

Design sustentável como estratégia para soluções baseadas na natureza

Sustainable design as a strategic approach to nature-based solutions

Paulo Sergio de Sena

Resumo: O estudo analisa a articulação entre Design sustentável e Soluções baseadas na Natureza (SbN), com foco na atuação do Design como prática regenerativa. A partir de revisão teórica e estudos de caso incluindo Bosco Verticale (Itália), Favela Verde (Brasil), Parque Água Branca (Brasil) e Corredores Verdes de Medellín (Colômbia), evidencia-se o papel do design na mediação entre ecologia e cultura. Os resultados sustentam a proposta de uma matriz pedagógica baseada em codesign, tecnologias ambientais e inovação social.

Palavras-chaves: biomimética; economia circular; inovação social; regeneração ecológica.

Abstract: This study analyzes the connection between sustainable Design and Nature-based Solutions (NbS), focusing on Design as a regenerative practice. Based on a literature review and case studies including Bosco Verticale (Italy), Favela Verde (Brazil), Parque Água Branca (Brazil), and Green Corridors of Medellín (Colombia) — the paper highlights Design's role in linking ecology and culture. The findings support a pedagogical framework grounded in co-Design, environmental technologies, and social innovation.

Keywords: biomimicry; circular economy; ecological regeneration; social innovation.

Introdução

A crescente intensificação dos impactos ambientais, como o aquecimento global, a escassez hídrica e a perda da biodiversidade têm impulsionado a busca por soluções sistêmicas que ultrapassem os limites da mitigação de danos e avancem para a regeneração dos ecossistemas e o fortalecimento da justiça socioambiental. Nesse cenário, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) despontam como uma abordagem inovadora e resiliente (Oliveira *et al.*, 2024), fundamentada no reconhecimento dos ecossistemas como infraestrutura viva capaz de oferecer respostas multifuncionais aos desafios contemporâneos.

As SbN transcendem as práticas tradicionais de conservação, articulando o restauro ambiental com objetivos de desenvolvimento sustentável, como segurança hídrica, saúde pública e bem-estar social. Entretanto, sua materialização exige metodologias interdisciplinares e práticas projetuais que conectem ciência, tecnologia, cultura e território. Nesse contexto, o Design sustentável emerge com um repertório teórico-metodológico para a construção de soluções regenerativas, ao reunir procedimentos técnicos e éticos orientados para a circularidade, a biomimética e a inovação social.

Este estudo propõe apresentar a contribuição do Design sustentável para o desenvolvimento e implementação das SbN, considerando os limites das abordagens convencionais e as potencialidades de uma prática projetual ancorada na regeneração ecológica e no protagonismo das comunidades locais.

A crise ambiental exige SbN articuladas a múltiplos saberes e escalas, e o Design sustentável, ao incorporar equidade, regeneração e inovação, constitui dispositivo metodológico capaz de traduzir esses princípios em respostas tangíveis e sensíveis ao contexto. Contudo, essa integração ainda é incipiente: o Design, historicamente vinculado à lógica industrial de consumo, precisa reposicionar-se como agente de transição ecológica, potencializando as SbN na reconfiguração de territórios, modos de vida e sistemas produtivos (Sena, 2025).

Esta proposta tem como objetivo central investigar a interseção entre Design sustentável e SbN, identificando possibilidades de sinergia entre essas áreas de estudo. Especificamente, busca-se: (i) Analisar como o Design sustentável pode ser utilizado como método e linguagem para a implementação de SbN; (ii) Mapear estratégias, materiais e tecnologias do Design com potencial regenerativo; e (iii) Compreender o papel do Design na construção de futuros ecosociais sustentáveis.

A questão norteadora foi delineada a partir da problemática: em que medida o Design sustentável pode se constituir numa ferramenta para viabilizar e ampliar o alcance das Metodologias com Soluções baseadas na Natureza?

