

## **DESAFIOS DO SANEAMENTO URBANO: A BIOFILIA COMO SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL E ALIADA DO BEM-ESTAR URBANO**

**Ana Carolina Lacorte de Assis**

**Arthur Alves Costa Lignani de Miranda**

**Flávia Bastos de Oliveira Mattos**

**Cristiano Gomes Casagrande**

**Leonardo Rocha Olivi**

**Moisés Luiz Lagares Junior**

**Samuel Rodrigues Castro**

**Ercilia de Stefano**

### **RESUMO**

O artigo investiga os desafios do saneamento urbano, propondo a biofilia como uma solução sustentável que promove o bem-estar nas cidades contemporâneas. Trata-se de uma revisão de literatura, com o objetivo de analisar os principais obstáculos enfrentados pelo saneamento urbano e explorar como a integração de elementos biofílicos pode aprimorar a eficiência desses sistemas, ao mesmo tempo em que melhora a qualidade de vida nas áreas urbanas. A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, focada na identificação e interpretação de conceitos ligados à biofilia e à sustentabilidade. Os resultados mostram que a adoção de soluções inspiradas na natureza, como áreas verdes e espaços naturais integrados à infraestrutura urbana, pode atenuar questões ambientais e sociais, contribuindo para a criação de cidades mais saudáveis e equilibradas. A conclusão destaca a necessidade de políticas públicas que incentivem a incorporação de práticas biofílicas, promovendo um futuro mais sustentável e resiliente para os centros urbanos.

**Palavras-chave:** Biofilia, Saneamento urbano, Sustentabilidade, Soluções baseadas na natureza.

### **1 INTRODUÇÃO**

Desde o princípio das civilizações, as relações entre a humanidade e o meio ambiente são indispensáveis para a sobrevivência, com ambos elementos se afetando mutuamente, a partir de séries de inter-relações cuja modificação ocorreu historicamente e considerando-se os diferentes contextos. Em resumo, a natureza afeta o ser humano, demandando adaptabilidade e moldando as maneiras com que vive-se em variadas regiões e, concomitantemente, o ser humano sempre realizou intervenções na

---



natureza para que ela se moldasse a seus anseios, o que pode ser resumido a partir da perspectiva de Tuan (2012), que ressalta a ampla ligação entre todos os fatores (socioeconômicos, tecnológicos, atitudinais, arquitetônicos e urbanísticos, dentre outros) na promoção de mudanças, de forma “cíclica”.

A ideia de “ciclo” é reforçada no que tange a economia e os critérios de desenvolvimento e, em vários lugares no mundo, inclusive no Brasil, no qual muitas vezes o crescimento urbano ocorreu de forma intensa e desordenada, deixando-se os aspectos referentes ao meio ambiente em segundo plano, verificam-se atualmente graves consequências disso, sendo uma das problemáticas do século atual (Blau; Luz; Panagopoulos, 2018).

Nesse panorama, pode-se visualizar que muitas das modificações urbanas adotadas, especialmente em cidades construídas espontaneamente e sem planejamento, são de alto impacto, ocasionando problemas como alagamentos, poluição e, conseqüentemente, diversos desafios diante do saneamento urbano e da qualidade de vida. Cita-se como exemplo a impermeabilização do solo para priorizar espaços para veículos e construções desordenadas e, ademais, as canalizações que também são pontuadas por Blau, Luz e Panagopoulos (2018).

A partir disso, Baptista e Cardoso (2013, p. 126) apontam que “[...] os prejuízos ambientais e danos socioeconômicos severos decorrentes de inundações colocam em questão os modelos de urbanização e sanitários vigentes”. Tal afirmação permite debater o fato de que a não adoção de medidas preventivas provoca a demanda para medidas corretivas diante de situações correlatas.

O novo paradigma para o desenvolvimento mais consciente consiste na busca pela de estratégias de urbanismo sustentáveis, considerando-se suas dimensões socioambientais conjuntamente com as inovações tecnológicas, buscando-se intervenções mais integradas e respeitadas (Baptista; Cardoso, 2013). Dentre essas estratégias, a integração de princípios e elementos da natureza nas intervenções consiste em um potencial de melhoria urbana e da qualidade de vida, caracterizando o conceito de Soluções baseadas na Natureza (SbN), que inclui a biofilia, a biomimética, a bioutilização e outras (Butt; Dimitrijević, 2022).

