no atendimento das demandas socioeconômicas.

Em outras palavras, o Plano Diretor Urbano deveria amparar suas proposições sobre o uso do território em informações sobre as fragilidades e as potencialidades dos recursos do território, e não apenas considerar como territórios intocados as Unidades de Conservação Integral e relegar ao conflito as Unidades de Conservação Sustentável, como as APA e outros espaços da cidade. Em uma perspectiva propositiva, dever-se-iam considerar os atributos ambientais estratégicos do território em todas as decisões de ocupação do solo urbano com a realização de um zoneamento ambiental de todo o território urbano para amparar as decisões de seu zoneamento de uso e ocupação do solo.

Cabe uma breve discussão sobre os vários tipos de zoneamento que, tendo conceitos jurídicos e técnicos diferentes, visam a delimitar geograficamente áreas territoriais com o objetivo de estabelecer regimes especiais de uso da terra pelo proprietário. Definida a zona, a terra passa a não poder ser utilizada da maneira que convier ao proprietário, mas, sim, da forma que respeite os interesses coletivos, como a função social e/ou a de conservação do meio ambiente.

Historicamente, o ordenamento territorial do município no Brasil é estabelecido por meio de um regramento sobre a utilização do solo dividido em áreas urbanas e rurais por meio do instrumento do zoneamento de uso e de ocupação do solo. Esse zoneamento baseia-se, até hoje, em critérios urbanísticos, apesar de, por obrigação legal, ser necessária uma definição também de critérios de cunho ambiental. O instrumento do zoneamento teve suas primeiras propostas disseminadas na Europa,

em especial, nos Estados Unidos, quando passou a ser o carro-chefe⁹ do movimento de planejamento urbano em quase todo o mundo.

Transposto para a gestão ambiental, o zoneamento levou consigo a ideia de que as zonas a serem estabelecidas devem ser de uso e de ocupação do solo, e não de outra natureza, como zonas com determinadas características ambientais mais ou menos frágeis ou mais ou menos estratégicas para o equilíbrio do ecossistema. Talvez esse seja um ponto de reflexão importante para ser adotado pelos gestores ambientais e urbanos na definição de seu foco de atuação sobre o território.

Retomando as normas legais, vale destacar que existe recomendação do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) quanto à adoção do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento municipal, o que permitirá a incorporação de princípios de utilização sustentável dos recursos ambientais na elaboração do Plano Diretor que trata do ordenamento territorial urbano. Entretanto, não existe obrigação da realização desse zoneamento e nem definição de seu escopo no estatuto, o que torna inócua a norma legal.

Objeto de análise de Batistela (2007, p. 132), o zoneamento ambiental mencionado pelo Estatuto da Cidade, segundo a autora, pode ser entendido como sendo o ZEE editado pelo Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Assim, em existindo uma norma legal que define um instrumento com o objetivo de estudar os recursos ambientais e socioeconômicos estratégicos do território; com o objetivo de subsidiar as decisões dos agentes públicos e privados quanto a planos, programas e projetos que utilizem recursos naturais, não seria necessário ser realizado outro zoneamento ou estabelecer outra norma.

O ZEE, como disciplinado em norma legal, tem o caráter de macroplanejamento e pode subsidiar o Plano Diretor em suas definições no nível municipal. Assim, enquanto o ZEE possui caráter de permanência, pois se atém a fenômenos biofísicos e estruturantes do sistema econômico social, o zoneamento de uso e de ocupação do solo integrante do Plano Diretor tem caráter transitório. Por definição legal, o Plano

⁹ A expressão original *workhorse* é ainda mais forte (SOUZA, 2001, p. 250).

Diretor deve ser revisto periodicamente, e as demandas socioeconômicas imprimem à cidade uma dinâmica que obriga a ajustes no zoneamento de uso e de ocupação do solo.

Portanto, o ZEE ou o zoneamento ambiental do Plano Diretor não devem estabelecer usos e disciplinar ocupações, pois essas são transitórias. Devem, obrigatoriamente, apresentar, para as diferentes unidades de paisagem do território, suas fragilidades, suas vacações e demais características dos ecossistemas que devem ser preservadas de forma permanente, para serem insumos aos diversos Planos Diretores em suas revisões permanentes.

Neste ponto, a análise agora recairá sobre o instrumento ambiental do Plano de Manejo e respectivo zoneamento ambiental da APA e sua compatibilidade com o Plano Diretor Urbano e o zoneamento do uso e de ocupação do solo.

3.2 As áreas protegidas no Zoneamento do Plano Diretor Urbano

Estabelecida a discussão entre o zoneamento ambiental, que ampara um Plano Diretor, e seu zoneamento de uso e de ocupação do solo, resta verificar como este último se articula, ou não, com outro zoneamento, que é o que integra o Plano de Manejo de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável, como uma APA. A discussão só se coloca para o caso das UC de uso sustentável, pois, no que se refere a uma Unidade de Proteção Integral, não haveria conflito, uma vez que o zoneamento de uso e de ocupação do solo não dispõe sobre essas áreas, apenas as delimita como UC no Plano Diretor.

Sobre o tema, o que se pode dizer é que, na prática, essa tem sido uma área de conflito de gestão. O zoneamento do Plano de Manejo dispõe sobre área que é objeto também do zoneamento¹⁰ do Plano Diretor, uma vez que, para o perímetro interno da APA em questão, são definidos usos e ocupações do solo. Dessa forma, resulta que passam

¹⁰ Alguns macrozoneamentos também estabelecem zonas de proteção ambiental, refletindo a existência de unidades de proteção integral de grandes dimensões.

a existir duas diretrizes, muitas vezes conflitantes para um mesmo território. As discussões têm se dado sobre uma possível prevalência de um sobre o outro, mas, de fato, o que deve ser discutido é a natureza de cada um dos zoneamentos, como foi apontado no caso do ZEE e do Plano Diretor.

O zoneamento ambiental surgiu no Brasil a partir dos anos 1970, com um enfoque normativo, restritivo, voltado para a proteção do meio ambiente contra impactos negativos do crescimento econômico. Dividia o território em parcelas nas quais se autorizavam ou não as atividades (GUAPYASSÚ, 2003). Foi definido como um dos instrumentos da política ambiental, mas houve poucos avanços quanto à elaboração e à normatização de zoneamentos de caracterização dos recursos ambientais do território brasileiro, tendo sido mais utilizados para os casos de UC após o advento no SNUC em uma visão preservacionista.

Se adotada a visão conservacionista para a gestão das Unidades de Uso Sustentável, os estudos do Plano de Manejo de uma APA se dariam sobre os modos de apropriação do espaço e a capacidade estrutural dos geossistemas de suportar e de absorver os efeitos dos diferentes usos previstos no Plano Diretor, para que não resultem em instabilidade do ambiente, em formas de degradação, em poluição ou mesmo em escassez de recursos naturais ou demais eventos que possam provocar sérias consequências adversas aos ecossistemas, reduzindo sua resiliência. Por meio da identificação das suscetibilidades (vocações) e das restrições ambientais, o zoneamento ambiental do Plano de Manejo estaria gerando conhecimento sobre os atributos naturais, caracterizando-os e diagnosticando-os, permitindo a planificação dos espaços e seus respectivos usos e ocupação pelo Plano Diretor (CABRAL, 2005).

Considerações finais

O zoneamento do Plano de Manejo tem sido entendido, pela comunidade ambientalista, como o que deve prevalecer nas APA, estando estas em áreas urbanas ou não, o que gera conflito por sobreposição e por natureza de abordagem com o zoneamento do Plano Diretor. O fato

acarreta duplo comando no disciplinamento do solo, com prejuízo para consideração da dinâmica socioeconômica existente.

Destacando as contradições, verifica-se que a Resolução do Conama nº 10/1988 define o ZEE como o instrumento que deve dispor sobre as normas das APA; a lei do SNUC, como *Plano de Manejo*. O Decreto nº 4.297/2002, por sua vez, regulamenta o Zoneamento Ambiental previsto na Lei nº 6.938/1981 como sendo o ZEE; e o Estatuto da Cidade contempla o Zoneamento Ambiental como instrumento de apoio ao planejamento municipal. Entretanto, o mencionado zoneamento do Estatuto da Cidade carece de uma regulamentação específica para a avaliação dos aspectos dos meios físicos e bióticos a serem incorporados ao Plano Diretor, de maneira a introduzir, de forma precursora, a sensibilidade ambiental do território na consideração das áreas a serem urbanizadas.

A prática também tem demonstrado que tanto os zoneamentos oriundos dos Planos de Manejo, como aqueles advindos do Plano Diretor têm se valido de categorias de uso do solo para expressar suas recomendações e restrições. Se observados os respectivos objetivos, é possível vislumbrar que, enquanto o zoneamento do Plano de Manejo,¹¹ instrumento da política ambiental, deveria se ater aos aspectos de fragilidades e potencialidades de uso do território em decorrência da sensibilidade a danos ambientais, o zoneamento do Plano Diretor deveria expressar os usos do solo em resposta às necessidades de determinado momento da formação socioeconômica da cidade. Este ponto nos parece essencial para evitar sobreposições e criar interfaces capazes de promover a incorporação da dimensão ambiental nas políticas urbanas. Assim entendido, seria possível a convivência harmônica entre os instrumentos das duas políticas, pois seriam complementares ao zoneamento ambiental, subsidiando o zoneamento de uso do solo previsto no Plano Diretor.

Aqui cabe destacar a necessidade de clarificar os objetivos de cada um dos instrumentos em uma norma disciplinadora tendo em conta o objetivo de seu estabelecimento no âmbito da política pública

¹¹ Aqui nos referimos ao que hoje estabelece a legislação, em que pese a discussão deste artigo sobre a inadequação do termo *manejo* para unidades de uso sustentável.

correspondente. Em que pese a tradição de que os instrumentos urbanos e ambientais sejam conduzidos de maneira isolada, entende-se que a conciliação entre esses instrumentos é o caminho mais indicado, havendo indícios de que é possível uma aproximação entre as suas abordagens, o que pode contribuir para minimizar a incidência de embates entre esses instrumentos.

As ambiguidades da legislação em relação à gestão das APA, ora tratadas como espaços de preservação, ora de conservação, podem explicar parte dos conflitos entre os zoneamentos dos Planos Diretores urbanos e dos planos de manejo das APA urbanas. Em tese, ambos deveriam estar consolidados em um único zoneamento – o do Plano Diretor, elaborado com base no ZEE.

A categoria Unidade de Conservação APA foi criada sob intenso conflito entre as correntes preservacionista e conservacionista, especialmente no que se refere ao tratamento dado às áreas urbanas. Verifica-se que estas foram admitidas em tese, mas os instrumentos de gestão e as diretrizes para elas estabelecidos inviabilizam sua efetiva existência. A instituição de APA em áreas urbanas ou de influência urbana não tem a capacidade de substituir os instrumentos de desenvolvimento urbano e de ordenamento territorial. Assim, o diálogo com esses instrumentos deve ser constante e ter início desde o momento de criação.

Conclui-se afirmando que as APA podem se constituir valioso instrumento tanto para a conservação dos recursos naturais, como para a sustentabilidade urbana. Os espaços naturais conviverão cada vez mais com espaços urbanizados. Aprimorar os instrumentos de disciplina-mento de uso e de ocupação do solo que conciliem aspectos urbanos e ambientais deve ser considerado prioridade para a concreta aplicação do conceito de *desenvolvimento sustentável*. O impasse entre a adoção de diferentes instrumentos ambientais e urbanos vem levando a imobilismo e a conflito quanto à gestão urbana, promovendo a insustentabilidade na organização do espaço urbano e até na convivência entre campos disciplinares que deveriam convergir em prol da sustentabilidade urbana.



