


Biofilia e sustentabilidade no planejamento urbano: interfaces conceituais e parâmetros de análise

Biophilia and sustainability in urban planning: conceptual interfaces and parameters of analysis

Dulce Ferreira de Moraes¹  <https://orcid.org/0000-0002-2424-9703>

Carlos Leite de Souza²  <https://orcid.org/0000-0003-3569-9141>

Maurício Lamano Ferreira³  <https://orcid.org/0000-0002-7647-3635>

Resumo

A maneira como as sociedades humanas se relacionam com a natureza ganha relevância diante do desafio global de crescimento populacional nas áreas urbanas e os efeitos da mudança climática. Nesse contexto, mostra-se oportuno relacionar os conceitos de biofilia e design biofílico à questão da sustentabilidade. O objetivo do artigo é trazer apontamentos e verificar indicativos de sustentabilidade relacionados à biofilia. Com metodologia de revisão bibliográfica não sistematizada sobre a temática biofilia e sustentabilidade urbana, discute-se neste artigo interfaces conceituais do planejamento urbano ecológico, cidades sustentáveis e cidades biofílicas. Entende-se que a adoção da visão biofílica no planejamento das cidades, que permeia projetos, técnicas urbanas, políticas públicas e iniciativas de preservação e educação ambiental, pode contribuir para a sustentabilidade e resiliência das cidades e colaborar com o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável proposto pela Organização das Nações Unidas.

Palavras-chave: Áreas verdes. Cidades biofílicas. Objetivos de desenvolvimento sustentável. Sustentabilidade urbana.

Abstract

The way in which human societies relate to nature gains relevance in the face of the global challenge of population growth in urban areas and the effects of climate change. In this context, it seems appropriate to relate the concept of biophilia and biophilic design to the issue of sustainability. The purpose of the article is to bring notes and verify sustainability indicators related to biophilia. With a non-systematic bibliographic review methodology on biophilia and urban sustainability, this article discusses conceptual interfaces of ecological urban planning, sustainable cities and biophilic cities. The results show that the adoption of the biophilic vision in urban planning, which permeates projects, urban techniques, public policies and initiatives for preservation and environmental education, can contribute to the sustainability and resilience of cities and collaborate to the fulfillment of the Sustainable Development Goals proposed by United Nations.

Keywords: Green areas. Biophilic cities. Sustainable development goals. Urban sustainability.

¹ Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Coordenação de Pós-Graduação. Rua. da Consolação, 930, 01302-907, Consolação, São Paulo, SP, Brasil. Correspondência para: D.F. MORAES. E-mail: <dulmoraes@hotmail.com>.

² Universidade Presbiteriana Mackenzie, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Coordenação de Pós-Graduação. São Paulo, São Paulo, Brasil.

³ Centro Universitário Adventista de São Paulo, Diretoria de Pesquisa, Programa de Mestrado Profissional em Promoção da Saúde. São Paulo, SP, Brasil.

Introdução

Os efeitos das ações antrópicas sobre a natureza são alvo de preocupação mundial diante dos dois principais desafios das sociedades humanas no século XXI: o crescimento exponencial da população nos grandes centros urbanos e a perda de biodiversidade com grave impacto às mudanças do clima.

Prevê-se que em 2050, 68,0% da população mundial viverá em área urbana e, no Brasil, esse índice chegará a 92,4% (United Nations Organization, 2018). Por outro lado, de acordo com o relatório Alerta dos Cientistas Mundiais sobre a Emergência Climática, as ações humanas em relação ao meio ambiente e biodiversidade estão entre as causas para a situação emergencial do planeta. Para mitigação de efeitos e adaptação às mudanças climáticas é preciso restaurar ecossistemas e, ainda, mudar a forma como a sociedade global funciona e interage com os ecossistemas naturais (Ripple *et al.*, 2020). Em um mundo onde as conexões humanas com a natureza ficam em segundo plano em relação aos interesses predominantes que competem por bem social e ganho econômico, a ética da Terra, defendida por Aldo Leopold, volta a ser evocada e conceitos antigos voltam a ser revisitados (Steiner; Thompson; Carbonell, 2016), como a teoria da Biofilia (Wilson, 1984), que admite a existência de uma inclinação inerente ao ser humano de se afiliar à natureza e que essa relação, ao longo da história evolutiva, contribuiu para aptidão coletiva e sobrevivência da espécie humana (Kellert, 2018).

A preservação da natureza, inclusive no meio urbano, está defendida em tratados internacionais, como por exemplo, os 17e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) firmados na reunião da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, que estabeleceu metas, como integrar valores dos ecossistemas e da biodiversidade ao "planejamento nacional e local e mobilizar recursos financeiros destinados à conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas (Organização das Nações Unidas, 2015).

Assuntos relacionados ao financiamento a programas ambientais em países em desenvolvimento, governança e responsabilidades gerais protagonizaram o debate organizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) no ano de 2015. Porém, a maior preocupação estava na mensuração dos indicadores para avaliar o alcance das metas propostas a cada ODS, pois a ONU não tem dados suficientes para tal quantificação (Koch; Krellenberg, 2018). O ODS 11 (Comunidades e Cidades Sustentáveis) visa tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Cabe ressaltar que a Nova Agenda Urbana assinada em 2016 durante a Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável, também defende a "adoção de modos de vida saudáveis em harmonia com a natureza" e emprego de "soluções baseadas na natureza" para a mitigação e adaptação às alterações climáticas

(Organização das Nações Unidas, 2016, p. 8).