O estudo foi estruturado em cinco seções articuladas entre fundamentos, práticas e proposições metodológicas. A primeira seção apresenta os fundamentos teóricos que sustentam a convergência entre Design sustentável e SbN, enfatizando autores clássicos e contemporâneos que defendem abordagens regenerativas e contextualizadas. A segunda seção desenvolve um quadro comparativo entre Design sustentável e SbN, evidenciando critérios como tecnologias, materiais, escalas e abordagens sistêmicas. A terceira seção analisa o estudo de caso do Bosco Verticale (Milão) e outras três experiências urbanas (no Brasil e na Colômbia), destacando a aplicação dos princípios discutidos. A quarta seção propõe o reposicionamento do Design como linguagem metodológica

para SbN e apresenta, como ferramenta, uma matriz curricular atualizada para os cursos de Design. Por fim, a conclusão sintetiza os achados e aponta caminhos para a consolidação do Design sustentável como estratégia estruturante das SbN.

Material e métodos

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa de natureza exploratória e comparada (Fang *et al.*, 2023; Lubis; Shahrir; Ramirez, 2022), com o objetivo de investigar as interseções metodológicas entre o Design sustentável e as SbN. A pesquisa foi estruturada em três etapas: revisão sistemática da literatura, construção de categorias analíticas e análise de estudos de caso.

Na primeira etapa, realizou-se uma revisão sistemática da produção acadêmica publicada entre 2019 e 2024, em bases como *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect* e periódicos especializados. Foram priorizados artigos que abordassem metodologias aplicadas e ferramentas operacionais tanto para o Design sustentável quanto para as SbN (Fang *et al.*, 2023; Frontiers, 2024).

A segunda etapa consistiu na construção do Quadro 1, que compara os dois segmentos de estudo, a partir de categorias derivadas da literatura: princípios norteadores, escalas de atuação, uso de tecnologias emergentes, tipos de materiais e estratégias de engajamento comunitário. Essa sistematização seguiu a lógica de análise temática proposta por Zhao *et al.* (2023) e Calabretta *et al.*, 2025, que utilizam ferramentas como “cartas táticas de sustentabilidade” para guiar decisões projetuais em contextos complexos.

Categoria de análise	Design sustentável	SbN
Princípios Norteadores (Benyus, 2002; Wahl, 2019; IUCN, 2020)		
Escala de Atuação (Manzini, 2015; Fang <i>et al.</i> , 2023)		
Tecnologias Utilizadas (Lubis <i>et al.</i> , 2022; Zhao <i>et.al.</i> , 2023; Frontiers, 2024; Calabretta <i>et al.</i> , 2025)		
Tipo de Material (Boratto, 2024; Ginsberg; Chieza, 2019; Fang <i>et al.</i> , 2023)		
Participação Comunitária (Manzini, 2020; Cruz; Couto; Portas, 2022; IUCN, 2020)		
Abordagem Sistêmica (Wahl, 2019; IUCN, 2020; Drew <i>et al.</i> , 2022)		
Foco Temporal (Fang <i>et al.</i> , 2023; Frontiers, 2024; IUCN, 2020)		
Critério de Avaliação (Lubis <i>et al.</i> , 2022; Wahl, 2019; Frontiers, 2024)		

Quadro 1: Ferramenta do estudo comparado – categorias de análise e referências teóricas.

Fonte: do autor (2025).

Na terceira etapa, foram analisados quatro estudos de caso que exemplificam a articulação entre Design sustentável e SbN. O primeiro foi o Bosco Verticale, em Milão, um edifício de alto padrão com infraestrutura viva, tecnologias sustentáveis e impacto simbólico urbano. Em seguida,

foram considerados três casos acessíveis e comunitários: a Favela Verde (RJ), com regeneração ambiental e participação local; o Parque da Água Branca (SP), que integra conservação e educação ambiental; e os Corredores Verdes de Medellín (Colômbia), com foco em resiliência climática e infraestrutura ecológica. A análise utilizou estudos empíricos e referenciais atualizados (Cruz; Couto; Portas, 2022; Fang *et al.*, 2023; IUCN, 2020; Gandolfi *et al.*, 2017).

O Design sustentável, conforme Lubis, Shahrir e Ramirez (2022), estrutura-se por metodologias como *Design for Amelioration*, que integram sustentabilidade ambiental, social e econômica desde as fases iniciais do projeto. Já as SbN, segundo a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2020) e revisado por Fang *et al.* (2023), constituem abordagens que utilizam processos sob referência da natureza para gerar benefícios ambientais e sociais, sendo fundamentadas em multifuncionalidade e participação local.