Saída

Entrada

Alí nem acei de falar,
e em mim e a estava arrependido co
Grande Sertão Veredas, que me enunciar. Não pertu

Ilha de Afondimento

Alí nem acei de falar,
e em mim e a estava arrependido co
Grande Sertão Veredas, que me enunciar. Não pertu



Parte IV



Saída

ATENCIÓN
El cliente debe mantenerse dentro del área de espera y no salir hasta que el personal de atención le indique lo contrario.

oda
& Rosa



7

Capítulo 7

Brasília e a configuração de sua paisagem metropolitana: o cerrado e os vazios urbanos


Carolina Pescatori

Luciana Saboia

Tauana Ramthum do Amaral

Introdução

O objetivo deste estudo é discutir e reconhecer novos entendimentos metodológicos de paisagem, de projeto e de planejamento em que núcleos urbanos dispersos em áreas metropolitanas entrelaçam-se



com a paisagem natural. Esse objetivo é explorado com base na análise de Brasília e de seu processo de planejamento, de construção e de apropriação social. Faz-se necessário reconhecer os interstícios, essas porções de meio ambiente, partes de cerrado; os acidentes geográficos, os espaços “entre” como partes indissociáveis da paisagem urbana em transformação.

Brasília, capital modernista *par excellence*, não ficou somente atrelada às funções político-administrativas, pois seu território passou a ser um polo de atração demográfica desde o início da implementação da nova capital. De fato, a cidade inaugurada em 1960 já possuía núcleos urbanos dispersos no quadrilátero do Distrito Federal (DF) localizados ao longo dos principais eixos de acesso ao Plano Piloto ainda em construção, as estradas-parque. O acelerado fluxo migratório para a nova centralidade geográfica impulsionou o processo de interiorização do país. O intenso crescimento urbano compartilhou as mesmas problemáticas socioambientais que conformam áreas metropolitanas brasileiras e outras regiões no globo sul: intensificação do consumo dos territórios e de seus recursos naturais com implicações e desequilíbrios socioambientais, como, por exemplo, a destruição da vegetação nativa, a perda de biodiversidade, a impermeabilização do solo em áreas urbanizadas, o assoreamento de cursos d’água e a escassez de recursos hídricos.

O intenso processo de urbanização que ocorreu nas décadas seguintes foi caracterizado por uma ocupação territorial dispersa (REIS FILHO, 2006, 2007), formando núcleos urbanos entremeados de vazios intraurbanos de diversas escalas e ordens que extrapolam os limites do DF, configurando a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF). Essa região metropolitana é formada por aglomerações urbanas e por eixos de conurbação dispostos em 33 municípios do estado de Goiás e de Minas Gerais em torno do perímetro do DF, em uma área de mais de nove milhões de hectares de extensão de território no Planalto Central.

Entretanto, as áreas não urbanizadas, partes do ecossistema natural, são consideradas “vazios” e, comumente, são interpretadas como espaços desperdiçados, inúteis, perigosos, que ampliam distâncias. Salvo

as áreas de preservação ambiental, que são de uso restrito, as áreas de cerrado natural normalmente não são consideradas parte indissociável da paisagem urbana e da vivência da cidade. Os planejamentos urbano e territorial ignoram, em suas principais diretrizes, o potencial paisagístico dessas áreas, que são invisibilizadas pela configuração urbana, pois, frequentemente, são fundos de loteamentos, áreas “sem uso”, desarticuladas dos seus contextos, caracterizando um processo de urbanização que fragmenta e que fragiliza ainda mais o ecossistema da região.

Leituras do território por seus vazios urbanos demonstraram a invisibilidade da diversidade do cerrado na paisagem cotidiana de Brasília. Neste estudo, pretendem-se traçar narrativas de ressignificação dos vazios na configuração do território planejado e construído com base em análises geomorfológicas e nos principais relatórios e planos de ordenamento territorial. Parte-se das premissas de que os vazios, as franjas, o espaço “entre” não são ausentes de significado e do uso, mas, sim, potencialidades na construção da paisagem urbana, e de que devem ser aplicadas teorias e práticas de planejamento e de projeto que possibilitem (re)articular a relação natureza e cidade.

1 O Planalto Central e a construção da paisagem da nova capital

A construção de Brasília é um marco emblemático do histórico movimento de interiorização do Brasil, tendo sido parte do planejamento macroeconômico do governo de Juscelino Kubitschek para a dinamização e a diversificação econômica e a diminuição das desigualdades regionais do país (FARIA; CARPINTERO, 2012). Com a posição geográfica central da nova capital, buscava-se irradiar seus esforços progressistas até as fronteiras a Oeste do país continental (IBGE, 1948, p. 20). Nesse contexto, a consolidação de Brasília de fato intensificou as dinâmicas econômicas, sociais e políticas da região, transformando definitivamente o território central do país, que passou a ser um polo de atração demográfica.

Brasília foi implantada em uma das regiões brasileiras mais estudadas à época sob o ponto de vista ambiental (MAIOR, 1992, p. 95).

Construída em pleno Planalto Central, tal como determinado pela Constituição Brasileira de 1891, Brasília encontra-se no então denominado Espigão Mestre do Brasil (IBGE, 1948), onde confluem três das grandes bacias hidrográficas do país: Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco, formando uma região divisora de águas, imersa no bioma cerrado. Esse bioma, por sua vez, revela-se um rico mosaico de formações vegetais, onde a pluralidade paisagística, representada por suas fitofisionomias,¹ resulta das variadas combinações entre fatores geomorfológicos, pedológicos e hidrográficos que constituem as diversificadas feições do seu território (GOODLAND; FERRI, 1979; EITEN, 1991; FELFILI *et al.*, 2004). Trata-se de um complexo sistema natural, atuante como conector entre biomas vizinhos e cuja integridade é fundamental para a fluidez de processos naturais de relevância continental.

Com base na profunda investigação desse território, realizada por comissões científicas encarregadas de estudar e de escolher a área onde viria a ser construída a nova capital, foram aventados elementos e dados fundamentais para a implementação e a estruturação do futuro DF. Tais premissas, presentes desde a concepção embrionária de Brasília, repercutem até hoje na relação que a metrópole mantém com o seu território.

Os primeiros trabalhos sistemáticos que descrevem a paisagem da região do DF quanto à sua geomorfologia e a seu sistema hidrográfico foram apresentados no Relatório da Comissão Exploradora do Planalto Central do Brasil – Relatório Cruls, de 1894. Conhecida como Missão Cruls, essa comissão descreveu as chapadas ou chapadões que caracterizam a região, bem como as feições morfológicas compostas por sub-bacias hidrográficas. Responsável ainda por diversificados estudos sobre clima, topografia, hidrologia, geologia, fauna, flora, pedologia e recursos naturais da região (MAIOR, 1992), a Missão Cruls delimitou um primeiro perímetro para o DF, o Quadrilátero Cruls, e identificou

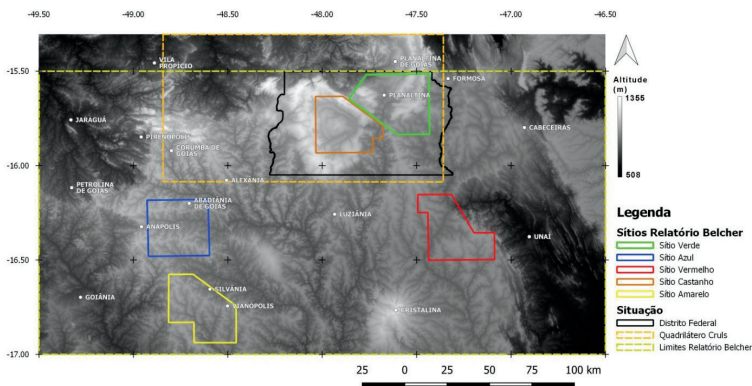
¹ Fitofisionomia é a primeira impressão causada pela vegetação (COUTINHO, 2006) construída pelo conjunto de características morfológicas de uma comunidade vegetal (RIBEIRO; WALTER, 1998).

o potencial de criação de um lago pelo represamento do rio Paranoá (CRULS, 1947).

Seis décadas depois da publicação do Relatório Cruls, foi elaborado o Relatório Belcher, em 1954, que intensificou a investigação sobre a região. Foi subsidiado por estudos de fotoanálise e de fotointerpretação realizados pela empresa estadunidense Donald J. Belcher and Associates Incorporated, contratada pela Comissão de Localização da Nova Capital Federal. Trata-se de investigação minuciosa do território, que pode ser classificada como o primeiro Estudo de Impacto Ambiental da região do cerrado. Na ocasião, estudaram-se diversas alternativas de localização para a futura cidade, suas restrições e medidas mitigadoras, tudo devidamente registrado em mapas, em gráficos, em fotografias aéreas, em mosaicos e em análises laboratoriais (MAIOR, 1992, p. 95).

Dos cinco sítios potenciais identificados pela Comissão de Localização da Nova Capital Federal, o Sítio Castanho foi escolhido como o mais adequado à nova ocupação urbana. O conhecimento geográfico do sítio escolhido, aprofundado pelo Relatório Belcher, compôs as bases do concurso para o projeto do Plano Piloto de Brasília (1956-1957), servindo como instrumento referencial essencial às propostas de projeto e de planejamento urbanos elaboradas pelas equipes participantes, como se vê na figura 1.

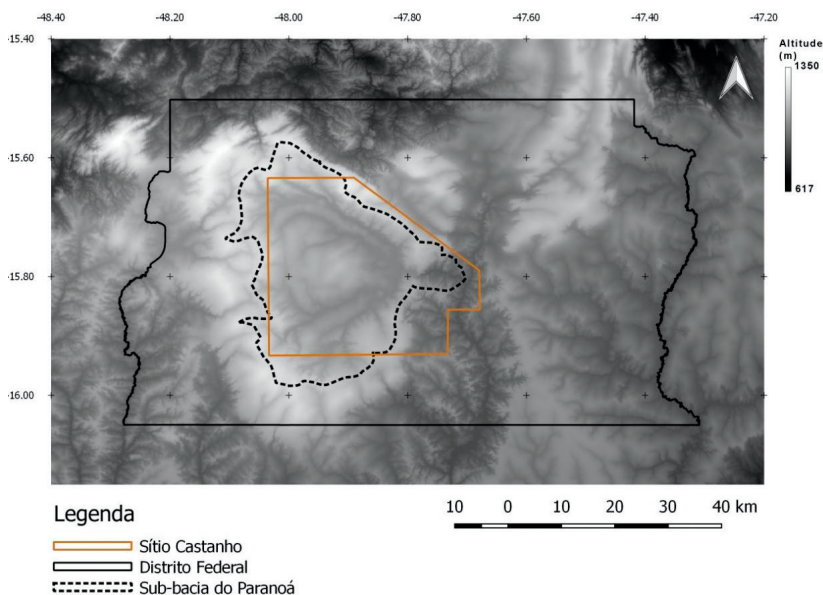
Figura 1: Localização dos limites das áreas estudadas pela Missão Cruls e pelo Relatório Belcher



Fonte: Elaborado por Tauana Ramthum do Amaral.

A escolha do Sítio Castanho para a construção de Brasília vinculou-se, entre outros, a critérios estruturais da paisagem, como a geomorfologia e a hidrografia da região. Pela sobreposição dos limites do Sítio Castanho a um mapa altimétrico e hidrográfico da região, é possível vincular o perímetro da área escolhida para a construção da capital aos limites da sub-bacia hidrográfica do Paranoá. Essa unidade hidrográfica possui singular geomorfologia, expressa pela disposição central de uma colina de aproximadamente 11 km de diâmetro, com encostas suaves, abraçada por vales ricos em nascentes e em cursos d'água afluentes do rio Paranoá, cujo represamento artificial deu origem ao Lago Paranoá, conforme figura 2.