Todas as diretrizes convergem para a necessidade de mudança de visão em relação ao planejamento de cidades, contrapondo-se ao modelo adotado ao longo do século XX nas chamadas cidades modernas que, sob a alegação de promover desenvolvimento, provocaram desaparecimento gradativo de florestas, alteração de cursos de rios, desprezo a base biofísica e os processos naturais das paisagens das cidades (Queiroz; Somekh, 2013).

Neste sentido, o conceito de “cidades biofílicas”, ainda em construção, porém cada vez mais utilizado pela comunidade científica e gestão pública, surge como um instrumento de planejamento urbano indispensável para se alcançar a proposta da ONU para as cidades e comunidades de todo o planeta. A biofilia, termo etimologicamente derivado do grego (*bio*=vida + *philia*=amor) tem por essência o significado de amor pela vida. Embora as áreas urbanas tragam inúmeros benefícios para a vida em sociedade, tais como a grande oferta de serviços e produtos, elas também afastam o ser humano da natureza, devido à forma como foram construídas no Brasil. Neste sentido, gestores públicos ambientais têm o grande desafio de promover a transformação das cidades, as quais deixam de ser um ambiente quase que totalmente artificial e passem a ser um mosaico de infraestruturas cinzas, verdes e azuis.

Baseado nisto, este trabalho tem como objetivo central trazer alguns apontamentos de interfaces conceituais e parâmetros de análise do *design* biofílico em ambientes construído. Tais informações servirão à gestores ambientais na promoção de projetos que busquem a sustentabilidade ambiental das cidades a partir do uso da natureza.

Materiais e Métodos

Este trabalho foi feito por meio de revisão bibliográfica não sistematizada. Para o levantamento das informações foi utilizado o cruzamento de palavras-chave relacionadas ao tema investigado: “biofilia”, “sustentabilidade urbana”, “áreas verdes”, “biofilia AND sustentabilidade urbana”, “biofilia AND áreas verdes”, “sustentabilidade urbana AND áreas verdes”, tanto em língua portuguesa quanto inglesa. As palavras-chaves foram pesquisadas em bases de dados como por exemplo, SciELO, *Scopus* e *Google Acadêmico*. O uso de diferentes bases facilita a obtenção de literatura em língua portuguesa e também de referencial teórico amplamente citado em artigos científicos, demonstrando assim, maior atualidade e relevância científica.

Foram incluídos somente trabalhos com foco em *design* biofílico de cidades e sustentabilidade ambiental relacionados às áreas verdes urbanas. Não houve restrição quanto à data de publicação, apenas em relação ao idioma de divulgação dos trabalhos, sendo incluídos apenas aqueles disponibilizados em inglês, português ou espanhol.

Além disso, diversos livros e apostilas sobre o tema foram consultados sem a preocupação do ano de publicação das obras, de forma que fosse possível obter um bom

referencial teórico para a discussão do conceito de “biofilia” e “*design* biofílico”.

O procedimento de seleção de material foi iniciado por uma leitura exploratória, seguida de leitura analítica. Após este momento, o material e as ideias foram hierarquizados e redigidos.

Resultados e Discussão

Considerar a natureza e biodiversidade como comodidade estética ou obstáculo a ser superado por meio da ciência e da tecnologia, conduz a uma desconexão entre o ser humano e o ambiente natural. Este fato é verificado em projetos do ambiente construído e na orientação da sociedade para a tecnologia e ambientes internos (Kellert, 2018).

Embora ainda perdure no século XXI a crença de que progresso e desenvolvimento dependem da capacidade de controlar e alterar a natureza, o emblemático projeto urbano *Emerald Necklake*, construído entre 1878 e 1895, é considerado nos dias atuais, uma referência da por sua visão ecológica e sistêmica, que contraria a lógica de subjugar a natureza.

O projeto é de autoria de Frederich Law Olmstead que é considerado o pai da Arquitetura Paisagista. Olmstead acreditava que o bem-estar humano dependia diretamente do contato humano com a natureza (Laurie, 1983; Herzog, 2013; Bonzi, 2017). Seu pensamento mostrou alinhamento com a teoria biofílica.

Além de conectar parques urbanos por caminhos verdes e pelo rio, *Emerald Necklake* implementou soluções ecológicas e sustentáveis, como pântanos para purificar águas poluídas e resíduos industriais. Por este motivo, o projeto pode ser classificado como Soluções baseadas na Natureza (*Nature-based Solutions*), definida como “[...] ações para proteger, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que respondam aos desafios sociais de forma eficaz e adaptável, garantindo o bem-estar e benefícios para a biodiversidade” (International Union for Conservation of Nature, 2016, *online*, tradução nossa)⁴.

O *Emerald Necklake* também pode ser considerado uma Adaptação Baseada em Ecossistemas, isto é, a “[...] utilização da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte da estratégia ampla de adaptação ou para ajudar as pessoas a adaptar-se aos efeitos das mudanças climática” (Lhumeau; Cordero, 2012, p. 1).

A aplicação de valores ecológicos no planejamento de cidades foi defendida por Ian McHarg, no final da década de 1960, com o conceito de planejamento urbano ecológico. Ele criticava a tendência de transformar a natureza em objeto decorativo e defendia a necessidade

⁴ No original: “*Nature-based solutions are actions to protect, sustainably manage and restore natural and modified ecosystems in ways that address societal challenges effectively and adaptively, to provide both human well-being and biodiversity benefits*”.

de sustentar a natureza “[...] como fonte de vida, meio, professor, santuário, desafio e, acima de tudo, de redescobrir o corolário da natureza do desconhecido no eu, a fonte do sentido” (McHarg, 1995, p. 6).