Guiando-se a partir da primeira das estratégias citadas anteriormente e do questionamento de “como a biofilia pode ser integrada ao saneamento urbano para solucionar desafios relacionados à sustentabilidade e ao bem-estar nas cidades contemporâneas?”, o presente trabalho tem como objetivo principal investigar como a integração de elementos biofílicos ao saneamento urbano pode responder tal pergunta. Para tanto, os objetivos específicos incluem: (a) analisar os principais desafios atuais no saneamento urbano relacionados à sustentabilidade e qualidade de vida nas cidades; (b) examinar as abordagens biofílicas já existentes em diferentes contextos urbanos que promovem soluções sustentáveis e (c) propor estratégias para integrar princípios biofílicos aos sistemas de saneamento urbano, visando melhorar a eficiência ambiental e o bem-estar da população, vislumbrando a hipótese de que tais proposições podem trazer mais eficiência aos serviços de saneamento, promovendo maior



sustentabilidade e contribuindo significativamente para o bem-estar físico e psicológico dos moradores nas cidades contemporâneas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Percebendo-se a demanda por políticas públicas e estratégias de gestão e planejamento urbano mais respeitosas com o meio natural, tal etapa do presente trabalho buscou compreender como se desenvolveram as pesquisas acerca desse tipo de solução até então, com enfoque para a temática de “biofilia” e sua interseção com a mitigação de problemas relacionados às questões urbanas, principalmente as relacionadas ao saneamento.

### 2.1 URBANIZAÇÃO SUSTENTÁVEL A PARTIR DE SOLUÇÕES QUE CONSIDERAM A NATUREZA

Documentadamente, muitas cidades se desenvolveram de forma extremamente rápida e descontrolada, priorizando a “infraestrutura cinza” em detrimento do respeito ao natural. Ao propor-se soluções baseadas na natureza (SbN), vislumbra-se reduzir os altos impactos dessas referidas práticas, uma vez que, no tocante à utilização desse tipo de solução, Butt e Dimitrijević (2022) apontam que as construções e a natureza estão amplamente integradas, ou seja, a expansão urbana não irá se sobrepor ao ecossistema, e os aspectos naturais destacam-se devido à sua capacidade de lidar conscientemente com desafios frequentes nas cidades. Ademais, tais autores ainda ressaltam a interdisciplinaridade do tema ao conceituar que:

Soluções baseadas na natureza [...] são definidas como ações para proteger, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais e modificados, que abordam desafios sociais (por exemplo, mudanças climáticas, segurança alimentar e hídrica ou desastres naturais) de maneira eficaz e adaptativa, ao mesmo tempo que promovem o bem-estar humano e proporcionam benefícios à biodiversidade (Butt; Dimitrijević, 2022, p. 2, tradução nossa).

A partir disso, corrobora-se o caráter evidentemente positivo quanto à resiliência urbana, compreendendo-se que esse tipo de técnica tem perspectivas de atendimento às demandas atuais globais, com características de preservação, restauração e melhorias ambientais em todas as dimensões (Bianciardi; Becattini; Cascini, 2023), envolvendo profissionais, governo e todos os agentes interessados em busca de ciclos projetuais sustentáveis, promovendo inclusive a mescla entre “cinza” e “verde” e os efeitos a partir dessa relação.

O supracitado tipo de solução tem sido objeto de pesquisas nos mais variados âmbitos, considerando-se tratar de um conceito com caráter emergente, verificando-se pesquisas cada vez mais robustas, e a crescente demanda por abordagens mais integradas (Johnson *et al.*, 2022; Sowińska-Świerkosz; García, 2022).



A assertiva quanto ao número de pesquisas científicas sobre o assunto e a rápida evolução da pesquisa é visualizada a partir de estudos como o de Johnson *et al.* (2022), que após terem realizado considerações acerca das mudanças climáticas e dos desafios, destacaram que o número de publicações nessa área cresceu exponencialmente na última década.

Sowińska-Świerkosz e García (2022) apontam as SbN como temática chave para lidar com as problemáticas trazidas até então, validando os argumentos trazidos, somando-se a estes a ideia da necessidade da convergência entre teoria e prática, ou seja, considerando-se a interdisciplinaridade do tema e as possibilidades de implementação desses conceitos. Tal multiplicidade promete portanto séries de benefícios, que podem ser ilustrados na Figura 1, que compila e correlaciona vários termos pertinentes para a construção dos conceitos.