Figura 2: Limites do Sítio Castanho e sub-bacia do Paranoá sobre mapa altimétrico e hidrográfico do Distrito Federal

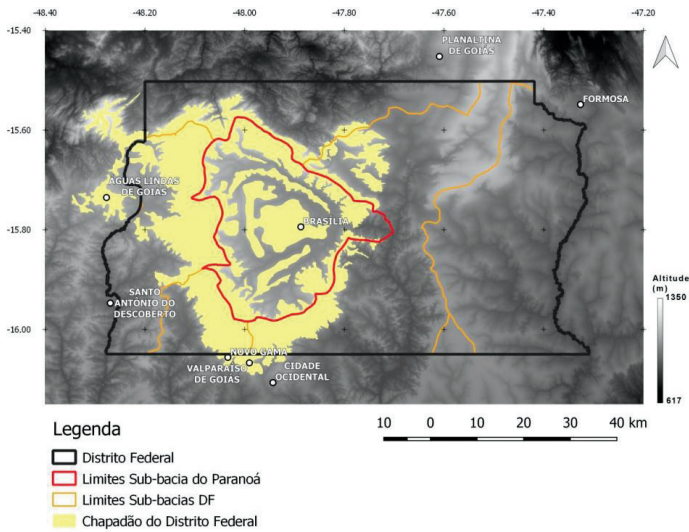


Fonte: Elaborado por Tauana Ramthum do Amaral.

A área escolhida para a implantação da nova capital apresenta topografia plana a plano-ondulada, acima da cota 1.000 m de altitude. Essas características reunidas na colina em meio à sub-bacia do

Paranoá, onde veio a ser construído o Plano Piloto de Brasília, além de favorecerem a urbanização, propiciam panoramas de largos horizontes e vastas paisagens em todas as direções. Ao relacionar a configuração dessa colina à geomorfologia de seu entorno, foi possível verificar que esse fragmento de chapada em meio à sub-bacia do Paranoá, apesar de ilhado pelo relevo mais acidentado dos vales que a contornam, faz parte da mesma unidade geomorfológica que contorna toda a sub-bacia do Paranoá e extrapola a fronteira do DF, estendendo-se pelos limites das sub-bacias adjacentes, como o Chapadão do Distrito Federal,² apresentado na figura 3.

Figura 3: Relação entre limites das sub-bacias hidrográficas no Distrito Federal e áreas da unidade geomorfológica Chapadão do Distrito Federal



Fonte: Elaborado por Tauana Ramthum do Amaral.

² Segundo mapa de Sistemas Naturais, produto do Zoneamento Ecológico Econômico da Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (ZEE/RIDE-DF, Fase I, 2009).

Entre a Missão Cruls e o Relatório Belcher foi desenvolvido, em 1946, outro estudo importante para a definição do sítio da capital, coordenado pelo general Djalma Poli Coelho, diretor do Serviço Geográfico do Exército e presidente da Comissão de Estudos para a localização da Nova Capital do Brasil. O Relatório Poli Coelho está registrado no documento *A localização da nova capital da República*, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 1948. Continha os votos e as sugestões do Conselho Nacional de Estatística a propósito da transferência da capital da República para o Planalto Central do Brasil.

Nessa publicação, encontra-se a Resolução nº 388, de 21 de julho de 1948, da Assembleia Geral do Conselho, a qual afirmava que a área para a nova capital seria calculada com base em estimativas de população total, estas bastante detalhadas e problematizadas (IBGE, 1948). Os cálculos incluíam a população a ser transferida, de cerca de 200 mil habitantes, entre funcionários públicos e seus dependentes; mais 100 mil habitantes, população de empregados de instituições culturais, sociais e desportivas, trabalhadores da indústria local, trabalhadores domésticos e rurais, somados à população existente, cujo número máximo a ser consolidado na nova capital seria de 50 mil pessoas (IBGE, 1948, p. 21). Os números finais eram de 500 mil habitantes na capital, mais 150 mil nas cidades-satélites a serem edificadas e 100 mil nas zonas rurais (IBGE, 1948, p. 23).

É muito interessante notar que as sugestões do referido conselho indicavam a solução urbanística de cidades-satélites para a organização da expansão territorial e populacional da capital, especificando limites de população:

As cidades-satélites são aqui propostas pelas mesmas razões porque o foram os núcleos rurais, isto é, de evitar o desenvolvimento unilinear ou disperso das populações suburbanas ou rurais ao longo das estradas e caminhos vicinais, pela sua concentração em áreas adequadas sob forma de pequenas cidades ou vilas, com tôdas as

comodidades de primeira ordem e com os seus próprios locais de trabalho. (IBGE, 1948, p. 23).

A resolução também indicava claros limites territoriais para a urbanização da capital, em que se afirma a necessidade de área de circunferência de 5 km de raio. A área indicada na resolução é equivalente à da colina de 11 km de diâmetro localizada ao centro da bacia do Paranoá, indicada pelo Relatório Belcher, e onde veio efetivamente a ser construído o Plano Piloto de Brasília. Além disso, também mencionava que a área do novo projeto urbanístico seria circundada por um extenso cinturão verde composto de parques, de florestas e de áreas produtivas (IBGE, 1948).

A limitação de população a 500 mil habitantes foi incorporada posteriormente pelo concurso para o plano piloto. Apesar de a questão não ter sido abordada pelo edital, a limitação foi definida após um questionamento de Ary Garcia Roza, então diretor-presidente do Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), cuja resposta foi divulgada em carta pelo próprio Niemeyer (BRAGA; KON; WISNIK, 2010, p. 42-44).

Reverberando a questão de limitações, William Holford, urbanista inglês membro da Comissão Julgadora do Concurso Nacional de Projetos para a Capital Federal, afirmou que não se poderia projetar uma capital

para ser aumentada indefinidamente [e que deveria existir] alguma delimitação do crescimento da cidade-mãe, uma vez alcançado o tamanho mais aconselhável; e os desenvolvimentos posteriores, especialmente dos centros agrícolas e industriais, devem ser planejados, a fim de que eles atuem como cidades-satélites e de apoio dentro da região (HOLFORD, 2012, p. 32).

A visão de Holford ilustra como a questão de estabelecer limites para a cidade – no caso, limite populacional e, conseqüentemente, também limite territorial – era seminal para o urbanismo no momento histórico do projeto de construção de Brasília (PESCATORI, 2015).

Na verdade, pode-se afirmar que a ideia de que qualquer cidade precisa ter limites populacionais e, por vezes, territoriais definidos, remonta aos primórdios da urbanização (RYKWERT, 2006).

O projeto urbanístico de Brasília, sua implementação e seu planejamento posteriores incorporaram os princípios de limitação física e populacional e de organização territorial controlada por meio do modelo de cidades-satélites, ideário reforçado pelas sugestões do Conselho Nacional de Estatística do IBGE e pela prática urbanística corrente. Vale destacar, porém, que a construção das cidades-satélites havia sido pensada por Lucio Costa como uma estratégia para suprir demandas posteriores à completa ocupação do primeiro núcleo, o Plano Piloto, ou seja, apenas quando a cidade atingisse o limite de 500 mil habitantes – o que, até os dias atuais, não aconteceu (PDAP – Codeplan/GDF aponta 225.002 pessoas no Plano Piloto de Brasília em 2019). Contrariando o que se planejava para a cidade projetada, o processo de satelitização de Brasília teve início antes mesmo de sua inauguração, impulsionado pelo acelerado crescimento demográfico instaurado na região. A primeira cidade-satélite, Taguatinga, foi construída à revelia do plano de Costa, em 1958.

Mesmo com a antecipação das cidades-satélites, os critérios ambientais que favoreceram a escolha do Sítio Castanho condiziam com a concepção de centralidade geográfica e com os anseios pelo potencial articulador da capital com o território nacional. A leitura dos relatórios científicos e técnicos que embasaram a definição da localização de Brasília aponta para uma relação estruturante das questões ambientais na configuração da paisagem planejada do plano piloto da nova capital e de sua microrregião (CRULS, 1947; IBGE, 1948; ALBUQUERQUE, 1955). Essa relação se deu pela aplicação das estratégias de planejamento e pelo projeto urbano em voga à época, quais sejam, as cidades-satélites entremeadas por amplas áreas “vazias” conectadas por estradas-parque. A configuração concêntrica da cidade, estruturada pela geomorfologia da região, favoreceu a implementação desses instrumentos e desses conceitos correntes no campo do planejamento. Como resultado, construiu-se uma paisagem urbana dispersa, porém,

articulada por redes de circulação viária imbuídas de forte configuração paisagística, as estradas-parque, amplificada pelas paisagens de cerrado que constituíam os espaços “entre”.

2 A sub-bacia do Paranoá como unidade de planejamento e a configuração dos espaços “entre”

Na prática, partindo-se da preocupação quanto à integridade do conjunto urbanístico do Plano Piloto de Brasília, à conservação dos recursos hídricos da sub-bacia do Paranoá e à aplicação das premissas de planejamento regional da nova capital, consolidou-se um arranjo territorial que respondia à geomorfologia da região. Diante disso, a sub-bacia do Paranoá, designada como unidade de planejamento, consagrou-se como princípio orientador da estruturação urbano-regional de Brasília. Visando a restringir a ocupação urbana na sub-bacia do Paranoá, a Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil (Novacap) definiu, em 1958, uma faixa sanitária correspondente aos limites dessa unidade hidrográfica demarcada espacialmente pela Estrada-Parque Contorno (EPCT).

A escolha do sítio das primeiras cidades-satélites fundamentou-se na marcação dos principais acessos à capital por estradas-parque e na criação de novos núcleos urbanos em torno da sub-bacia do Paranoá. Tal definição permitiu a preservação do meio ambiente e dos atributos naturais na região circunvizinha ao Plano Piloto, visando à conservação dos recursos hídricos da capital. Tais premissas configuraram o caráter *non aedificandi* do entorno imediato da capital, mantendo-se o isolamento desse fragmento de chapada no interior da sub-bacia, destinado à implantação da cidade-mãe, enquanto o anel de chapada, na faixa externa à EPCT, foi destinado à consolidação de cidades-satélites que orbitam em torno da capital.

Até meados da década de 1960, as primeiras cidades-satélites foram criadas para alojar famílias de operários que ocupavam áreas nas proximidades dos canteiros de obras do Plano Piloto de Brasília. Nesse contexto, as três primeiras cidades-satélites construídas, Taguatinga (1958),

Gama (1960) e Sobradinho (1960), foram localizadas estrategicamente ao longo dos principais eixos de acesso a oeste, a sul e ao norte da capital, os quais conectavam Brasília ao território nacional. Assim, nas áreas de convergência entre a EPCT e as estradas de rodagem provenientes de Anápolis, de Luziânia e de Formosa, foram instituídas essas cidades-satélites. Em respeito às premissas de planejamento regional da capital aplicadas à época, essas cidades se estabeleceram na faixa externa do cordão sanitário que isolava o entorno imediato do Plano Piloto de Brasília, área interna da sub-bacia do Paranoá, delimitada pela extensão do Chapadão do Distrito Federal.

Ficher (2018, p. 285) vai identificar essa delimitação como um cordão sanitário que impediu a implantação de outros assentamentos “à exceção de bairros residenciais de destinação mais seleta, como os Setores de Habitações Individuais (Lago Sul e Norte), o Setor de Mansões Suburbanas Park Way ou o Guará”. De fato, o cinturão verde impôs grandes distâncias e gastos às populações das primeiras cidades-satélites, com a geração de uma organização intencionalmente dispersa, estendida para além das ocupações internas ao DF e agravada pela concentração de empregos e de serviços no Plano Piloto para diversos municípios ao seu redor, constituindo, assim, uma metrópole regional (JATOBÁ, 2010; PAVIANI, 2010). No entanto, é fundamental reconhecer a implantação incompleta das cidades-satélites, que alcançaram pouca autonomia em relação à oferta de empregos e/ou serviços – autonomia que está na essência da teoria das cidades-satélites e que não se efetivou no DF.