A estratégia de estudo comparado permitiu identificar convergências e especificidades metodológicas, com foco na capacidade de ambas as abordagens de promover transformações regenerativas no ambiente urbano. Este desenho metodológico possibilitou compreender as teorias e os modos como essas práticas se materializam em soluções projetuais tangíveis e sensíveis ao contexto.

Fundamentos para uma convergência entre Design sustentável e SbN

A articulação entre Design sustentável e SbN exige uma base teórica transdisciplinar capaz de integrar ecologia, cultura, inovação e justiça ambiental. Um marco importante dessa virada foi estabelecido por Papanek (1984), ao criticar a lógica de mercado e o distanciamento ético do Design moderno, propondo uma reformulação das práticas projetuais orientada por necessidades humanas reais e responsabilidade ecológica. Esse posicionamento transformador influenciou uma geração de designers preocupados em alinhar seus projetos com a sustentabilidade e a equidade.

A crítica fundacional de Papanek (1984) foi expandida por Manzini e Vezzoli (2020), que sistematizaram o conceito de *Design para Sistemas Sustentáveis*. Essa abordagem valoriza a circularidade, a coevolução entre sociedade e ambiente e a transição de estilos de vida. O Design, nesse contexto, amplia sua identidade como ferramenta estética-funcional e se transforma em mediador entre valores, culturas e ecossistemas. A proposta aponta para a reorganização dos sistemas produtivos com base em princípios éticos e ecológicos, o que o aproxima dos objetivos centrais das SbN.

Benyus (2002) acrescenta uma perspectiva biocentrada com a biomimética, entendida como a aprendizagem de estratégias da natureza para desenvolver soluções adaptativas e resilientes. Essa lente ecofuncional está diretamente alinhada às SbN, ao reconhecer os ecossistemas como infraestrutura viva. Por sua vez, McDonough e Braungart (2002) propõem o conceito *cradle to cradle*, que redimensiona o ciclo de vida dos produtos e sistemas para que não haja desperdício, articulando princípios regenerativos à lógica produtiva, algo fundamental para a sustentabilidade urbana e arquitetônica.

Wahl (2019) sistematiza essas visões sob o paradigma do Design de Culturas Regenerativas, que busca fortalecer a interdependência entre ecossistemas, comunidades e saberes locais. Essa abordagem propõe uma ecologia do Design que mitiga impactos e regenera o ambiente, expandindo os limites da sustentabilidade convencional. Wahl (2019) ainda destaca a importância

de se considerar os contextos vivos, colaborativos e territorializados, convergindo diretamente com os princípios das SbN definidos pela IUCN (2020).

Nos últimos anos, o Design tem vivenciado uma renovação metodológica. Lubis, Shahrir e Ramirez (2022) desenvolveram a ferramenta *Design for Amelioration*, que combina princípios de sustentabilidade com abordagens centradas no usuário, promovendo soluções que integram aspectos sociais, ambientais e econômicos desde as etapas iniciais do projeto. De forma complementar, Calabretta, Döver e Nikou (2025) criaram as *Tactical Sustainability Cards*, que auxiliam designers a tomar decisões conscientes já na fase de ideação, tornando tangíveis os critérios de sustentabilidade e viabilizando a rastreabilidade com tecnologias como *blockchain*.

A dimensão regenerativa do Design também ganhou destaque com os trabalhos de Pistore *et al.* (2023), que propuseram um *framework* para ambientes internos regenerativos, com indicadores de “saldo ecológico positivo” aplicáveis em espaços urbanos. Já Kumar, Sakagami e Lee (2025) demonstraram como métricas baseadas em bem-estar humano e biodiversidade podem ser integradas ao processo de projeto arquitetônico, resultando em ganhos líquidos de qualidade ambiental. Tais contribuições ampliam a capacidade do Design de atuar como vetor estruturante de SbN, inclusive em contextos cotidianos e domésticos.