Figura 1 - Resumo de processos e palavras-chave para descrição das SbN.



Fonte: Adaptado de Sowińska-Świerkosz e García (2022, tradução nossa).

Visto isso, nota-se que esse tipo de sistema pode trazer, por conseguinte, benefícios que extrapolam a escala urbana e promovem qualidade de vida geral, otimizando os parâmetros ambientais e todo o ecossistema de forma geral, cumprindo um papel de vitalidade em uma realidade na qual é urgente que a gestão integrada priorize estratégias que promovam maior permeabilidade e estratégias “verdes” que se conectam com o parcelamento e o uso dos solos e recursos, mitigando problemas hídricos, climáticos e de saneamento, além de consistir em algo interessante no tocante a projetos de urbanismo (Fink, 2016).

## 2.2 INTEGRAÇÃO DE ELEMENTOS BIOFÍLICOS NAS CIDADES

Com base nessas considerações, é essencial destacar o papel das soluções baseadas na natureza (SbN) como parte de uma estratégia integrada e multidisciplinar que envolve tanto o planejamento urbano quanto a infraestrutura verde. Diante da complexidade dos desafios contemporâneos, como o



crescimento populacional, a escassez de recursos e a intensificação das mudanças climáticas, as SbN surgem como alternativas eficazes para promover resiliência urbana e sustentabilidade ambiental.

O Relatório Final do Grupo de Peritos do Horizonte 2020, que estabeleceu uma política de investigação e inovação da União Europeia (UE) para soluções baseadas na natureza e a renaturalização das cidades, destaca o potencial transformador dessas abordagens para resolver os desafios urbanos. Esse documento, produzido a partir de consultas com stakeholders e workshops, sugere que as SbN podem não apenas responder aos desafios ambientais, sociais e econômicos de forma sustentável, mas também posicionar a Europa como líder em inovação e crescimento verde (Faivre *et al.*, 2017). Tal estratégia vai além da infraestrutura tradicional ao incorporar elementos naturais que oferecem co-benefícios múltiplos para a sociedade e o meio ambiente, sobretudo em áreas urbanas.

As SbN são definidas como intervenções inspiradas, apoiadas ou replicadas da natureza, projetadas para enfrentar desafios urbanos com maior eficiência, menor consumo de energia e maior resiliência a mudanças (Faivre *et al.*, 2017). Essas soluções devem ser adaptadas ao contexto local, garantindo uma integração sinérgica com os ecossistemas. Além disso, as SbN promovem uma abordagem integrada à urbanização sustentável, restaurando ecossistemas degradados, melhorando a gestão de riscos e elevando o bem-estar nas cidades (Faivre *et al.*, 2017).

Ao enfrentar desafios contemporâneos, como o crescimento populacional acelerado e a desigualdade no acesso ao saneamento, soluções biofílicas, como telhados verdes, florestas urbanas e sistemas de drenagem sustentáveis, têm se mostrado eficientes para aliviar a sobrecarga nas infraestruturas urbanas e melhorar a qualidade de vida (Faivre *et al.*, 2017). Exemplos como jardins pluviais e biovalas não apenas otimizam a gestão de águas pluviais, mas também revitalizam áreas negligenciadas, aumentando a biodiversidade e criando espaços verdes que beneficiam a saúde e o bem-estar dos moradores (Faivre *et al.*, 2017).

Diante dessas estratégias, a implementação de cidades biofílicas, que integram elementos naturais no ambiente urbano, aparece como uma abordagem complementar que não só promove a estética e a qualidade de vida, mas também proporciona uma conexão mais próxima entre os habitantes e a natureza (Beatley & Newman, 2013). Ao adotar SbN nas cidades biofílicas, os benefícios são amplificados, especialmente no enfrentamento de problemas como inundações e poluição do ar. A vegetação estrategicamente posicionada pode mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas e melhorar significativamente a gestão das águas pluviais (Parivar *et al.*, 2022).