Ademais, os vazios que geraram as grandes distâncias haviam sido pensados como espaços de efetiva utilização cotidiana. Segundo o Plano Preliminar das Facilidades Materiais para a Recreação em Brasília, de 1960, essas estruturas deveriam fomentar a conexão dos brasilienses com seu entorno pela associação de áreas verdes às margens dessas estradas de rodagem, equipadas por “parques de recreio, jardins, museus, locais para piquenique, mirantes etc.” (MEDEIROS, 1960, p. 148). A manutenção de amplas áreas *non aedificandi* visava ainda à preservação de recursos hídricos, à produção de alimentos para o seu abastecimento interno, além da criação de atrações turísticas

para a cidade com a preservação de atributos naturais do seu território (ALBUQUERQUE, 1955). Nesse contexto, Brasília foi pioneira no processo de criação de uma série de unidades de conservação no país pela implementação, em 1961, do Parque Nacional de Brasília (PNB), que preserva extensa área de cerrado no interior da sub-bacia do Paranoá.

A extensa área do Chapadão do DF, visada como área destinada à expansão urbana, contorna os limites da sub-bacia hidrográfica do Paranoá e de sub-bacias adjacentes, atuando como divisora de águas e conectora ecológica entre unidades hidrográficas. A topografia, identificada pela altitude elevada (acima de 1.000 m) e por suaves declividades (entre 5 a 10%), somada ao solo espesso e permeável, predominantemente composto por latossolos, constituem condições características da fitofisionomia cerrado sentido restrito³ (UNESCO, 2002). São áreas que comportam grande potencial de recarga de aquíferos, responsáveis pelo equilíbrio hídrico da região, mas que se encontram vulneráveis à intensa degradação devido às condições favoráveis que apresentam para a urbanização e para a mecanização da agricultura.

A implantação das primeiras cidades-satélites respeitou, portanto, a delimitação do anel de proteção ambiental, buscando ocupar as áreas de chapada mais favoráveis à urbanização, interrompendo o tecido urbano quando este se confrontava com barreiras naturais, de maior sensibilidade ambiental, como declives acentuados, nascentes, cursos d'água ou alagados com riscos de enchentes. Porém, a diversidade paisagística do cerrado não foi explorada como elemento integrante do desenho intraurbano dos projetos urbanísticos desses novos núcleos planejados, que se configuraram como ilhas urbanas de limites bem-definidos, sem articulações projetuais externas a elas e com dinâmicas socioeconômicas de alta dependência do Plano Piloto.

Formações savânicas e campestres das chapadas, que tampouco tinham suas particularidades ecológicas relevadas, eram muitas vezes removidas

³ O cerrado sentido restrito é caracterizado por árvores baixas, com ramificações retorcidas, associadas a estratos arbustivo e herbáceo. Originam-se subdivisões fisionômicas distintas do cerrado sentido restrito, tais como o Cerrado Denso, o Cerrado Típico, o Cerrado Ralo e o Cerrado Rupestre (UNESCO, 2002).

para a implantação dos novos núcleos urbanos, enquanto as áreas naturais remanescentes, não urbanizadas, não dialogavam com o desenho urbano. Em Taguatinga, um dos exemplos mais relevantes: as avenidas principais são traçadas paralelamente aos córregos Taguatinga e Cortado, cujas nascentes e leitos comportam formações vegetais de mata de galeria e campos de murundus e onde o desenho intraurbano não consolidou espaços públicos que articulem a cidade com essa paisagem. Trata-se de uma realidade comum a outras cidades-satélites do DF, em que os conjuntos de edificações que delimitam o tecido urbano, muitas vezes formados por setores de oficinas e quadras industriais, confrontam-se com áreas ambientalmente sensíveis, mas de grande potencial paisagístico e relevante função ecológica, bloqueando possíveis visuais e acessos à paisagem nativa, além de fragmentar e de degradar os ecossistemas da região.

Paralelamente à urbanização da faixa externa do anel sanitário, surgiram algumas exceções a essa premissa do planejamento regional da capital. Ocupações urbanas no interior da sub-bacia do Paranoá não demoraram a surgir, quando, em 1961, o Núcleo Bandeirante foi regularizado e, em 1967, o Setor Residencial de Indústria e Abastecimento (SRIA) começou a se expandir, dando origem ao Guará (DERNTL, 2019). Os desenhos urbanos das novas cidades, em boa parte, apresentam espaços livres extensos, porém, negligenciados. Eles continuaram não dialogando com seus contextos naturais. À medida que o crescimento demográfico de Brasília seguia pressionando a expansão urbana na região, intensificou-se o consumo do território e de seus recursos naturais, colocando em risco proeminente a integridade do conjunto urbanístico do Plano Piloto de Brasília. Esse cenário fomentou a formulação de planos de ordenamentos territoriais e urbanos ao longo das décadas seguintes. Eles buscaram estratégias de integração dos núcleos urbanos dispersos pelo adensamento, incitando processos de conurbação (SCHVARBERG, 2014).

O Plano Estrutural de Organização Territorial do Distrito Federal (PEOT),⁴ conforme o Governo do Distrito Federal (GDF, 1977), foi o

⁴ Instituído pelo Decreto nº 4.049, de 10 de janeiro de 1978.

primeiro plano de ocupação do solo de Brasília depois do Plano Piloto, em 1978. O PEOT identificou a intensificação dos processos de urbanização concentrados no eixo sudoeste da capital, reconhecendo, estimulando e organizando a formação da aglomeração urbana que se inicia no conjunto Taguatinga-Ceilândia e se conecta à cidade do Gama, estendendo-se até o município de Luziânia, Estado do Goiás.

O PEOT e os planos subsequentes reafirmaram o Chapadão do Distrito Federal como a área destinada ao maior processo de urbanização no perímetro do DF. Dessa forma, essa unidade geomorfológica foi paulatinamente tomada por um crescente processo de conurbação urbana, por vezes, planejado, por outras, não, principalmente, ao longo do eixo sudoeste, entre o Plano-Piloto e o Gama. Ocupações irregulares em áreas de borda de chapada, parcelamento irregular de áreas de chácaras, novos núcleos urbanos projetados em meados de 1980 e 1990, entre outros fenômenos, construíram cenários de paisagens fragmentadas e descontínuas, entrecortadas por áreas verdes que constituem fundos de lotes, inacessíveis ou invisíveis ao percurso citadino.

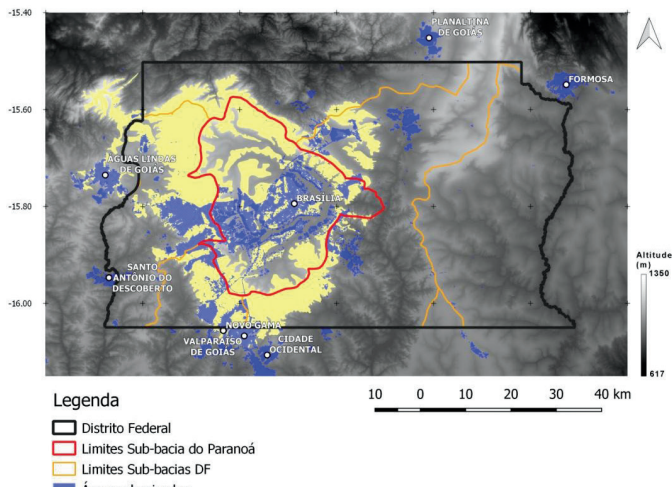
Efetivamente, a Grande Brasília permaneceu fragmentada e distante do centro durante décadas. De forma paulatina, no entanto, parte de seus vazios intersticiais foi sendo ocupada, construída, com a conseqüente conurbação de algumas cidades-satélites. Isso propiciou a configuração de uma área urbana mais contínua, com a diluição de limites entre seus núcleos urbanos e a conseqüente perda da predominância das áreas verdes na paisagem urbana. Mais recentemente, a partir dos anos 2000, percebeu-se redução no ritmo de crescimento da mancha urbana do DF, o adensamento e a verticalização de diversas áreas já ocupadas (JATOBÁ, 2010, p. 309-312), como Águas Claras, Taguatinga, Guará, Gama e Ceilândia.

Observa-se que, ao longo das primeiras décadas de rápido crescimento populacional, 1960 a 1980, o planejamento se empenhou em definir limites e em designar usos entre os perímetros urbanos de cada mancha urbana, de modo a evitar ocupações irregulares que já vinham provocando expansão urbana desordenada. Se, por um lado, as preocupações estavam voltadas para a densificação e a ocupação de “vazios” territoriais, por outro lado, poucas diretrizes nas décadas subsequentes

foram tomadas para que essas áreas intersticiais se transformassem em parte indissociável da paisagem urbana em construção.

Muitos desses interstícios foram tratados como limites de perímetros urbanos e ficaram à margem da gestão do território de cada Região Administrativa (RA) do DF. O vazio, o indeterminado, a área lindeira sem efetivo reconhecimento pelos Planos Diretores Locais, eram áreas “verdes”, “sem uso”, descritas somente nos planos territoriais pertencentes ao ecossistema ambiental e não ao urbano. As narrativas de ocupação do Planalto Central e seus campos visuais de clima ameno, espaços verdejantes e recursos hídricos generosos foram, pouco a pouco, sendo substituídas pela retórica do adensamento e da ocupação de vazios urbanos de modo a evitar descontinuidades no tecido urbano, como em qualquer outra área metropolitana. Esse processo de urbanização, que intensificou a ocupação do Chapadão do Distrito Federal, não se conteve, porém, nas regiões de chapada, expandindo-se sobre áreas de maior fragilidade ambiental adjacentes, constituídas por declividades mais acentuadas, com maiores riscos de erosão e associadas a nascentes e a corpos hídricos, como é possível verificar na figura 4.

Figura 4: Relação entre ocupação urbana, Chapadão do Distrito Federal e sub-bacias hidrográficas



Fonte: Elaborado por Tauana Ramthum do Amaral.

Considerações finais

Pode-se afirmar que as características naturais do sítio de Brasília, associadas às premissas de planejamento regional da capital, determinaram processos de ocupação urbana dispersa sobre o território desde os primórdios da implantação da capital. Assim, diferentemente de outras cidades brasileiras, Brasília nasceu dispersa. De fato, a descontinuidade da paisagem urbana deixou extensos espaços menos adensados ou vazios entre os núcleos ocupados, muitas vezes interpretados exclusivamente como ausências, como “nada”, mas que constituem partes naturais e produtivas, intrínsecas à cidade e às suas dinâmicas.