Uma abordagem mais recente, que incorpora visão ecológica no planejamento urbano, é a de Infraestruturas Verdes, compreendidas como redes de fragmentos permeáveis e vegetados, com múltiplas funções e interconectados que “[...] reestruturam o mosaico da paisagem, oferece serviços ecossistêmicos e mimetiza funções naturais da paisagem” (Herzog, 2010, p. 97).

A interconectividade dessas infraestruturas pode ser viabilizada por meio de ruas arborizadas que integram o manejo de águas pluviais (Herzog, 2013; Bonzi, 2017) ou por “ruas completas”, que conciliam usos múltiplos de veículos, pedestres, ciclovias e mobiliário urbano, compatibilizando processos naturais de drenagem de águas pluviais, biodiversidade e sombra para os pedestres (Afinal..., 2017).

O aspecto biofílico das infraestruturas verdes reside na possibilidade de conciliar conservação ambiental em espaços públicos com atividades de experimentação da natureza, otimizando o uso do solo e atendendo as necessidades das pessoas e da natureza (Benedict; McMahon, 2006). Considerando suas múltiplas funções, as infraestruturas verdes imprimem aspectos de sustentabilidade e contribuem para resiliência urbana das cidades (*Quadro 1*).

Quadro 1. Funções da Infraestrutura Verde urbana.

Funções	Formas de contribuições
Biótica	Habitat para espécies; movimento de espécies; produção de biomassa; suporte na interação flora-fauna
Abiótica	Interação entre a superfície e águas subterrâneas; produção do solo e nutrientes; manutenção do regime hidrológico; sequestro de carbono e de gases de efeito estufa
Cultural	Experiências com ecossistemas naturais; atividade física; experimentação da história cultural; senso de isolamento e inspiração; interações sociais saudáveis; e estímulo à educação ambiental

Fonte: Bonzi (2017, p. 20).

A percepção de que a proteção ambiental no contexto urbano traz inovação para a cidade e qualidade de vida para os habitantes é uma discussão relativamente recente (Gauzin-Müller, 2011; Bonzi, 2017). Geralmente evoca-se o conceito de desenvolvimento sustentável, defendido no Relatório Nosso Futuro Comum da ONU, de que é preciso atender as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991). No entanto, ainda que o conceito de desenvolvimento sustentável esteja ancorado ao tripé da sustentabilidade – benefícios sociais, ambientais e econômicos, alguns autores, ao operacionalizar o conceito, consideram separadamente cada um desses aspectos (Souza, 2016).

O conceito de sustentabilidade foi considerado no planejamento das cidades, no final da década de 1980, por Ehart Hahn, no livro “Redesenvolvimento urbano ecológico, teoria e

conceito”. Hahn estabelece medidas necessárias para o planejamento sustentável da cidade, conjugando proteção dos recursos naturais com a concepção urbanística, arquitetura e a participação social e a economia (Gauzin-Müller, 2011) (*Quadro 2*).

Quadro 2. Medidas para o Planejamento Urbano Ecológico por setor de intervenção.

Setor	Medidas
Arquitetura e Técnicas Urbanas	Ecologia nos setores de Arquitetura e Construção; geração de energia; gestão da água; gestão do Transporte; redução de Resíduos; proteção de áreas verdes e da natureza; clima e qualidade do ar; proteção ao Solo e Água; proteção contra Ruído; saúde e alimentação.
Ecologia e Democracia Local	Participação de pessoas interessadas; informação e assessoria sobre meio ambiente; descentralização da administração e das tomadas de decisão; educação para o meio Ambiente; novos modelos de cooperativa e promoção imobiliária; criação de eco estações (espaços descentralizados para divulgação de temas ecológicos e culturais); criação de agência para energia, água e resíduos; novos modelos de habitação e vizinhança.
Economia e Ecologia	Imposto sobre energia; taxa sobre emissão de poluentes; cobrança por consumo; contabilidade ecológica para empresas; adaptação das ferramentas de planejamento e normalização das edificações; criação de centros de serviços de comércio e atividades ecológicas; criação de emprego no setor de ecologia.

Fonte: Gauzin-Müller (2011, p. 49).

Inspirado nesse pensamento, o relatório Reestruturação Urbana Ecológica, no início dos anos 1990, oferece oito diretrizes que, posteriormente, foram incorporadas nas políticas e projetos urbanos de vários países europeus: (i) ética e respeito ao ser humano; (ii) participação e democratização; (iii) organização em redes; (iv) retorno à natureza e às experiências sensoriais; (v) uso misto e densidade urbana controlada; (vi) respeito ao *genius loci* (o espírito do lugar); (vii) ecologia e economia; e (viii) cooperação internacional.

A visão integrada de objetivos sociais, ecológicos e econômicos são a base das abordagens Urbanismo Sustentável e Urbanismo Biofílico, cuja interface é a apresentada a seguir.

O urbanismo sustentável, além de conjugar objetivos sociais, ambientais, políticos e culturais com os econômicos e físicos dos cidadãos, considera proteção ambiental como fator de inovação e cidadania (Rogers; Gumuchjan, 2001; Leite, 2012; Farr, 2013). Nesse contexto, para seu alcance, a participação social é relevante. Como expressa Romero (2007, p. 51), uma cidade sustentável: “[...] é constituída por uma sociedade com consciência de seu papel de agente transformador dos espaços e cuja relação não se dá pela razão natureza-objeto e sim por uma ação sinérgica entre prudência ecológica, eficiência energética e equidade socioespacial”.