A integração de sistemas naturais, como áreas úmidas construídas e técnicas de biorretenção, oferece uma alternativa mais sustentável ao tratamento das águas residuais, contribuindo para a eficiência dos sistemas de saneamento urbano e promovendo um equilíbrio ecológico nas cidades (Parivar *et al.*, 2022). Ao harmonizar a infraestrutura urbana com a natureza, as cidades biofílicas criam



ambientes saudáveis, conectados ao meio ambiente, e uma forma de urbanização mais equilibrada e resiliente (Beatley & Newman, 2013).

Portanto, as soluções baseadas na natureza (SbN) e as abordagens biofílicas convergem para a criação de cidades mais resilientes, capazes de enfrentar os desafios ambientais e sociais contemporâneos. No contexto das cidades brasileiras, onde o saneamento básico precário, a urbanização acelerada e a desigualdade social são questões críticas, há uma necessidade urgente de soluções inovadoras e sustentáveis. A biofilia, entendida como a conexão inata dos seres humanos com a natureza, facilita a reconexão dos cidadãos com o ambiente natural, incentivando práticas de preservação e sustentabilidade. Quando incorporadas ao planejamento urbano, as SbN e os elementos biofílicos têm o potencial de promover uma transformação duradoura e positiva nos centros urbanos, por exemplo, alinhando o crescimento das cidades aos princípios de sustentabilidade e bem-estar (Fink, 2016).

### 2.3 SOLUÇÕES NATURAIS PARA O BEM-ESTAR E SUSTENTABILIDADE URBANA

O conceito de biofilia, proposto pela primeira vez pelo biólogo Edward O. Wilson, refere-se à inclinação humana inerente de se afiliar à natureza e aos sistemas naturais (Wilson, 1984). Esta afinidade entre os seres humanos e o mundo natural demonstrou ter implicações para a saúde, a produtividade e o bem-estar geral. O design biofílico, procura alavancar esta relação inata entre o homem e a natureza, incorporando elementos e processos naturais no ambiente construído.

Desta forma, no contexto urbano, o design biofílico é aplicado para promover ambientes que resgatem essa ligação entre o homem e a natureza. Ele incorpora elementos naturais no espaço construído, transformando as cidades em lugares mais saudáveis e agradáveis de se viver. O uso de vegetação, luz natural, água e outros recursos naturais nos projetos arquitetônicos urbanos é uma estratégia eficaz para atender às necessidades de saúde física e mental das pessoas. Como destacado por Sabaa *et al.* (2022), a presença de elementos naturais nos espaços urbanos impacta positivamente não apenas a saúde física, mas também a produtividade e o bem-estar dos moradores.

A integração de elementos biofílicos não só melhora a qualidade de vida nas cidades, mas também contribui para a sustentabilidade urbana. Conforme Butt e Dimitrijević (2022), a aplicação de soluções baseadas na natureza (SbN), que inclui a biofilia, é uma das estratégias mais promissoras para enfrentar desafios contemporâneos, como o saneamento urbano, a gestão de águas pluviais e as mudanças climáticas. Telhados verdes, paredes vivas e a inserção de árvores e vegetação ao redor dos edifícios são exemplos práticos de como as SbN podem ser implementadas, criando uma infraestrutura mais resiliente e adaptada aos desafios ambientais e urbanos.

As pesquisas de Reeve (2015) corroboram a eficácia da biofilia, demonstrando que o contato com a natureza traz uma série de benefícios à saúde mental e física, como a redução do estresse,



depressão e ansiedade, além de melhorar a recuperação de pacientes em hospitais e aumentar a satisfação no trabalho. Além disso, experiências urbanas que envolvem o acesso a áreas verdes promovem maior conexão social, reduzindo a criminalidade e melhorando a segurança pública. Esses fatores são especialmente relevantes em ambientes urbanos densamente povoados, onde a presença da natureza é limitada.

A literatura recente tem enfatizado os múltiplos benefícios das soluções biofílicas. Reeve (2015) destaca que essas soluções não apenas melhoram o bem-estar humano, mas também desempenham um papel determinante no gerenciamento de águas pluviais, na mitigação das ilhas de calor urbanas e na redução da demanda de energia nas cidades. Além disso, essas estratégias elevam o valor das propriedades, incentivam a prática de atividades físicas e prolongam a vida útil da infraestrutura urbana, promovendo uma cidade mais conectada e sustentável.