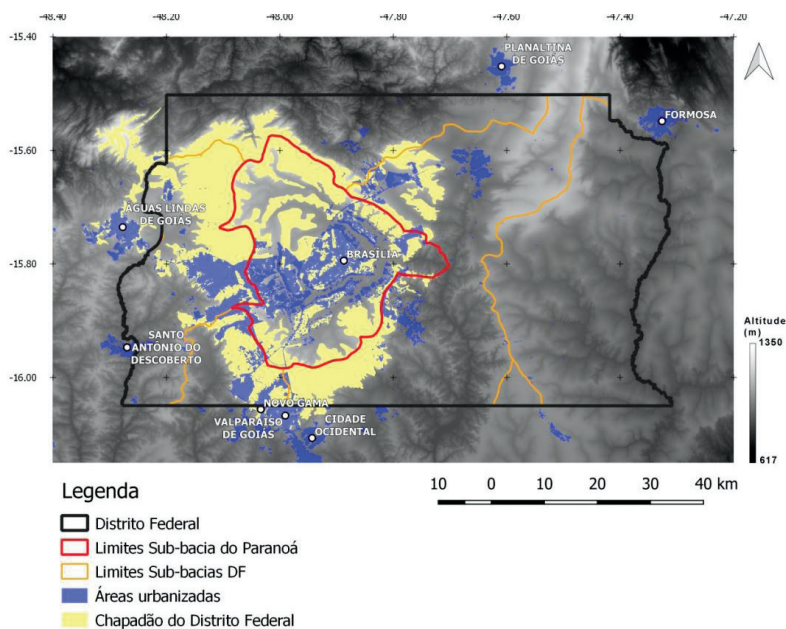
Diante do intenso processo de urbanização da capital, observa-se que a manutenção de áreas *non aedificandi* no interior da sub-bacia do Paranoá, premissa de planejamento regional que precedeu a inauguração de Brasília, foi possível, em grande parte, devido à criação de unidades de conservação e de parques urbanos (figura 5). Nesse contexto, é fundamental destacar a assertividade da política pública de instituição de unidades de conservação no DF, em especial, aquelas que compõem a Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal,⁵ que engloba as áreas do PNB, da Estação Ecológica de Águas Emendadas, da Estação Ecológica do Jardim Botânico de Brasília, da Reserva Ecológica do IBGE, da Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília e do Jardim Botânico de Brasília. Trata-se de unidades de conservação que preservam o cerrado nas áreas de relevo mais plano, com grande potencial de recarga de aquíferos, vulneráveis à conversão de uso do solo urbano ou agropecuário. A Reserva da Biosfera do Cerrado do DF possibilitou, portanto, a preservação de amplas paisagens de cerrado sentido restrito.

A diversidade de fitofisionomias do cerrado resiste em fragmentos de mosaicos circundados por áreas urbanizadas, na maioria das vezes, delimitados como unidades de conservação, ainda desconectados da dinâmica urbana e muito pouco vivenciados nos percursos e no cotidiano do habitante da região. A falta de diálogo entre o desenho desses

⁵ Instituída pela Lei nº 742, de 26 de julho de 1994.

núcleos urbanos e seu entorno natural fez com que a cidade se transformasse em barreira ao *continuum* paisagístico do território. Apesar disso, é possível observar que a rede de estradas-parque no interior da sub-bacia do Paranoá tangencia a maioria das unidades de conservação e parques urbanos do DF, além de cruzar muitas vezes com cursos d'água e suas respectivas áreas de preservação permanente. O cenário atual, evidenciado pela cartografia crítica, favorece o fortalecimento de um sistema de áreas verdes com a realização de parques lineares e com a composição de corredores verdes capazes de resgatar as premissas originais da capital de entremear áreas verdes e áreas urbanizadas, em favor da conservação dos recursos naturais e do fortalecimento da vivência do cidadão no entorno natural da capital, como se vê na figura 5.

Figura 5: Unidades de conservação e parques urbanos associados aos sistemas viário e hídrico do DF



Fonte: Amaral (2015, não publicado).

Em Brasília, parece-nos relevante reforçar, a manutenção de amplas áreas *non aedificandi* entre os núcleos urbanos formados pelo Plano

Piloto e cidades-satélites baseou-se, entre outros fatores, no fortalecimento da relação do cidadão brasileiro com o entorno natural da capital, com a produção de alimentos, com a preservação de recursos hídricos e de atributos naturais do seu território (ALBUQUERQUE, 1955). Sabemos que essas valiosas premissas de planejamento não se efetivaram, o que transformou os espaços *non aedificandi* em áreas verdes desconectadas das relações sociais, econômicas, políticas e culturais cotidianas, imprimindo fortes ônus ao meio ambiente e às populações das cidades-satélites, durante muito tempo, dependentes do Plano Piloto. A segregação socioeconômica decorrente desse processo de urbanização, muito estudada e criticada (FERREIRA, 1985; PAVIANI, 1996, 2012; SCHVARSBERG, 2010; HOLANDA *et al.*, 2015), é inegável e deve permanecer sendo minuciosamente problematizada pela pesquisa em urbanismo.

No entanto, ao reconhecermos a incontornável realidade espacial e social dessa paisagem dispersa, composta por inúmeros fragmentos de cerrado e de cidade construídos e vivenciados por seus habitantes todos os dias, fica evidente que as práticas de planejamento não alcançaram plenamente seus nobres objetivos reguladores, muito menos suas utopias equitativas e ambientais. Assim, o desafio da gestão territorial equilibrada, ou, em outras palavras, da (desgastada) urbanização sustentável, permanece. Porém, mais do que indicar uma ineficiência do planejamento como prática, esse cenário exige reinterpretação das potencialidades projetuais e políticas do planejamento urbano, que precisa avançar para além da solução vigente de ocupar e de criar tecidos urbanos contínuos, dentro de um paradigma morfológico de cidade compacta (NEWMAN; KENWORTHY, 1999; GEHL; GEMZOE, 2002; NEWMAN; JENNINGS, 2008; GEHL, 2011, 2013) e incorporar efetivamente a paisagem dispersa em suas metodologias, diretrizes e soluções.

Reverberamos aqui um desafio colocado por Roberto Monte-Mór (2015, p. 61), que problematiza as relações entre a urbanização e a “natureza humana e não humana”, entendida como sustentabilidade. Para Monte-Mór (2015, p. 61), “repensar o sentido da natureza no mundo

contemporâneo passou a ser tarefa premente e permanente deste século”, especialmente diante dos processos de urbanização extensiva (dispersão) e intensiva (adensamento e verticalização), característicos das cidades brasileiras, quiçá, das metrópoles latino-americanas. Para ele,

A chamada sustentabilidade urbana demanda o resgate radical da natureza, uma imbricação do tecido urbano com o espaço natural, a extensão da natureza dentro do urbano extensivo. Assim, o urbano que se anuncia é também o *urbano-natural*, cada vez mais impregnado na vida cotidiana, na produção de alimentos, nos parques lineares, nas matas urbanas, nos espaços de apropriação coletiva - espaços (e objetos) comuns (MONTE-MÓR, 2015, p. 63, grifo nosso).

O caso da dispersão planejada de Brasília muito contribui com esse debate. Em Brasília, a relação entre meio natural e meio urbano se colocou, desde muito antes da construção da capital, como base da sua urbanização na escala regional, quando tanto o Plano Piloto, quanto as cidades-satélites responderam às capacidades e às especificidades ambientais do território. No entanto, se, no projeto urbanístico da capital, a relação com a natureza foi incorporada, configurando uma cidade-jardim de amplos espaços verdes livres (quase sempre) articulados ao cotidiano, o mesmo não aconteceu no projeto das cidades-satélites, muito menos nas diversas ocupações informais do DF.

A paisagem aparece assim como uma manifestação exemplar da multidimensionalidade dos fenômenos humanos e sociais, da interdependência do tempo e do espaço e da interação da natureza e da cultura, da economia e do simbólico, do indivíduo e da sociedade.⁶ (COLLOT, 2011, p. 11, tradução nossa).

⁶ “Le paysage apparaît ainsi comme une manifestation exemplaire de la multidimensionalité des phénomènes humains et sociaux, de l’interdépendance du temps et de l’espace, et de l’interaction de la nature et de la culture, de l’économique et du symbolique, de l’individu et de la société.” (COLLOT, 2011, p. 11)

Paisagem, como força-motriz do entendimento do que é vivência e habitação, significa, conforme Michel Collot (2011), a manifestação, a mediação, a dialética entre a indissociabilidade do tempo e do espaço, a multidimensionalidade da natureza e da cultura. Concordamos com Collot quando afirma que é necessário compreender paisagem como fenômeno, como princípio norteador *vis-à-vis* entendimentos teóricos e metodológicos do projeto e do planejamento. Nessa perspectiva, paisagem deixa de ser objeto avistado e passa a ser compreendida na relação entre o sujeito e o coletivo, na experiência do indivíduo em seu contexto, o seu lugar.

Referências

ACSELRAD, Henri. Discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, n. 1, maio, 1999. Disponível em <http://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/27/15> Acesso em: 18 jan. 2019.

ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal*. YAZAKI, Luiz Fernando Orsini; MONTENEGRO, Marcos Helano Fernandes; COSTA, Jeferson da (Ed.). Brasília, DF: ADASA, UNESCO, 2018.

ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. *Resolução nº 9, de 8 de abril de 2011*. Estabelece os procedimentos gerais para requerimento e obtenção de outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos de domínio do Distrito Federal e naqueles delegados pela União e Estados. Disponível em: www.adasa.df.gov.br. Acesso em: 1 maio 2019.

AHERN, Jack. Green infrastructure for cities: the spatial dimension. *In: Cities of the future: towards integrated sustainable water and landscape management*. ed. V. Novotny. London: IWA Publications, 2007. p. 267-283.

AHERN, Jack. Planning and design for sustainable and resilient cities: theories, strategies and best practice for green infrastructure. In: Novotny, V., Ahern, J., and Brown, P. (Eds), *Water-Centric Sustainable Communities*, (pp.135-176). Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010.

AHERN, Jack; CILLIERS, Sarel; NIEMELA, Jari. The concept to ecosystem services in adaptive urban planning and design: a framework for supporting innovation. *Landscape and Urban Planning*, v. 125, p. 254-259, 2014.

ALBUQUERQUE, José Pessoa Cavalcanti de. *Relatório Anual Comissão de Localização da Nova Capital Federal*. Comissão de Cooperação para Mudança da Capital Federal. Rio de Janeiro, RJ, 1955. Disponível em: <http://bd.camara.gov.br/bd/>. Acesso em: 28 out. 2018.

ALEX, Sun. *Projeto da praça: convívio e exclusão no espaço público*. São Paulo: Senac, 2008.

AMARAL, Rubens do. *A prestação de serviços ecossistêmicos e a dinâmica de estoque de dióxido de carbono no sistema de espaços livres do município de Belo Horizonte*. 2015. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável) – Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2015.

ANDJELKOVIC, Ivan. *Guidelines on non-structural measures in urban flood management International Hydrological Programme (IHP)*. Paris, France: [S.n.], 2001.

ANDRADE, Liza Maria Souza. *Conexão dos padrões espaciais dos ecossistemas urbanos: a construção de um método com enfoque transdisciplinar para o processo de desenho urbano sensível à água no nível da comunidade e da paisagem*. 544 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pesquisa e Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Brasília, 2014.

ARAÚJO, Marcos Antonio Reis. *Unidades de conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial*. Belo Horizonte: SEGRAC, 2007.

ARNOLD, Chester L.; GIBBONS, James. Impervious surface coverage: the emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, v. 62, n. 2, p. 243-258, 1996.

ARNOLD, Jeffrey G. *et al.* Soil and water assessment tool input/output documentation version 2012. *Texas Water Resources Institute*, v. 7, 2012.

AUSTIN, Gary. *Green infrastructure for landscape planning: integrating human and natural systems*. New York: Routledge, 2014.

BARBAUX, Sophie. *Sponge city: water resource management*. Mulgrave: Images Publishing, 2015.

BATISTELA, Tatiana Sancevero. *O zoneamento ambiental e o desafio da construção da gestão ambiental urbana*. 159 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BATLLE, Enric. El jardín de la metrópoli: del paisaje romántico al espacio libre para una ciudad sostenible, 2014. In: GINER, Bárbara. *La infraestructura verde como base de la resiliencia urbana: estrategias para la regeneración de corredores fluviales urbanos del Banco Interamericano de Desarrollo*. Tese (Doctorado) – Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ESTAM), Universidad Politécnica de Madrid, 2016.

BEATLEY, Timothy. *Handbook of biophilic city planning and design*. Washington, DC: Island Press, 2017.

BENEDICT, Mark A.; McMAHON, Edward T. *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington, DC: Publisher, 2006.