Os elementos ecológicos da cidade – ambientes aquáticos, áreas de preservação permanente, fragmentos verdes, arborização, entre outros –, exercem papéis fundamentais para a qualidade do ambiente urbano e, por este motivo, recebem destaque nas estratégias e práticas para conservação e sustentabilidade (Galdino; Andrade, 2008).

Farr (2013) destaca outros aspectos para a realização do urbanismo sustentável, como a densidade urbana (que sustenta o transporte público); os corredores de

sustentabilidade (os corredores de transporte e os caminhos verdes); os bairros sustentáveis; edificações e infraestrutura de alto desempenho; e a biofilia, isto é, maior acesso humano à natureza. Essa necessária conexão das pessoas com a natureza e com os sistemas naturais pode ser feita mesmo em densos ambientes urbanos.

Ainda dentro da visão do urbanismo sustentável, Gehl (2018) defende que a cidade seja projetada para as pessoas, com estímulos a permanência dos cidadãos nos espaços públicos, com mobilidade ativa (deslocamentos por bicicletas ou a pé) e transporte público acessível e incentivos aos hábitos saudáveis como práticas de atividades físicas e a sociabilidade.

O urbanismo sustentável converge com a visão de urbanismo biofílico nos aspectos em que se viabiliza relação sinérgica entre sociedade humana e natureza. Urbanismo biofílico diz respeito ao planejamento de cidades que, além dos aspectos sustentáveis, apresentam densa e rica vida urbana em contato com a natureza, como afirma Timothy Beatley em entrevista a Greg Hanscom (Opera Mundi, 2014).

A expressão deriva da teoria da Biofilia (Wilson, 1984), cuja aplicação, na Arquitetura e no Design, foi proposta pelo professor emérito de Ecologia Social Universidade de Yale, Stephen Kellert, e sintetizada no conceito Desenho Biofílico (*Biophilic Design*). Para Kellert (2018) trazer a natureza para o ambiente construído impacta na qualidade de vida das pessoas, com diretos benefícios à saúde física e mental.

O *Design Biofílico*, segundo Kellert (2018), se efetiva por meio de quatro parâmetros: elementos biofílicos, valores biofílicos, princípios biofílicos e escala biofílica (*Figura 1*).

Elementos biofílicos são os aspectos que provocam experiência de estar em contato com a natureza, sejam elas experiências diretas – como presenciar vegetação, animais, lagos, elementos do clima (como neve, sol, chuva) –, ou indiretas, como imagens ou representações da natureza, texturas, geometrias naturais, simulação de ar e luz, passagem do tempo e biomimética.

Também são considerados biofílicos alguns aspectos que remetem ao contexto ecológico e ambiental, como o sentido de perspectiva e refúgio, os espaços de transição, as conexões ecológicas e culturais com o lugar e o sentido de integração de parte ao todo.

Já os valores biofílicos são as sensações ou sentimentos em relação a natureza (*Quadro 3*). Esses valores podem ser positivos, como a atração a uma paisagem natural, ou negativos como a sensação de controle e exploração dos elementos naturais. A natureza pode despertar nos seres humanos outros valores como espiritualidade, desejos de aprendizado ou de expressão simbólica.

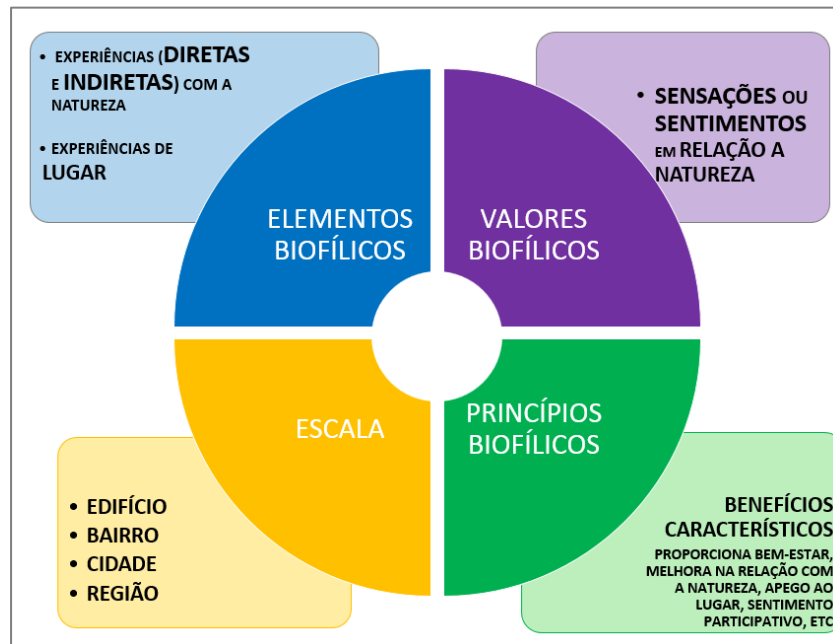


Figura 1. Síntese dos parâmetros do *design* biofílico.

Fonte: Elaborada pela autora Dulce Ferreira de Moraes (2019).

Quadro 3. Representação dos valores biofílicos e suas respectivas expressões.

Valor	Como se expressa
Afeto	Amor ou emoções positivas dirigidas ao mundo natural.
Atração	Atração estética ou percepção da beleza na natureza.
Controle	Tendência de controlar, dominar e, às vezes, subjugar a natureza.
Exploração	Tendência de utilizar o mundo natural como fonte de material e recursos.
Intelecto	Uso da natureza como aprendizado e desenvolvimento intelectual.
Simbolismo	Uso da imagem da natureza para promover pensamento abstrato.
Espiritualidade	Uso da natureza para alcançar um senso de significado, propósito.