Dessa forma, a biofilia, como parte integrante das Sbn, oferece uma abordagem determinante para enfrentar os desafios urbanos contemporâneos. Ao promover uma maior interação entre a natureza e as infraestruturas urbanas, ela possibilita cidades mais saudáveis, sustentáveis e resilientes, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida e o bem-estar dos cidadãos. O acesso a parques, fazendas urbanas, telhados verdes e espaços comunitários vegetados são exemplos de como esses elementos biofílicos podem ser implementados para transformar o ambiente urbano, criando um impacto positivo tanto no nível físico quanto emocional dos moradores (Reeve, 2015).

Em síntese, a biofilia e as Sbn se apresentam como respostas eficazes aos problemas urbanos, integrando a natureza aos sistemas de saneamento e às infraestruturas da cidade. Ao priorizar a conexão entre seres humanos e natureza, essa estratégia promove não apenas a sustentabilidade ambiental, mas também o bem-estar psicológico e físico das populações urbanas, consolidando-se como uma das principais abordagens para o planejamento urbano no século XXI (Reeve, 2015; Butt; Dimitrijević, 2022; Sabaa *et al.*, 2022).

#### 2.4 BIOFILIA E SBN COMO RESPOSTAS ÀS DEMANDAS URBANAS CONTEMPORÂNEAS

No planejamento urbano sustentável é primordial a incorporação de espaços verdes nas áreas urbanas, fundamentados no conceito de biofilia, que tem como premissa o bem-estar humano através da interação com a natureza, conforme Pieve (2024). Tornar as cidades um espaço público inclusivo e que ofereça mais qualidade de vida para seus habitantes vai além de ter construções acessíveis. Trata-se de considerar a qualidade de vida humana e social de todos os cidadãos no ambiente urbano. Além de criar ambientes sustentáveis que visam a melhoria da qualidade de vida urbana, seja pela ampliação de áreas verdes ou pela garantia de acessibilidade, é essencial que todos os indivíduos, independentemente das suas condições físicas ou intelectuais, possam usufruir do espaço urbano de maneira equitativa.



As cidades têm os parques urbanos como espaços verdes integrados, os quais desempenham um papel essencial para proporcionar oportunidades de interação direta com a natureza. Nos últimos anos, a utilização destes espaços como alternativa de lazer aumentou substancialmente (Fan; Luo, 2020 *apud* Melo, 2023). Tais parques são importantes para o desenvolvimento de um estilo de vida saudável entre os habitantes de uma cidade, visto que o contato com a natureza se apresenta como uma das principais reivindicações dos moradores de áreas urbanas. Outrossim, os parques urbanos oferecem uma variedade de serviços ecossistêmicos, como redução da poluição sonora e atmosférica, economia de energia e regulação do microclima. Portanto, a incorporação destas áreas verdes no planejamento urbano é fundamental para a composição de cidades sustentáveis e saudáveis.

Segundo Trevisam (2024), a dimensão ambiental é reconhecida como um dos pilares do desenvolvimento sustentável. A preocupação com as questões ecológicas é fundamental para a vida nas cidades, conforme destacado pela ONU:

O esgotamento dos recursos naturais e os impactos negativos da degradação dos solos, escassez da água doce e perda de biodiversidade, aumentam e agravam a lista dos desafios que a humanidade enfrenta (ONU, 2016, p. 6).

Neste contexto, a biofilia desempenha um papel importante na promoção do desenvolvimento urbano sustentável, contribuindo para reverter os efeitos adversos da expansão desordenada das metrópoles. As florestas nativas possuem um valor intrínseco, promovendo uma comunhão concreta entre a humanidade e a natureza no cotidiano urbano.

Atualmente, temos Singapura como um dos exemplos mais notáveis de urbanismo biofílico, sendo uma referência global na integração de infraestrutura verde e planejamento urbano sustentável, de acordo com Fayad (2020). Foram implementadas políticas públicas na cidade que promovem a coexistência ao ambiente construído e a natureza, resultando em benefícios significativos para a saúde, economia e qualidade de vida de seus habitantes. Singapura é a quarta melhor cidade do mundo em expectativa de vida de seus habitantes, e apresenta uma das menores taxas de mortalidade infantil, o que reflete o impacto positivo da biofilia na saúde pública e bem-estar geral da população (Beatley, 2012 *apud* Fayad, 2020).