BEZERRA, Maria do Carmo de L.,. Relationship between urban and environment management instruments in cities. In: *International Seminar on Environmental Planning and Management*, 4th Urbenviron, *Technische Universitat Berlin*, Rio de Janeiro, *Anais...* Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010

BEZERRA, Maria do Carmo de L.,. A necessária articulação entre os instrumentos de gestão de APA urbanas e o plano diretor. *Revista Eletrônica de Estudos Urbanos e Regionais*, Rio de Janeiro, n. 22, 22 set. 2015. Disponível em: <http://emetropolis.net/artigo/170?name=a-necessaria-articulacao-entre-os-instrumentos-de-gestao-de-apa-urbanas-e-o-plano-diretor>. Acesso em: 19 jul. 2020.

BOLUND, Per; HUNHAMMAR, Sven. Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 1999, v. 29, n. 2, p. 293-301.

BOOTH, Dereck B. Urbanization and the natural drainage system: impacts solutions and prognoses. *The Northwest Environmental Journal*, 1991, v. 7, n. 1.

BRAGA, Milton; KON, Nelson; WISNIK, Guilherme. *O concurso de Brasília: sete projetos para uma capital*. São Paulo, SP, Brasil: Cosac Naify; Imprensa Oficial: Museu da Casa Brasileira, 2010.

BRASIL. Decreto nº 84.017, de 21 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília DF, p. 13785, 21 set. 1979, (Publicação Original).

BRASIL. Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de estações ecológicas, áreas de proteção ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 7557, 28 abr. 1981 (Publicação Original).

BRASIL. Decreto nº 88.351, de 1º de junho de 1983. Regulamenta a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a política nacional do meio ambiente e sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 9417, 3 jun. 1983 (Publicação Original).

BRASIL. Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e sobre a política nacional do meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, seção 1, Brasília, DF, p. 10887, 7 jun. 1990 (Publicação Original).

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, p. 1, 19 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, eletrônico, p. 1, 17 jul. /2001 (Retificação).

BRASIL. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, p. 6, 11 jul. 2002 (Publicação Original).

BREARS, Robert C. *Blue and green cities: the role of blue-green Infrastructure in managing urban water resources*. London: Palgrave Macmillan UK, 2018.

BROWN, Rebekah R.; KEATH, Nina; WONG, Tony H. F. Urban water management in cities: historical, current and future regimes. *Water Science and Technology*, v. 59, n. 5, p. 847-855, 2009.

BRUN, Soren Erick; BAND, Lawrence. E. Simulating runoff behavior in an urbanizing watershed. *Computers, Environment and Urban Systems*, v. 24, p. 5-22, 2000.

CABRAL, Nájila Rejanne Alencar Julião; SOUZA, Marcelo Pereira. *Área de proteção ambiental: planejamento e gestão de paisagens protegidas*. São Carlos: RIMA, 2005. 158p.

CAMPOS, Elói Jose Guimarães. Hidrogeologia do Distrito Federal: bases para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, n. 1, p. 41-48, 2004.

CENTER FOR APPLIED TRANSECT STUDIES. *THE Transect*. Disponível em: <https://transect.org/transect.html>. Acesso em: 12 fev. 2019.

CESAR, L. P. M. *Visões de mundo e modelos de paisagismo: ecossistemas urbanos e utilização de espaços livres em Brasília*. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

CHRISTOFIDIS, Hugo V. *Drenagem urbana sustentável: análise do uso do Retrofit*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

CODEPLAN – COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL. *Pesquisa distrital por amostra de domicílios do Distrito Federal* – PDAD-DF–2015.

COLLOT, Michel. *La pensée-paysage. Philosophie, arts littérature*. Arles: ActesSud/ENSP, coll. “Paysage”, 2011.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 11, de 3 de dezembro de 1987. Dispõe sobre a declaração, como unidades de conservação, de várias categorias de sítios ecológicos de relevância cultural. Diário Oficial da União: seção 1, p. 4563. Correlações: Complementada pela Resolução nº 12, de 1988. Revogada pela Resolução nº 428, de 2010.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 10, de 14 de dezembro de 1988. Dispõe sobre a regulamentação das Áreas de Proteção Ambiental - APAs. Diário Oficial da União: seção 1, p. 13660-13661, 11 ago. 1989. Revogada pela Resolução nº 428, de 2010.

CÔRTE, Dione Angélica de Araújo. *Planejamento e gestão de APAs: enfoque institucional*. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 1997. 106 p.

COUTINHO, Leopoldo M. O conceito de bioma. *Acta Botanica Brasileira*, São Paulo, v. 20, n.1, p. 13-23, Jan./Mar2006. ISSN 1677-941X.

CPRH. *Zoneamento ambiental da área de proteção ambiental: APA Santa Cruz*. Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional. Recife: Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 2010.

CRULS, L. (org.). *Relatório da Comissão Exploradora do Planalto Central*. São Paulo: Nacional, 1947.

DAVIES, Clive; MCGLOIN, Clive; MACFARLANE, Douglas R.; ROE, Maggie. *Green infrastructure planning guide project: final report*. Annfield Plain, UK: NECF, 2006.

DERISSEN, Sandra; QUAAS, Martin F.; BAUMGARTNER, Stefan. The relationship between resilience and sustainability of ecological-economic systems. *Ecological Economics*, v. 6, n. 70, p. 1121-1128, 2011.

DERNTL, Maria Fernanda. O Plano Piloto e os planos regionais para Brasília entre fins da década de 1940 e início dos anos 60. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 26, jan. 2019. ISSN 2317-1529. Disponível em: <http://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/5918>. Acesso em: 27 jul. 2019.

DIEGUES, Antonio Carlos Sant'Ana. *O mito moderno da natureza intocada*. São Paulo: NUPAUB – USP, 1994.

DOVER, John W. *Green infrastructure: incorporating plants and enhancing biodiversity in buildings and urban environments*. New York: Routledge, 2015.

EISENMAN, Theodore S. Frederick Law Olmsted . Green infrastructure and the evolving city. *Journal of Planning History*, November 2013, v. 12, n. 4, p. 287-311.

EITEN, George. Vegetação do cerrado. In: PINTO, Maria de N. (Org). *Cerrado, caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1991. p. 9-65.

EPA. U.S. Environmental Protection Agency. *Low impact development (LID)*. A literature review. [S.l.: s.n.]. October, p. 41, 2000a. Disponível em: <https://nepis.epa.gov...> Acesso em: 19 jul. 2020.

EPA. U.S. Environmental Protection Agency. Protecting water resource with higher density development. [S.l.; s.n.], 2000b. Disponível em: https://www.epa.gov/sites/production/files/201403/documents/protect_water_higher_density1.pdf. Acesso em: 6 June 2019.

FARIA, Rodrigo Santos de; CARPINTERO, Antônio Carlos. Brasília, capital de Brasil: desarrollo nacional y urbanismo (1930- 1960). In: SAMBRICIO, Carlos. *Ciudad y vivienda en America Latina 1930-1960*. Madrid: Lampreave, 2012. p. 104-139.

FARIA, Sueli Correia. Análise do risco ecológico: um método para o planejamento espacial de bases ecológicas. Texto didático. *Série Planejamento e Gestão Ambiental*. Brasília, v. 5, 2004. p. 93-107.

FELFILI, Jeanine Maria *et. al.* Diversity, floristics and structural patterns of cerrado vegetation in central Brazil. *Plant Ecology*, v. 175, p. 37-46, Jul./2004.

FERREIRA, Ignez Costa Barbosa. O processo de urbanização e a produção do espaço metropolitano de Brasília. In: PAVIANI, Aldo (org.). *Brasília, ideologia e realidade: o espaço urbano em questão*. São Paulo: Editora Projeto, 1985.

FICHER, Sylvia. Brasília: das imprevidentes baixas densidades à imprudente verticalização. *Urbana Rev. Eletrônica Centro Interdisciplinar de Estudos Sobre a Cidade*, Campinas, SP, v. 10, n. 2, p. 278-298, mai./ago. 2018.

FIREHOCK, Karen. *A short history of the term green Infrastructure and selected literature*, 2010. Disponível em: <http://www.gicinc.org/PDFs/GI%20History.pdf>. Acesso em: 10 July 2019.

FIREHOCK, Karen. *Strategic green infrastructure planning: a multi-scale approach*. Washington: Island Press, 2012.

FISHER, Brendan; TURNER, Kerry; MORLING, Paul. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, n. 68, p. 643-653, 2009.

FORATTINI, Oswaldo Paulo. Qualidade de vida e meio urbano: a cidade de São Paulo, Brasil - novos aspectos da saúde pública. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, n. 25, p. 75-86, 1991.

FOSTER, Stephen S. D.; MORRIS, Brian L; LAWRENCE, Adrian R. Effects of urbanization on groundwater recharge. In: TELFORD, Thomas (org.). *Groundwater problems in urban areas*. London: [S.n.], 1994.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. *Orientações básicas para drenagem urbana*. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 32 p.

GDF. GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. *Plano estrutural de organização territorial do Distrito Federal – PEOT*. Brasília, DF: Secretaria de Estado de Planejamento e Orçamento, 1977.

GDF. GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Obras. *Plano diretor de drenagem urbana do Distrito Federal*. Brasília: Concremat Engenharia, 2008.

GEHL, Jan. *Life between buildings using public space*. Washington, DC: Island Press, 2011.

GEHL, Jan. *Cidades para pessoas*. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GEHL, Jan; GEMZOE, Lars. *Novos espaços urbanos*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, GG, 2002.

GINER, Bárbara. *La infraestructura verde como base de la resiliencia urbana: estrategias para la regeneración de corredores fluviales urbanos del Banco Interamericano de Desarrollo*. Tese (Doctorado) – Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ESTAM), Universidad Politécnica de Madrid, 2016.

GIRARDET, Herber. *Ciudades*. México: Gaia, 1989.

GOMES, Vanusa. M. *Aspectos qualitativos e quantitativos da água de drenagem pluvial em sub-bacia urbana na cidade de Brasília – DF*. 85 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. *Os (des)caminhos do meio ambiente*. 8 ed. São Paulo: Contexto, 2001.

GOODLAND, Robert; FERRI, Marco G. *Ecologia do cerrado*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.

GRANJA, Leda V. A de Carvalho. *O papel das áreas de proteção ambiental – APAS – na conservação dos recursos naturais em áreas urbanas*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

GRAVE, Luís; VALE, Mario. Atributos fundamentais do meio urbano sustentável. In: *Pluris 2014, Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, 6., 2014, Lisboa-PT. *Anais...* Lisboa – PT. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/272826399>. Acesso em: 4 abr. 2019.

GREGORY, Justin.H *et al.* Effect of urban soil compaction on infiltration rate. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 61, n. 3, p. 117-124, 2006.

GUAPYASSÚ, Sandra Maria dos Santos (ed.). *Gerenciamento de áreas de proteção ambiental no Brasil*. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 144 p.

GUERRA, Antonio José Teixeira; DA CUNHA, Sandra Baptista. *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Bertrand Brasil, 2001.

GUIMARÃES, Solange T. de Lima. Nas trilhas da qualidade: algumas ideias, visões e conceitos sobre qualidade ambiental e qualidade de vida. *Geosul*, Florianópolis, v. 20, n. 40, p. 7-26, 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13233>. Acesso em: 22 abr. 2019.

HAMAN, Serag El Din *et al.* Principles of urban quality of life for a neighborhood. *HBRC Journal*, v. 9, 2013. Disponível em: <http://ees.elsevier.com/hbrcj>. Acesso em: 22 Apr. 2019.

HAMILTON, Gordon. W.; WADDINGTON, Donald. V. Infiltration rates on residential laws in central _Pennsylvania. *Journal of Soil and Water Conservation*, v. 54, n. 3, p. 564-568, 1999.

HANSEN, Rieke; PAULEIT, Stephan. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, v. 4, n. 43, p. 516-29, 2014.

HERZOG, Cecília. *Cidades para todos: (re) aprendendo a conviver com a natureza*. Rio de Janeiro: MAUAD X e Inverde, 2013.