Fonte: Elaborado pela autora Dulce Ferreira de Moraes (2019), baseado em Kellert (2018).

O *design* biofílico é caracterizado ainda por “princípios universais”, como: concentra na adaptação à natureza que promove a saúde física e mental; cria configurações inter-relacionadas e integradas no todo ecológico; incentiva engajamento e imersão aos processos naturais; é fortalecido pela satisfação de valores positivos sobre a natureza; resulta em apegos emocionais às estruturas, paisagens e lugares; promove sentimentos de participação em comunidade; ocorre em uma multiplicidade de configurações (espaços interiores, exteriores e Mo de transição); envolve experiência autêntica da natureza, em vez de uma experiência artificial; e melhora relacionamento humano com sistemas naturais e evita os impactos ambientais adversos.

O último parâmetro do *design* biofílico é escalabilidade (*Quadro 4*). Na escala da cidade os projetos biofílicos interferem na ecologia e clima urbanos e, de maneira cumulativa, resultam nas chamadas Cidades Biofílicas que têm como características: restaurar e recuperar a natureza existente, criar formas de inserir a natureza nas ruas, nos edifícios, transformar-se em locais urbanos vivos (Beatley, 2011).

Quadro 4. Escalas de Aplicação de Design Biofílico.

Escalas	Aplicações
Edifício	Telhados e átrios verdes, roofgarden (jardins no telhado), paredes verdes e espaços interiores com iluminação natural.
Quadra	Pátios verdes, áreas verdes em torno da habitação e áreas com espécies nativas.
Rua	Ruas verdes, arborização urbana, desenvolvimento urbano de baixo impacto, vales vegetados e ruas estreitas, paisagismo comestível e alto grau de permeabilidade.
Bairro	Fluxo de luz natural, restauração de rios, florestas urbanas, parques ecológicos, hortas comunitárias, parques de vizinhança e parques de bolso, campos ecológicos.
Cidade	Riachos urbanos e áreas ribeirinhas, redes ecológicas urbanas, escolas verdes, dossel de árvore da cidade, floresta e pomares comunitários, corredores verdes de serviços públicos.
Região	Sistemas fluviais e várzeas, sistemas ribeirinhos, sistemas de espaço verde regional, principais corredores verdes de transporte.

Fonte: Elaborado pela autora Dulce Ferreira de Moraes (2019), baseado em Kellert (2018).

Seguindo os critérios estabelecidos por Beatley (2011), uma cidade é biofílica se: (i) tiver programas públicos de infraestrutura de áreas verdes; (ii) destinar porcentagem de seu orçamento para financiar esses projetos; (iii) ter programas que promovem afinidade entre cidadãos, flora e fauna; (iv) conectar parques urbanos e oferecer caminhos de experimentação da natureza; (v) ter espaços naturais e corredores ecológicos para sensações multissensoriais da natureza; (vi) valorizar e apoiar iniciativas de educação sobre a natureza; (vii) investir e apoiar a criação de infraestruturas verdes; e (viii) tomar medidas para apoiar ativamente a conservação da natureza.

Observa-se uma relação sinérgica entre medidas de planejamento urbano ecológico, os fatores e princípios do design biofílico e os critérios das cidades biofílicas (Figura 2).



Figura 2. Fluxograma representando a síntese de interfaces conceituais.

Fonte: Elaborado pela autora Dulce Ferreira de Moraes (2019), baseada em Beatley (2011), Gauzin-Müller (2011) e Kellert (2018).

Revisão bibliográfica de Beatley e Newman (2013) aponta a contribuição da biofilia e cidades biofílicas para a sustentabilidade e resiliência urbanas. Há evidências de que, na medida que se tornem mais verdes e naturais, as cidades podem se tornar, no longo prazo,

mais resilientes ecologicamente, economicamente e socialmente.

A observação da aplicação da biofilia no planejamento urbano permite a verificação de indicativos de fatores de sustentabilidade.

Benefícios ambientais são os mais fáceis de identificar. As áreas verdes (parques, praças, jardins e arborização) influenciam diretamente nos microclimas urbanos: elas contribuem para os níveis de umidade do ar pelo processo de evapotranspiração; regulam a temperatura e podem reduzir a temperatura de 1°C a 4°C nos dias de calor; contribuem para alimentar os lençóis freáticos; diminuem a poluição atmosférica e sonora, funcionando como barreira acústica; amenizam a radiação solar; modificam a velocidade e direção dos ventos; proporcionam sombreamento e, portanto, resfriamento da rua (Mascaró; Mascaró, 2002; Gauzin-Müller, 2011).

No aspecto social, os benefícios à saúde humana são os mais relevantes. Embora haja literatura científica (Lee; Maheswaran, 2010; Kondo *et al.*, 2018) que questione as evidências de benefícios das áreas verdes urbanas à saúde humana, diversos estudos relacionam a presença da vegetação no espaço público como estímulo a comportamentos indutores de saúde, como caminhar e fortalecer os indivíduos para lidar com tensões futuras (Beatley; Newman, 2013).

Estudo em cidade norte-americana indicou que a probabilidade de deslocamento a pé é três vezes maior em rotas para pedestres com vegetação, pois a cobertura que árvores adultas estimulam atividades ao ar livre por reduzir as temperaturas do verão de três a seis graus Celsius (Farr, 2013).