A cidade sul-americana Medellín, na Colômbia, também é um exemplo de transformação urbana pautada pela reestruturação e revitalização de espaços públicos. A capital adotou estratégias que priorizam a inclusão social e o desenvolvimento equitativo de suas áreas verdes, promovendo a convivência entre diferentes classes sociais. O processo de modernização e investimento em infraestrutura verde em Medellín contribuiu para a criação de espaços públicos acessíveis e saudáveis, beneficiando diretamente a qualidade de vida dos seus habitantes (Dias, 2017 *apud* Fayad, 2020).



### 3 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo seguiu uma abordagem qualitativa com o objetivo de investigar e analisar os conceitos e teorias relacionados ao tema biofilia como solução sustentável e aliada do bem-estar urbano. Para tanto, foi realizada uma revisão de literatura com caráter descritivo, exploratório e incluindo pesquisa bibliográfica/documental, conforme enfatizado por Gil (2022). Esse tipo de abordagem permite explorar amplamente a temática, facilitando a construção de uma base teórica sólida sobre o assunto. O foco principal da análise foi a identificação e interpretação de conceitos que contribuam para a discussão sobre a biofilia, seu impacto na sustentabilidade urbana e a promoção do bem-estar.

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados consistiram em artigos científicos, teses acadêmicas, legislações e dados pertinentes ao tema (Gil, 2022). A seleção dessas fontes seguiu critérios de relevância e proximidade com a abordagem de biofilia aplicada ao contexto urbano, garantindo que os dados levantados fossem representativos das discussões teóricas atuais sobre sustentabilidade e qualidade de vida nas cidades.

O procedimento adotado na coleta de dados baseou-se na leitura seletiva e reflexiva das fontes, o que permitiu o levantamento dos principais conceitos e teorias que estruturam a discussão. A leitura reflexiva possibilitou não apenas a identificação das ideias centrais, mas também uma análise crítica das convergências e divergências entre os diferentes autores e perspectivas abordadas. Dessa forma, o estudo buscou construir uma visão abrangente e fundamentada sobre as contribuições da biofilia como uma estratégia sustentável no contexto urbano.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pesquisas desenvolvidas investigando a implantação das SbN na cidade, de maneira conjunta com seus aspectos técnicos e benefícios corroboram a vitalidade desse tipo de estratégia para o urbanismo sustentável, com grande potencial de melhoria dos espaços e da resiliência urbana frente aos desafios hídricos e de saneamento. Visando verificar e contextualizar essas aplicações, busca-se compreender o panorama brasileiro.

#### 4.1 O CENÁRIO BRASILEIRO E AS ANÁLISES ACERCA DO SANEAMENTO URBANO

O saneamento corresponde a uma problemática e desafio presente em vários países e regiões. No contexto nacional, a relevância do tema se comprova pela existência de políticas públicas que versam sobre o assunto, como por exemplo a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 que “atualiza o marco legal do saneamento básico [...]” (Brasil, 2020), e demais, e suas respectivas atualizações, que comprovam as modificações no assunto ao longo do tempo e a continuidade do tema como relevante e atual, o que é reforçado ao correlacionar-se tal afirmação com o fato de que a universalização do



saneamento básico e dos recursos hídricos correspondem a objetivos integrantes para a ONU, no que tange à Agenda 2030 e o desenvolvimento sustentável (Amaral *et al.*, 2023).

Analisando-se sucintamente a legislação citada no parágrafo anterior, apontam-se como alguns de seus pontos principais como a busca pela integração da atuação dos diferentes envolvidos e das infraestruturas na gestão, em consonância com o objetivo de amplificar exponencialmente o atendimento com os serviços, de forma mais abrangente, até o ano de 2033 (Brasil, 2020).

Amaral *et al.* (2023), ao abordar a visão quanto à atuação da Agência Nacional de Águas (ANA), apontam que:

[...] um cenário ideal para segurança hídrica é possível onde a infraestrutura tenha planejamento, dimensionamento e esteja implantada e gerida adequadamente, para se atender à oferta e à demanda de água, de maneira equilibrada, pensando em situações contingenciais, oriundas da vulnerabilidade a eventos climáticos extremos (Amaral *et al.*, 2023, p. 3).