No contexto brasileiro, Sena (2025) reforça o potencial do Design sustentável ao propor a integração entre biomateriais, tecnologias digitais e práticas culturais locais, configurando uma metodologia enraizada nos territórios. Sua proposta se alinha ao conceito de SbN ao considerar o Design como mediador entre inovação técnica e valores sociais. Boratto (2024) reforça esse argumento ao demonstrar a viabilidade de biomateriais como a celulose bacteriana, que apresentam potencial regenerativo e são aplicáveis tanto ao Design circular quanto às infraestruturas verdes urbanas.

A dimensão comunitária também é central nesse debate. Cruz, Couto e Portas (2022) enfatizam o papel do Design como agente de inovação social, destacando a importância do engajamento comunitário nos processos projetuais. Essa perspectiva está presente nas diretrizes das SbN, que preveem a participação ativa das populações locais como elemento-chave para a efetividade e a permanência das soluções propostas. A inclusão dos saberes locais, dos modos de vida e das formas de organização social torna o Design mais sensível e eficaz na construção de respostas contextualizadas e justas.

Destaca-se também, a contribuição de Drew, Winhall e Robinson (2022) com o conceito de Design que muda sistemas, que amplia a escala de atuação do Designer para além do objeto, incluindo territórios complexos e dinâmicas socioeconômicas. Essa abordagem se alinha às SbN ao propor uma atuação projetual responsável, interativa e adaptável, capaz de lidar com incertezas, promover resiliência e regenerar ecossistemas e comunidades. Trata-se de um Design em transição, que articula estética, técnica, ética e política em favor de uma nova ecologia do habitar.

Organizando uma síntese comparada que evidencie os pontos de convergência e distinção entre o Design sustentável e as SbN. O Quadro 2 apresenta categorias centrais que estruturam essas práticas, como princípios norteadores, escalas de atuação, tecnologias, materiais e critérios de avaliação, permitindo visualizar como ambas se articulam metodologicamente no enfrentamento dos desafios socioambientais contemporâneos.

Quadro 2: Estudo comparado entre Design sustentável versus SbN
Fonte: do autor (2025).

Categoría de análise	Design sustentável	SbN
Princípios Norteadores (Benyus, 2002; Wahl, 2019; IUCN, 2020)	Circularidade, biomimética, inovação social, regeneração ecológica	Multifuncionalidade ecológica, mitigação climática, benefícios sociais, base científica
Escala de Atuação (Manzini, 2015; Fang et al., 2023)	Produto, serviço, sistema, território	Parcela, bairro, cidade, bacia hidrográfica, região
Tecnologias Utilizadas (Lubis et al., 2022; Zhao et.al., 2023; Frontiers, 2024; Calabretta et al., 2025)	Design Thinking, modelagem 3D, IA, blockchain, FAHP+GRA, Tactical Sustainability Cards	Infraestrutura verde, sensores ambientais, gêmeos digitais, irrigação inteligente
Tipo de Material (Boratto, 2024; Ginsberg; Chieza, 2019; Fang et al., 2023)	Biomateriais (micélio, algas, celulose bacteriana), reciclados, biodegradáveis	Elementos vivos (vegetação, solo, água), substratos porosos, bioengenharia
Participação Comunitária (Manzini, 2020; Cruz; Couto; Portas, 2022; IUCN, 2020)	Codesign, workshops participativos, metodologias centradas no usuário	Consulta pública, gestão compartilhada, educação ambiental, governança adaptativa
Abordagem Sistêmica (Wahl, 2019; IUCN, 2020; Drew et al., 2022)	Pensamento de ciclo de vida, ecoDesign, economia circular	Serviços ecossistêmicos, resiliência urbana, ecologia de paisagens
Foco Temporal (Fang et al., 2023; Frontiers, 2024; IUCN, 2020)	Prototipagem rápida (curto prazo) + planejamento de ciclo de vida (médio prazo)	Implantação gradual (médio prazo) + manutenção ecológica (longo prazo)
Critério de Avaliação (Lubis et al., 2022; Wahl, 2019; Frontiers, 2024)	Usabilidade, impacto socioambiental, LCSA, retorno circular	Redução de risco climático, aumento de biodiversidade, serviços ecossistêmicos, bem-estar social

Dessa forma, a convergência entre Design sustentável e SbN revela-se possível e necessária. Ao integrar princípios como biomimética, circularidade, regeneração, inovação social e participação comunitária, o Design oferece repertório conceitual e operacional para viabilizar SbN em múltiplas escalas e realidades. Mais do que compatível, o Design sustentável constitui-se como uma linguagem estruturante, capaz de converter princípios ecológicos em práticas concretas, sensíveis ao contexto e orientadas pela justiça socioambiental.