Mais de três mil artigos científicos e relatórios técnicos que atestam os benefícios sociais e de saúde para as pessoas que vivem em ambientes urbanos com maior contato com a natureza encontram-se registrados na base de dados científica “Cidades Verdes: Boa Saúde”, coordenada pela pesquisadora Kathleen Wolf, da Universidade de Washington, e pelo Serviço Florestal dos Estados Unidos (Kellert, 2018).

No Brasil, um levantamento realizado em 2016 apresentou dados de estudos epidemiológicos e experimentais que relacionam a existência de áreas verdes e uma série de efeitos benéficos à saúde mental e física da população, como redução de morbidades psiquiátricas (incluindo depressão e ansiedade); redução do sobrepeso e obesidade; redução da mortalidade por todas as causas; redução de doenças cardiovasculares e desfechos na gravidez (Amato-Lourenço *et al.*, 2016).

Por outro lado, a ausência de áreas verdes nas cidades pode estar associada ao surgimento de diversas patologias. Alguns estudos apontam que residir próximo às áreas verdes diminui o risco de doenças, como por exemplo, hipertensão (Labib; Lindley; Huck, 2020, Moreira *et al.*, 2020), além de também estar associado a benefícios da saúde mental (Astell-Burt; Feng, 2019; Lee; Lee, 2019).

Cabe destacar que os ganhos econômicos de uma cidade com maior presença de verde vão além da economia advinda da redução dos gastos com saúde pública. Estudo realizado na cidade de Austin (EUA), mensurou monetariamente os benefícios advindos da preservação das áreas verdes. Com 33,8 milhões de árvores, a cidade conseguiu gerar por ano um montante de US\$2,8 milhões, com a remoção da poluição (1.300 toneladas/ano); US\$11,6 milhões, com sequestro de carbono (92 mil toneladas/ano); US\$18,9 milhões com a redução do consumo de energia dos edifícios; US\$4,9 milhões com a redução das emissões de carbono. O estudo aponta ainda um valor de US\$242 milhões referente a estoque de carbono (1,9 milhão de toneladas) e um valor compensatório de \$16 bilhões (United States, 2016)

Tais fatores justificam os critérios de cidades biofílicas considerados por Beatley (2011), relacionados a porcentagem do orçamento destinada a financiar projetos de infraestrutura de áreas verdes e programas que promovam afinidade entre cidadãos, flora e fauna.

As cidades Tirana e Cingapura ilustram exemplos de incorporação dos princípios biofílicos em projetos urbanos.

A capital albanesa elaborou o programa Tirana 2030, que prevê a implantação de corredores sustentáveis com eixos de mobilidade – novas ligações ferroviárias de alta velocidade conectando o centro da cidade ao aeroporto e terminal marítimo –, e corredores de biodiversidade, como os dois rios que atravessam a cidade e novos corredores verdes que estão sendo criados. O programa pretende triplicar a quantidade de espaços verdes no centro da cidade com dois anéis viários verdes voltados a pedestres e ciclistas; criar um oásis em torno do lago Farka e conter a expansão urbana com uma floresta orbital (Walsh, 2017). A cidade também pretende ampliar as áreas verdes por meio da arquitetura viva. O edifício Torre Floresta Vertical no centro da cidade receberá 3.200 plantas arbustivas e 145 árvores de médio porte. Como as torres *Bosco Verticali*, na cidade de Milão, na Itália, essa tipologia de edificação tem sido apresentada como solução arquitetônica para aumento da arborização urbana.

Outro exemplo de aplicação de urbanismo biofílico é a cidade-estado asiática Cingapura que, desde a década de 1960, assumiu compromisso de ampliar sua cobertura vegetal, por meio de várias políticas públicas, dando prova que o urbanismo biofílico resulta da articulação governamental e envolvimento da sociedade. Em 2012, durante a Cúpula das Cidades do Mundo, o governo local lançou o plano *Singapura Green Plan 2012*, com estratégias integradas, incorporando ciência e tecnologia, participação social, paisagismo ecológico e infraestruturas verdes. Os objetivos principais do plano são a melhoria da biodiversidade e do conforto térmico ao ar livre, redução do efeito de ilha de calor urbana, gestão da água com diminuição de picos de águas pluviais e também a redução do consumo de energia nas edificações (Yok *et al.*, 2009).

Entre as estratégias adotadas estão os Parques Nacional (*NParks*) que se transformaram em centros de ensino e pesquisa em biodiversidade que estão interconectados em uma rede de corredores e trilhas verdes. Entre esses parques está o *Gardens by the Bay* que possuem super árvores como modelos de inovação e eficiência energética associada ao estímulo biofílico de aproximar as pessoas da natureza. As gigantescas estruturas em forma de árvores, com altura de 25 a 50 metros, estão interligadas por trilhas que permitem observações panorâmicas dos jardins e do horizonte da baía. A noite o jardim é utilizado para eventos culturais (*Gardens by the Bay*, 2019).

Outras estratégias de cunho biofílico em Cingapura são: programas de incentivos para criação de hortas e jardins comunitários em telhados; estrutura de pesquisa para o aprimoramento das técnicas de jardins verticais no centro de horticultura *Hort Park*; introdução de regulamentos de planejamento que exigem vegetação em (e sobre) prédios; programas, como o *Skyery Rise Greenery*, que subsidia o urbanismo biofílico e avalia a sustentabilidade de novos desenvolvimentos. A gestão da água está sendo priorizada com a naturalização dos canais de concreto, que estão sendo demolidos e no solo adjacente estão sendo plantadas árvores para filtrar a água da chuva (Newman, 2014).