Essa ideia reforça a ideia da importância da gestão integrada e cuidadosa, dando destaque ao caráter preventivo e corroborando a busca pela implantação de SbN nas cidades, o que será abordado mais detalhadamente no decorrer desse trabalho. Quantitativamente, percebe-se a partir da análise dos resultados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (Brasil, 2023), principalmente no painel referente ao assunto “Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas” (DMAPU), o panorama nacional no tocante ao tema em sua versão mais recente (considerando-se que o SNIS 2023 tem o ano de 2022 como referência dos dados apresentados), ilustrados na Figura 2.

Figura 2 - Resultados sobre DMAPU em 2022 apresentados em forma de painel.



Fonte: Brasil (2023).

Os indicadores enumerados na Figura acima provocam a discussão acerca do tipo de medidas adotadas até o presente momento e permitem perceber a importância de que sejam tomadas medidas



visando otimizar o saneamento do crescimento urbano consciente, considerando-se a importância de pensar de forma preventiva, o que muitas vezes não ocorre, vide a baixa porcentagem de áreas com os cuidados referentes ao sistema de DMAPU, e os parâmetros de infraestrutura demonstrando a forte presença de “infraestruturas cinzas” e impermeáveis, enquanto poucos municípios optam por uma drenagem que respeita e valoriza o meio ambiente (Brasil, 2022).

#### 4.2 POTENCIAL DE INTEGRAÇÃO DOS PRINCÍPIOS BIOFÍLICOS AOS SISTEMAS DE SANEAMENTO URBANO

Somando-se às pesquisas tratadas no referencial bibliográfico, a análise crítica dos dados documentais corrobora a ideia de que a adoção de solução que respeitem e integrem a natureza ao planejamento urbano tem caráter positivo, fundamentando e conferindo robustez à proposta para integrar os princípios da biofilia nas cidades.

O urbanismo biofílico é abordado por Daniels *et al.* (2020), explicando-se acerca dos benefícios dessa relação para atender às multidimensões da sustentabilidade, uma vez que a consideração pela natureza no desenvolvimento ultrapassa a perspectiva dos aspectos espaciais e bem-estar, incluindo-se ademais benefícios técnicos comprovados, de forma funcional.

A maneira complexa e desordenada como o desenvolvimento de muitas cidades ocorreu corresponde a um desafio para a implantação desse tipo de medida. Porém, tal desafio não corresponde a um impedimento para a busca para a integração das SbN e dos princípios biofílicos nas áreas urbanas, uma vez que tal atuação pode ocorrer em escalas diferentes, como por exemplo a escala das edificações, a escala do bairro e a escala da cidade (Daniels *et al.*, 2020).

Dessa forma, discorrendo-se novamente acerca do pontuado por Daniels *et al.* (2020), a possibilidade de adoção de medidas graduais e pontuais, de forma inicial, comprova a possibilidade de que isso ocorra de medida gradual, começando por estratégias como coberturas verdes ou até mesmo vegetações e maior permeabilidade em edificações, para, no decorrer do tempo e das possibilidades, incorporar-se paulatinamente medidas de maior porte, como corredores verdes e parques que valorizem o meio natural na cidade e nas regiões, expandindo-se a atuação, de forma integrada.

## 5 CONCLUSÃO

Em linhas gerais, durante todas as etapas do presente trabalho, foi perceptível a relevância de pensar no espaço urbano como um espaço de integração entre os elementos “cinzas” e “verdes”, e a partir disso, o potencial das soluções baseadas na natureza para mitigar os desafios hídricos e do saneamento urbano. Verificou-se, para além da perspectiva do desenvolvimento sustentável, a biofilia como estratégia multidisciplinar e promotora de co-benefícios para as pessoas e o meio urbano.



Por fim, visualiza-se que esse tipo de estratégia tem grande potencial para superar os desafios, fundamentando a ideia de proposição para maior difusão do urbanismo biofílico dentre os diferentes atores e envolvidos, otimizando-se a eficiência ambiental e a experiência da população nas cidades. Para tanto, é válido que as práticas biofílicas sejam incentivadas a partir de políticas públicas, tendo em vista a relevância e a atualidade desse tipo de estratégia.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Agradece-se pelo apoio, portanto, à CAPES.