HINMAN, Curtis. *Low Impact Development Technical Guidance Manual for Puget Sound*, Tacoma. 2012. Washington, USA. Disponível em: https://www.psp.wa.gov/downloads/LID/20121221_LIDmanual_FINAL_secure.pdf. Acesso em: 19 July 2020.

HOGAN, Daniel. A relação entre população e ambiente: desafios da demografia. In: TORRES, Aroldo; COSTA, Heloisa. *População e meio ambiente*. São Paulo: Senac, 2000.

HOLANDA, Frederico de *et al.* A configuração da área metropolitana de Brasília. In: RIBEIRO, Rômulo; TENORIO, Gabriela; HOLANDA, Frederico de. *Brasília: transformações na ordem urbana*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015, p. 64-97.

HOLFORD, William. Reflexões sobre o concurso. In: XAVIER, A.; KATINSKY, J. R. (org.). *Brasília: antologia crítica*. São Paulo: Cosac Naify, 2012. p. 27-30.

HOUGH, Michael. *Cities and natural process: towards a new urban vernacular*. 1. ed. [S.l.]: Croom Helm, 1984.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Roteiro metodológico para gestão de área de proteção ambiental*. Brasília, 1999.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *A localização da nova capital da República*. Brasil, 1948. Disponível em: <http://www.geografia.ffiich.usp.br>. Acesso em: 27 jul. 2019.

IBRAM. Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal. *Listagem das unidades de conservação*. 2018. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/listagem-de-unidades-de-conservacao/>. Acesso em: 11 ago. 2019.

JACOBSON, Carol R. Identification and quantification of the hydrological impacts of imperviousness in urban catchments: a review. *Journal of Environmental Management*, v. 92, n. 6, p. 1438-1448, 2011.

JATOBÁ, Sérgio Ulisses. Crescimento urbano na metrópole de Brasília: potencial e limitações. In: PAVIANI, Aldo *et al.* (ed.). *Brasília 50 anos: da capital à metrópole*. Brasília: Editora UnB – Núcleo de Estudos Urbanos e Regionais (NEUR), 2010. p. 307-338.

JENKS, Mike; BURGESS, Rod. Sustainable urban form in developing countries: compact cities. *SPON Press*, Londres, UK 2000.

KAYS, Barrett L. *Relationship of forest destruction and soil disturbance to increased flooding in the suburban North Carolina Piedtmont*. 1980, New Jersey: [S.n.], 1980.

KELLING, Keith. A.; PETERSON, Arthur. E. Urban lawn infiltration rates and fertilizer runoff losses under simulated rainfall. *American Society of Agronomy*, v. 39, n. 2, p. 348-352, 1974.

KAMBITES, C.; OWEN, S. (2006) Renewed prospects for green infrastructure planning in the uk. *Planning Practice & Research*, 21 (4), pp. 483-496.

LAMAS, José M. Ressano Garcia. *Morfologia urbana e desenho da cidade*. 3. ed. Porto, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkain, 2004.

LEE, Joong Gwang; HEANEY, James P. Estimation of urban imperviousness and its impacts on storm water systems. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 129, n. 5, p. 419-426, 2003.

LEE, Joong Gwang; NIETCH, Christopher T.; PANGULURI, Srinivas. *SWMM modeling methods for simulating green infrastructure at a suburban head watershed: user's guide*. Ohio: [S.n.], 2017.

LIMA, Catharina P. C. S.; ARANHA, Carmen S. G. Paisagens periféricas: por uma fenomenologia do olhar na pedagogia da paisagem. Actes du *Colloque International ICHT 2017 – Imaginaire: Construire et Habiter la Terre: poétiques urbaines, architecture, aménagement*. Lyon: Université Jean Moulin – Lyon III, p. 192-198, 2017.

LIMA, Jorge Enoch Furchim Werneck. Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. *Ciência e Cultura*, v. 63, n. 3, p. 27-29, 2011.

MAIOR, Gustavo Souto. Brasília, capital da ecologia? In: TIMM, Paulo César; DOMINICI, Maria Celeste (org.). *Brasília: uma economia forte num meio frágil*. Brasília: CODEPLAN, 1992. p. 65-71.

MAKSIMOVIC, Cedo; TUCCI, Carlos E. M. Urban drainage in specific climates. Volume I. Urban drainage in humid tropics. International Hydrological Programme (IHP). Paris, France: [S.n.], 2001.

MARSALEK, Jiri *et al.* Urban water cycle processes and interactions. Paris, France: [S.n.], 2006. McCORMICK, John. *Rumo ao paraíso: a história do movimento ambientalista*. ROCHA, Marco Antonio Esteves da; AGUIAR, Renato (Trad.). Rio de Janeiro: Relume – Dumará, 1992.

MCHARG, Ian L. *Design with nature*. Ed. John Wiley & Sons. New York, NY: 1995.

MCHARG, Ian L.; SUTTON, Jonathan; SPIRN, Anne Whiston. *Woodlands new community guidelines for site planning*. Philadelphia, Pennsylvania: [S.n.], 1973. Disponível em: <https://annewhistonspirn.com/pdf/Spirn-Woodlands-1973.pdf>. Acesso em: 6 June 2019.

MEDEIROS, Ethel Bauzer. Plano preliminar das facilidades materiais para a recreação em Brasília. *Revista do Serviço Público*, v. 87, n. 3, p. 135-153, jun. 1960.

MELBOURNE WATER. *Water sensitive urban design guidelines*. [S.l.; s.n.]. 2014. Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>. Acesso em: 19 July 2019.

MELL, Ian. *Green infrastructure: concepts, perceptions and its use in spatial planning*. University of New Castel, PhD (June), 2010.

MELL, Ian. Green infrastructure as panacea: principles, terminology and a coalition of ideas. In: *International Conference Panacea Green Infrastructure? Multidimensional Contributions to Competitive and Livable Metropolitan Regions in Europe*. International Conference, 16-17 February, 2017, Essen, Germany. Disponível em: <https://planningdesigntudelft.files.wordpress.com/2014/07/bacchin-sustainable-infrastructures.pdf>. Acesso em: 12 Feb. 2019.

MILANO, Miguel Serediuk. *Por que existem as unidades de conservação?* Unidades de Conservação: atualidades e tendências. Curitiba: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2002.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). *Millenium Ecosystem Assessment*, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/en/Framework.html>. Acesso em: 27 July 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanço crítico e perspectivas. SANTOS JUNIOR, Orlando Alves dos; MONTANDON Daniel Todtmann (o). Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ, 2011.

MOMM-SCHULT, Sandra. *et al.* Integration of urban and environmental policies in the metropolitan area of São Paulo and in greater London: the value of establishing and protecting green open spaces. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 2013, v. 5, n.1, p. 89-104.

MONTE-MÓR, Roberto. Urbanização, sustentabilidade, desenvolvimento: complexidades e diversidades contemporâneas na produção do espaço urbano. *In: MAGELA, Geraldo; COSTA, Heloísa Soares de Moura; MONTE-MÓR, Roberto Luís de Melo. Teorias e práticas urbanas: condições para a sociedade urbana.* Belo Horizonte, C/Arte: 2015. p. 55-69.

MORATO, Rúbia Gomes. *A natureza multidimensional da qualidade de vida.* 108 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MOTA, Suetônio. *Planejamento urbano e preservação ambiental.* Fortaleza, CE: Edições UFC, 1981.

MUIR, J. *A voice for wilderness.* *In: R. Nash (org.); American Environmentalism - Readings in Conservation History.* 3rd ed, p.95-97, 1990. Santa Barbara: McGraw-Hill Book Company, Incorporated.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa. Indicadores de qualidade de vida urbana: aspectos teóricos-metodológicos. *In: NAHAS, Maria Inês Pedrosa. Qualidade de vida urbana: abordagens, indicadores e experiências internacionais.* Belo Horizonte, C/Arte, 2015. p. 23-30.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa; ESTEVES, Otávio de Avelar. Metodologia do índice de qualidade de vida urbana e suas aplicações. *In: NAHAS, Maria Inês Pedrosa. Qualidade de vida urbana: abordagens, indicadores e experiências internacionais.* Belo Horizonte, C/Arte, 2015. p. 101-115.

NEWMAN, Paul; JENNINGS, Isabella. *Cities as sustainable ecosystems principles and practices.* Washington, D.C.: Island Press, 2008.

NEWMAN, Paul; KENWORTHY, Jeffrey. *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence.* Washington, D.C: Island Press, 1999.

NEWMAN, Peter; BEATLEY, Timothy; BOYER, Heather. *Resilient cities: responding to peak oil and climate change.* Washington: Island Press, 2009. PELLEGRINO, Paulo R. M.

NEWMAN, Peter; BEATLEY, Timothy; BOYER, Heather. Resilient cities: overcoming fossil fuel dependence. Washington: Island Press, 2017.

NUCCI, João Carlos. Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao Distrito de Santa Cecília, MSP. Curitiba: Edição do Autor, 2008. Disponível em:

ONU. *Habitat: urbanization and development: emerging futures*. Nairóbi, 2016. World Cities Report.

PALMEIRA, Anna C. Q. *Construção da interface ambiental urbana na ARIE JK*. Brasília: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, 2017. Projeto de diplomação em Arquitetura e Urbanismo.

PANERAI, Philippe. *Análise urbana*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2014.

PAULEIT, S.; LIU, L.; AHERN, J.; KAZMIERCZAK, A. (2011) Multi-functional green infrastructure planning to promote ecological services in the city. In: NIEMELÄ, J. (ed.). *Urban ecology: patterns, processes, and applications*, pp. 272–285. New York, Oxford University Press Inc.

PAVIANI, Aldo. A realidade da metrópole: mudança ou transformação na cidade? In: PAVIANI, Aldo (org.). *Brasília: moradia e exclusão*. Brasília: Editora UnB, 1996. (Coleção Brasília).

PAVIANI, Aldo. *Brasília, a metrópole em crise: ensaios sobre urbanização*. Brasília, DF: Editora UnB, 2010.

PAVIANI, Aldo. Brasília, capital (ainda) polinucleada. In: XAVIER, Alberto; KATINSKY, Júlio (org.). *Brasília – antologia crítica*. São Paulo: Cosac Naify, 2012, p. 427-433.

PCSWMM SUPPORT. 2019. Disponível em: <https://support.chiwater.com/>. Acesso em: 1 abr. 2019.

PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita; MOURA, Newton Célio Becker de. *Estratégias para uma infraestrutura verde*. [S.l.; s.n.], 2017.

PENNSYLVANIA STORMWATER MANAGEMENT MANUAL. *Vegetated swale*. Section 5 – Structural BMPs. Disponível em: <http://www.bfenvironmental.com/pdfs/veggieSwale.pdf>. Acesso em: 25 Apr. 2019.

PESCATORI, Carolina. Cidade compacta e cidade dispersa: ponderações sobre o projeto do Alphaville Brasília. *Rev. Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 17, n. 2, p.40-62, maio/ago. 2015.

PITT, Robert *et al.* *Infiltration through disturbed urban soils and compost-amended soil effects on runoff quality and quantity*. EPA- Environmental Protection Agency, Washington, D.C.: [S.n.], 1999. Disponível em: <http://compostforlas.com/wp-content/uploads/2016/10/compost-urban-soils.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2020.

PITT, Robert *et al.* *Infiltration through compacted urban soils and effects on biofiltration design*. [S.l.; s.n.], 2003.

PITT, Robert *et al.* Compaction's impacts on urban storm-water infiltration. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, v. 134, n. 5, p. 652–658, 2009.

POTSCHIN, Marrion; HAINES-YOUNG, Roy. Landscapes, sustainability and the place-based analysis of ecosystem services, 2013. In: LOVELL, Sarah; TAYLOR, John. Supply in urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape ecology in review*, n. 28, p.1447-1463, 2013.

PRINCE GEORGES COUNTY. *Low-impact development design strategies: an integrated design approach*. Prince Georges: Department of Environmental Resources of Prince Georges County, 2000.