Como verificado nos exemplos acima, além dos projetos e políticas públicas, a participação e envolvimento da sociedade é fator fundamental para aplicação da biofilia, seja na elaboração do projeto ou no uso de espaços para experimentação da natureza. Essa participação social deve ser calçada em educação ambiental ou, como defendido por David Orr, em uma “alfabetização ecológica” que é constitui uma transformação mais profunda no conteúdo com compreensão de que “desequilíbrio dos ecossistemas reflete um desequilíbrio anterior da mente, tornando-o uma questão fundamental nas instituições voltadas para o aperfeiçoamento da mente” (Orr, 2006, p. 11).

Toda educação, segundo Orr (2006) pode ser considerada uma forma de educação ambiental, pois, por inclusão ou exclusão, transmite ao ser humano a percepção de ser ou não parte integrante e integrada à natureza. Em um processo de alfabetização ecológica, “a meta não é o mero domínio de matérias específicas, mas o estabelecimento de ligações entre cabeça, a mão, o coração e a capacidade de reconhecer os diferentes sistemas” (Orr, 2006, p. 11). A educação ambiental, nesse sentido, é a “educação para uma vida sustentável”, uma vez que oferece uma compreensão sistêmica da vida (Capra *et al.*, 2006, p. 14).

A aplicação da biofilia no planejamento urbano, com adoção dos critérios das Cidades Biofílicas (Beatley, 2011), vai ao encontro dos Dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU para o ano de 2030, entre os quais o ODS 11 – tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resistentes e sustentáveis –, contribuindo para o alcance das metas de aumentar a urbanização sustentável, com planejamento e gestão participativa e integrada; fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural

e natural; reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, em especial em relação à qualidade do ar; implementar políticas e planos integrados para mitigação e adaptação à mudança do clima e resiliência urbana.

Também contribui para o alcance do ODS 15, que trata de proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres e deter a perda de biodiversidade. Ela pode contribuir diretamente na recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce; assegurar a conservação dos ecossistemas de montanha e biodiversidade, para melhorar a sua capacidade de proporcionar benefícios; integrar os valores dos ecossistemas e da biodiversidade ao planejamento local; mobilizar recursos financeiros para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas.

Conclusão

Em conclusão, a aplicação da biofilia no planejamento urbano apresenta diversos fatores indicativos de sustentabilidade. No entanto, sua efetividade decorre da mudança de visão e da relação que a sociedade tem com a natureza, assumindo uma postura ética para com a natureza e com a vida. Essa visão deve permear o trabalho integrado de todos os atores envolvidos no projeto da cidade, seja no projeto arquitetônico, nas técnicas urbanas, na governança, nas políticas públicas, na perpetuação do conhecimento ecológico, nas iniciativas associadas à preservação e educação ambiental.

A aplicação do urbanismo biofílico, pautado na relação mais harmoniosa entre homem e natureza, mostra-se uma importante contribuição para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ao colaborar com a criação de assentamentos humanos justos, seguros, saudáveis, acessíveis, resilientes e sustentáveis, e uma comprovação contemporânea das teorias da Biofilia e *Design Biofílico* de que a inclinação do ser humano de se afiliar à natureza não apenas contribuiu para o bem estar físico e mental humano mas para aptidão coletiva e sobrevivência da nossa espécie.

Referências

Afinal, o que são ruas completas? *World Resource Institute Brasil*, 2017. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/afinal-o-que-sao-ruas-completas>. Acesso em: 18 out. 2017.

Amato-Lourenço, L. F. *et al.* *Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. Cadernos Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 113-130, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100008>.

Astell-Burt, T.; Feng, X. Association of urban green space with mental health and general health among adults in Australia. *JAMA Network Open*, v. 2, n. 7, e198209, 2019.

Beatley, T. Toward biophilic cities: strategies for integrating nature into urban design. *In: Kellert, S. R. et al. Biophilic Design: the theory, science, and practice of bringing building to life*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. p. 277-296.

Beatley, T.; Newman, P. Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability*, v. 5, n. 8, p. 3328-3345, 2013. <https://doi.org/10.3390/su5083328>.

Benedict, M.; McMahon, E. *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Washington, D.C.: Island Press, 2006.