## REFERÊNCIAS

- AMARAL, P. S.; ZANATTA, F.; MEIRELES, G. B.; MENDES, J. P.; COSSO, S. P. A.; MARIOSIA, D. F. FUNDAMENTOS E CONSEQUÊNCIAS ÉTICAS DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE UNIVERSALIZAÇÃO, SUSTENTABILIDADE E SEGURANÇA HÍDRICA CONTIDOS NO MARCO REGULATÓRIO DO SANEAMENTO NO BRASIL . *Gestão & Regionalidade*, [S. l.], v. 39, p. e20237565, 2023. DOI: 10.13037/gr.vol39.e20237565.
- BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. *Revista da Universidade Federal de Minas Gerais*, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2013.
- BEATLEY, T.; NEWMAN, P. Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability*, v. 5, n. 8, p. 3328-3345, 2013.
- BIANCIARDI, A.; BECATTINI, N.; CASCINI, G. L. How would nature design and implement nature-based solutions?. *Nature-Based Solutions*, v. 3, p. 100047, 2023. DOI: <https://doi.org/ez25.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.nbsj.2022.100047>.
- BLAU, M. L.; LUZ, F.; PANAGOPOULOS, T. Urban river recovery inspired by nature-based solutions and biophilic design in Albufeira, Portugal. *Land*, v. 7, n. 4, p. 141, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/land7040141>.
- BRASIL, Lei n.º 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm). Acesso em: 01 set. 2024.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>. Acesso em: 01 set. 2024.
- BUTT, A. N.; DIMITRIJEVIĆ, B. Multidisciplinary and transdisciplinary collaboration in nature-based design of sustainable architecture and urbanism. *Sustainability*, v. 14, n. 16, p. 10339, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141610339>.
- DANIELS, P.; EL BAGHDADI, O.; DESHA, C.; MATTHEWS, T. Evaluating net community benefits of integrating nature within cities. *Sustainable Earth*, v. 3, p. 1-15, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s42055-020-00025-2>.
- FAIVRE, N. et al. Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. *Environmental research*, v. 159, p. 509-518, 2017.
- FAYAD, J. P. et al. Cidades Biofílicas e a Reconexão com os Espaços Urbanos. *Caderno PAIC*, v. 21, n. 1, p. 309-324, 2020.
- FINK, H. S. Human-nature for climate action: Nature-based solutions for urban sustainability. *Sustainability*, v. 8, n. 3, p. 254, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8030254>.
- GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 7 ed. Barueri [SP]: Atlas, 2022. ISBN978-65-597-7164-6.



JOHNSON, B. A.; KUMAR, P.; OKANO, N.; DASGUPTA, R.; SHIVAKOTI, B. R. Nature-based solutions for climate change adaptation: A systematic review of systematic reviews. *Nature-Based Solutions*, v. 2, p. 100042, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100042>.

MELO, N. M.; DE VASCONCELOS, A. M.; DO NASCIMENTO LIMA, T. Percepção Ambiental e Biofilia nos Parques Urbanos: Uma Revisão Bibliográfica. *Revista Pantaneira*, v. 22, p. 42-53, 2023.

ONU – NAÇÕES UNIDAS. A Agenda 2030. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 04 set. 2024.

PARIVAR, P.; SOTOUDEH, Ahad; MAZLOOMSHAH, Z. Developing Strategies to Improve the Urban Environmental Structure Resiliency During and After Corona Pandemic: A Literature Review. *Current Landscape Ecology Reports*, v. 7, n. 4, p. 128-136, 2022.

REEVE, A. C. et al. Biophilic urbanism: contributions to holistic urban greening for urban renewal. *Smart and sustainable built environment*, v. 4, n. 2, p. 215-233, 2015.

SABAA, SG A. et al. A Study of Biophilic design and how it relates to the children's hospitals design. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2022. p. 012003.

SOWIŃSKA-ŚWIERKOSZ, B.; GARCÍA, J. What are Nature-based solutions (NBS)? Setting core ideas for concept clarification. *Nature-Based Solutions*, v. 2, p. 100009, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100009>.

TREVISAM, E.; OLIVEIRA, S. C. S. de. CONTRIBUIÇÕES DA BIOFILIA PARA AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Veredas do Direito*, v. 21, p. e212408, 2024.

TUAN, Y.-F. *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*. São Paulo: Eduel, 2012.

WILSON, E. O. *Biophilia: the human bond with other species*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984.