REIS FILHO, Nestor Goulart. *Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano*. São Paulo: Via das Artes, 2006.

REIS FILHO, Nestor Goulart. *Brasil: estudos sobre dispersão urbana*. TANAKA, Marta Maria Soban; SPOSITO, Maria Encarnação (ed.). São Paulo, Brasil: FAU-USP, 2007.

RIBAS, Otto T. *Critérios e diretrizes de planejamento e desenho urbano para asa norte (área F) do plano urbanístico “Brasília Revisitada” visando a minimização dos impactos sobre o meio ambiente natural*. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 1988.

RIBAS, Otto T. *A sustentabilidade das cidades: os instrumentos da gestão urbana e a construção da qualidade ambiental*. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2003.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: SANO, Sueli M.; ALMEIDA, Semíramis P. de A. *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998, p. 89-166.

RIBEIRO, Maria Eliana Jubé. *Infraestrutura verde: uma estratégia de conexão entre pessoas e lugares – por um planejamento urbano ecológico para Goiânia*. São Paulo, 2010. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2010.

RÖPER, Monika. *A área de proteção ambiental brasileira: “instrumento demagógico” ou palco de experiências inovadoras?* 2001. Disponível em: <https://pt.calameo.com/books/000073590c56a4cd1e2c1>. Acesso em: 22 jul. 2018.

ROSSMAN, Lewis A. *Stormwater management model user’s*. Manual Version 5.1.[S.l.; s.n.], 2015.

ROUSE, David C.; BUNSTER-OSSA, Ignacio F. *Green infrastructure: a landscape approach*. Chicago: APA Planners Press, 2013.

RYKWERT, Joseph. *A ideia de cidade: a antropologia da forma urbana em Roma, Itália e no mundo antigo*. São Paulo: Perspectiva, 2006.

SACHS, Ignacy. *Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel/FUNDAP, 1993.

SANTILLI, Juliana *Socioambientalismo e novos direitos: proteção jurídica à diversidade biológica e cultural*. São Paulo: Editora Peirópolis LTDA, 2005.

SANTANNA, Camila Gomes; BEZERRA, Maria do Carmo de L.; OLIVEIRA, Aline N. Contribuição da infraestrutura verde a arquitetura da paisagem. In: *Conferência da Rede Lusófona de Morfologia Urbana*, 6., 2017, Vitória. *Anais...* Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2017.

SANTOS JUNIOR, Orlando Alves; MONTANDON, Daniel Todtmann. Síntese, desafios e recomendações. In: SANTOS JUNIOR, Orlando Alves; MONTANDON, Daniel Todtmann (org.). *Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanço crítico e perspectivas*. Rio de Janeiro: Letra Capital; Observatório das Cidades: IPPUR/UFRJ, 2011, p. 27-56.

SANTOS, Clean Ricardo dos; HARDT, Letícia Peret Antunes. Qualidade ambiental e de vida nas cidades. In: GONZALES, S. F. N. *et al. Planejamento e urbanismo na atualidade brasileira: objeto, teórica e prática*. São Paulo, Rio de Janeiro: Livre Expressão, 2013. p.151-168.

SCHVARSBURG, Benny. Do Plano Piloto à Brasília metropolitana: considerações sobre planos diretores e planejamento metropolitano. In: PAVIANI, Aldo *et al.* (org.). *Brasília 50 anos: da capital à metrópole*. Brasília: Editora UnB, 2010. p. 253-279.

SCHVARSBURG, Benny. O processo de planejamento urbano e territorial de Brasília. In SABOIA, Luciana; DERNTL, Maria Fernanda (org.). *Brasília 50+50: cidade, história e projeto*. Brasília: UnB, 2014. p. 50-65.

SEMA. Secretária de Estado do Meio Ambiente. Subsecretaria de Planejamento e Monitoramento Ambiental. *Análise da proposta de parcelamento do Setor Habitacional Taquari*. Parecer técnico nº 6/2017 – SUPLAM/SEMA, 27/10/2017. Disponível em: http://www.mpdft.mp.br/portal/pdf/noticias/novembro_2017/SUPLAM_SEMA_PT06_2017_Taquari_20171028.pdf. Acesso em: 15 set. 2018.

SERAPHIM, Ana Paula A. C. C. *Relações entre as áreas de recarga dos aquíferos e áreas destinadas à urbanização: estudo dos padrões de ocupação do solo da unidade hidrográfica do Paranoá – DF*. 2018. 193 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SERAPHIM, Ana Paula A. C. C.; BEZERRA, Maria do Carmo de L. Identificação de áreas de recarga de aquíferos suas interfaces com áreas propícias à urbanização. *Revista Paranoá*, n. 23, julho, 2019.

SERAPHIM, Ana Paula; BEZERRA, Maria do Carmo de L.; OLIVEIRA, Aline. Implication of urban occupation patterns in the natural infiltration. In: *Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning*, 6., 2019, Amherst, Massachusetts. *Proceedings...* Amherst, Massachusetts: March, 2019. p. 29-31.

SHUSTER, William. D. *et al.* Impacts of impervious surface on watershed hydrology: a review. *Urban Water Journal*, 2005, v. 2, n. 4, p. 263-275.

SOLIGO, Valdecir. Indicadores: conceito e complexidade do mensurar em estudos de fenômenos sociais. *Est. Aval. Educ.*, São Paulo, v. 23, n. 52, p. 12-25, mai./ago. 2012. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/eae/arquivos/1724/1724.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

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.

SOUZA, Fernanda P. de. *Monitoramento e modelagem hidrológica da sub-bacia do lago Paranoá – Brasília/DF – e avaliação de bacia de detenção*. 139 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, Marcelo J. L. *Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 250 p.

SPIRN, Anne. *O jardim de granito*. São Paulo: Edusp, 1995.

STEINBERGER, Marília; AMADO, Theodolina Moreira. O espaço urbano no zoneamento ecológico-econômico: esboço metodológico. In: STEINBERGER, Marília (org.). *Território, ambiente e políticas públicas espaciais*. Brasília: Paralelo 15; LGE Editora, 2006. 408 p.

SUSSAMS, Luke; SHEATE, William; EALES, Richard. Green infrastructure as a climate change adaptation policy intervention: muddying the water so clearing a path to more secure future? *Journal of Environmental Management*, 2015, n. 147, p. 184-193.

SYRBE, Ralf-Uwe; WALZ, Ulrich. Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological Indicators*, 2012, n. 21, p. 80-88.

TOMAZ, Plínio. *Infiltração e drywell: recarga artificial, drenagem, noções de hidrogeologia*. São Paulo: Plínio Tomaz, 2011a.

TOMAZ, Plínio. *Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais*. São Paulo: Navegar Editora, 2011b.

TUCCI, Carlos. E. M (org.). *Hidrologia ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH, 1993. 943 p.

TUCCI, Carlos. E. M (org.). *Inundações urbanas*. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393 p.

UNESCO. *Uma avaliação multitemporal da perda de cobertura vegetal no DF e da diversidade florística da Reserva da Biosfera do Cerrado – Fase 1*. Brasília: UNESCO, 2002.

UNDP, UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. *Human development report 1998*. New York: Oxford University Press, 1998.

URBAN, Teresa. *Saudade do matão: relembrando a história da conservação da natureza no Brasil*. Curitiba: Editora UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza; Fundação MacArthur, 1998.

VASCONCELLOS, Andrea A de. *A Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana na bacia ambiental do Córrego D'Antas, Nova Friburgo – RJ*. 2011. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana e Ambiental do Departamento de Engenharia Civil, PUC, Rio, 2011.

VASCONCELLOS, Andrea A de. *Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana*. Curitiba: Appris, 2015.

VENDRAMINI, Paula R. da R. J.; BRUNA, Gilda C.; MARQUES, Juliana. Fragilidade ambiental das áreas urbanas: o metabolismo das cidades. *Arquitextos*, São Paulo, n. 059.03, 2005, Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.059/472>. Acesso em: 10 jul. 2019.

ZEVENBERGEN, Chris *et al.* Assessing quick wins to protect critical urban infrastructure from floods: a case study in Bangkok, Thailand. *Journal of Flood Risk Management*. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfr3.12173>. Acesso em: 19 jul. 2020.

WANG, Jingxia; BANZHAF, Ellen. Towards a better understanding of green infrastructure: a critical review. *Ecological Indicators*, n. 85, p. 758-772, 2018.

WOODS-BALLARD, Bridget. *et al.* *O manual SuDS*. CIRIA: Londres, Reino Unido, 2015.

Paisagem urbana: natureza & pessoas constitui uma coletânea de pesquisas acerca da inserção da dimensão ambiental nas decisões de ordenamento territorial urbano. Possui abordagem teórico-prática em que o Distrito Federal é estudado para aplicação de leituras e de métodos que podem ser replicados em outros contextos.

A Parte I aborda os conceitos de qualidade de vida e ambiental e sua adoção como objetivos de planejamento urbano. Segue tratando das manifestações conceituais sobre Arquitetura da Paisagem destacando a infraestrutura verde e sua potencialidade como métodos de atuação para promoção da cidade verde.

A Parte II discute a relação entre cidade e água com ênfase na drenagem sustentável. Apresenta solução para os alagamentos no Plano Piloto com simulação de sua efetividade frente às soluções tradicionais. Trata ainda da ocupação urbana em áreas de recarga de aquíferos indicando a relação entre padrões urbanísticos e infiltração, gerando subsídio para revisão dos Planos Diretores.

A Parte III se concentra na construção das relações entre áreas urbanas e áreas de preservação ambiental por meio da definição de usos do solo garantidores dos serviços ambientais. Utilizando métodos de planejamento ambiental, estuda a integração da ARIE JK à paisagem das cidades de Taguatinga, Ceilândia e Samambaia. Discute ainda os conflitos de gestões que estão submetidas às unidades de conservação de uso sustentável inseridas em áreas urbanas diante das prescrições dos zoneamentos do Plano de Manejo e do Plano Diretor.

A Parte IV discute o ordenamento territorial na macroescala utilizando o conjunto de cidades do DF e suas articulações e interdependências na relação entre os espaços naturais e construídos.

Este livro foi composto em UnB Pro e Liberation Serif.

Paisagem urbana

natureza & pessoas

Paisagem urbana: natureza & pessoas reúne o resultado de pesquisas acerca da inserção da dimensão ambiental nas decisões de ordenamento territorial urbano. Desenvolve abordagem teórico-prática tendo o Distrito Federal como objeto de análise, com achados que podem ser replicados em outros contextos.

Inicialmente, trata dos conceitos de qualidade de vida e ambiental e de sua tradução em atributos espaciais para subsidiar as intervenções na paisagem. Segue investigando as manifestações conceituais sobre Arquitetura da Paisagem, quando destaca a infraestrutura verde como método de abordagem para estruturação da paisagem urbana multifuncional.

Dedica atenção às relações entre cidade e água, com ênfase na drenagem sustentável por meio de estudo dos alagamentos de Brasília, utilizando métodos de simulação que demonstram efetividade em comparação às soluções tradicionais. Trata ainda da ocupação urbana em áreas de recarga de aquíferos, indicando a relação entre padrões urbanísticos e infiltração, gerando subsídio para revisão dos Planos Diretores.

Considerando que mais de 90% do território do Distrito Federal é constituído por unidade de conservação, apresenta estudo da base normativa do tema. Com métodos de planejamento ambiental urbano, mostra alternativas de redução de conflitos e de gestão entre Planos de Manejo e Planos Diretores Urbanos.

O último capítulo traz um ensaio sobre o ordenamento territorial na macroescala, utilizando o conjunto de cidades do Distrito Federal, suas articulações e interdependências na relação entre espaços naturais e construídos.

Foto ao fundo:

Interior da
Biblioteca
Central/UnB.
Por Alexandra
Martins.



EDITORA



UnB