- Bonzi, R. Paisagem como infraestrutura. *In: Pellegrino, P.; Moura, N. B. (org.). Estratégias para uma infraestrutura verde*. Barueri: Editora Manole, 2017. p. 1-41.
- Capra, et al; Stone, M.; Barlow, Z. (org.). *Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2006.
- Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso Futuro Comum*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- Farr, D. *Urbanismo Sustentável*. Desenho Urbano com a Natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013
- Galdino, Y. S. N.; Andrade, L. M. S. Ecologia de paisagem como abordagem metodológica para avaliação da sustentabilidade de bacias hidrográficas e fragmentos verdes urbanos: o caso da sub-bacia do Córrego do Barbado, Cuiabá MT. *In: Seminário Internacional NUTAU, 7., 2008, São Paulo. Anais [...]*. São Paulo: USP, 2008. p. 1-9. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/CD/131.pdf>. Acesso em: 27 out. 2020.
- Gardens by the bay. *Supertree grove: supertree observatory & OCBC skyway: sant in awe of the amazing supertrees*. [S.l.]: Gardens by the bay, 2019. Available from: <https://www.gardensbythebay.com.sg/en/attractions/supertree-grove-observatory-ocbc-skyway/ocbc-skyway.html>. Cited: Dec. 12, 2019.
- Gauzin-Müller, D. *Arquitetura ecológica*. São Paulo: Editora Senac, 2011.
- Gehl, J. *Cidade para pessoas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2018.
- Herzog, C. P. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. *Revista LabVerde*, n. 1, p. 92-115, 2010. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i1p92-115>.
- Herzog, C. P. *Cidade para todos: (re)aprendendo a conviver com a natureza*. Rio de Janeiro: Editora Mauad, 2013.
- International Union for Conservation of Nature. *Defining nature-based solutions*. [S.l.]: IUCN, 2016. Available from: <http://www.iucn.org/theme/nature-based-solutions/about>. Cited: Dec. 19, 2019.
- Kellert, S. R. *Nature by design*. New Haven: Yale University Press, 2018.
- Koch, F.; Krellenberg, K. How to contextualize SDG 11? Looking at indicators for sustainable urban development in Germany. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, v. 7, n. 12, p. 2-16, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijgi7120464>.
- Kondo, M. *et al.* Urban green space and its impact on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 3, p. 445, 2018. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>.
- Labib, S. M.; Lindley, S.; Huck, J. J. Spatial dimensions of the influence of urban green-blue spaces on human health: a systematic review. *Environmental Research*, v. 180, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108869>.
- Laurie, M. *Introducción a la arquitectura del paisaje*. Barcelona: Gustavo Gili, 1983.
- Lee, H. J.; Lee, D. K. Do sociodemographic factors and urban green space affect mental health outcomes among the urban elderly population? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 5, 789, 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16050789>.
- Lee A.C.K., Maheswaran R. The health benefits of urban green spaces: A review of the evidence. *J Public Health*, v. 33, p. 212-222, 2011. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdq068>.
- Leite, C. S. Indicadores de desenvolvimento urbano sustentável. *In: Padovano, B. (org.). São Paulo: em busca da sustentabilidade*. São Paulo: Editora EdUSP, 2012. p. 260-275.
- Lhumeau, A.; Cordero, D. *Adaptación basada em ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. Quito: Oficina Regional para América do Sul - International Union for Conservation of Nature, 2012. Disponible en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf>. Acceso en: 27 oct. 2020.
- Mascaró, J; Mascaró, L. *Vegetação Urbana*. Porto Alegre: Editora Masquatro, 2002.
- McHarg, I. L. *Design with nature*. Hoboken: John Wiley & Sons, 1995. p. 6.
- Moreira, T. C. *et al.* Green spaces, land cover, street trees and hypertension in the megacity of São Paulo. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 3, p. 1-14, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030725>

Newman, P. Biophilic urbanism: a case study on Singapore. *Australian Planner*, v. 1, n. 51, p. 47-65, 2014. <https://doi.org/10.1080/07293682.2013.790832>.

Opera Mundi, 2014. *Habitats para a humanidade*. Disponível em: <https://operamundi.uol.com.br/samuel/36984/habitats-para-a-humanidade>. Acesso em: 27 maio 2014.

Organização das Nações Unidas. *Nova Agenda Urbana: declaração de Quito sobre cidades e assentamentos humanos sustentáveis para todos*. Brasília: ONU Habitat III, 2016. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Angola.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

Organização das Nações Unidas. *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Brasília: ONU, 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030>. Acesso em: 15 jan. 2019.

Orr, D. W. Prólogo. In: Capra, *et al.* (org.). *Alfabetização ecológica: a educação das crianças para um mundo sustentável*. São Paulo: Cultrix, 2006. p. 9-11.

Queiroz, M. H. L.; Someck, N. A questão ambiental e os planos de São Paulo. *Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*, v. 3, n. 1, p. 113-124, 2003.

Ripple, W. J. *et al.* World scientists' warning of a climate emergency. *BioScience*, v. 70, n. 1, p. 8-12, 2020. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz152>

Rogers, R.; Gumuchdjan, P. *Cidades para um pequeno planeta*. São Paulo: Gustavo Gilli, 2001.

Romero, M. A. B. Frentes do urbano para a construção de indicadores de sustentabilidade intra urbana. *Paranoá: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo da FAU-UnB*, ano 6, n. 4, 47-62, 2007.

Souza, C. S. *Sustentabilidade urbana: conceituação e aplicabilidade*. 2016. 66 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia para o Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Reis, 2016.

Steiner, F. R.; Thompson, G.; Carbonell, A. *Nature and cities: the ecological imperative in urban design and planning*. Cambridge: Land Lines, 2016.

United Nations Organization. *Revision of world urbanization prospects*. New York: UN, 2018. Available from: <https://population.un.org/wup>. Cited: June 16, 2019.

United States. Department of Agriculture. *Austin's Urban Forest: 2014*. Newtown Square: USDA, 2016. <https://doi.org/10.2737/NRS-RB-100>

Walsh, N. P. Tirana 2030: como a natureza e a cidade coexistirão na capital da Albânia. *Archdaily*, Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/867084/tirana-2030-como-a-natureza-e-a-cidade-coexistirao-na-capital-da-albania>. Acesso em: 15 mar. 2017.

Wilson, E. O. *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press, 1984.

Yok, T. P. *et al.* *Carbon storage and sequestration by urban trees in Singapore*. Singapore: Centre for Urban Greenery and Ecology, National Parks Board, 2009.

Como citar este artigo/How to cite this article

Moraes, D. F.; Leite, C.; Ferreira, M. L. Biofilia e sustentabilidade no planejamento urbano: interfaces conceituais e parâmetros de análise. *Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares*, v. 1, e205174, 2020.