Interseções entre Design sustentável e SbN

O entrelaçamento entre Design sustentável e SbN possibilita a emergência de práticas projetuais regenerativas, como evidenciado na adoção da biomimética no desenvolvimento de produtos e estruturas que reproduzem padrões da natureza. Exemplos como fachadas que imitam cupinzeiros para melhorar ventilação passiva ou superfícies inspiradas em folhas de lótus para reduzir o uso de produtos químicos demonstram a aplicação direta do Design bioinspirado (Benyus, 2002). Essa abordagem, ao observar os ecossistemas como sistemas inteligentes, permite criar soluções adaptativas e resilientes que respeitam os limites planetários (Van Der Ryn; Cowan, 2007).

A utilização de biomateriais regenerativos, como micélio (fungos), algas e celulose bacteriana, representa uma mudança ontológica na materialidade do Design, ao substituir insumos sintéticos por organismos vivos capazes de se decompor ou regenerar ambientes. Essa substituição abre espaço para o que Ginsberg e Chieza (2019) chamam de Design vivo, no qual o material é portador de forma e agente ecológico ativo. Boratto (2024) demonstrou, por exemplo, o uso da celulose

bacteriana em superfícies têxteis, promovendo circularidade e interação simbiótica com os ecossistemas.

As estratégias como infraestruturas verdes (Figura 1), que incluem jardins de chuva, telhados vivos e pavimentações permeáveis, mostram como o Design urbano pode incorporar princípios das SbN ao criar espaços multifuncionais que oferecem sombra, drenagem, biodiversidade e lazer. Tais intervenções são consideradas formas de infraestrutura ecológica que regeneram ambientes urbanos, conforme orientaram Benedict e McMahon (2006), ao tratarem das cidades como ecossistemas híbridos. Manzini (2015) também reforçou que essas soluções urbanas respondem a questões ambientais e estimulam formas mais colaborativas e sustentáveis de convivência social.



Figura 1: Painel visual do Bosco Verticale, Milão – (a) Vista geral arquitetônica, destacando as torres cobertas de vegetação – ideal para introduzir o entendimento do conceito de infraestrutura viva; (b) Close-up dos terraços ajardinados, que evidencia o nível de interdisciplinaridade entre arquitetura, ecologia e Design; (c) Detalhe da fachada verde, mostrando a diversidade vegetal e seu papel na resolução de microclima; (d) Composição urbana, contextualizando o edifício dentro do seu entorno metropolitano.
Fonte: Stefano Boeri Architetti (2025).

A digitalização e o uso de tecnologias emergentes também ganham relevância nesse cenário. A modelagem por gêmeos digitais, a inteligência artificial para otimização de sistemas e o *blockchain* para rastreabilidade compõem um sistema informacional que potencializa a transparência e a adaptabilidade dos projetos baseados na natureza. Drew, Winhall e Robinson (2022) apontaram que o Design que muda sistemas exige ferramentas digitais que permitam a leitura dinâmica dos territórios e a gestão em tempo real dos recursos. Costa *et al.* (2021) ressaltaram que a *blockchain* aplicada ao Design circular é essencial para garantir a confiabilidade de processos regenerativos, sobretudo no rastreamento de ciclos de vida de materiais.

O Design participativo e o envolvimento das comunidades locais se confirmam como premissas para a implementação das SbN. A mediação entre saberes locais e técnicos promovida por designers amplia a legitimidade, a usabilidade e a durabilidade das soluções criadas. Manzini (2020) defendeu que a inovação social é a verdadeira chave para a sustentabilidade, uma vez que a colaboração entre diferentes atores gera soluções com pertencimento cultural e territorial. Cruz, Couto e Portas (2022) complementaram ao afirmar que o engajamento coletivo no processo projetual

fortalece o vínculo entre o Design e os modos de vida locais, essenciais para a continuidade das soluções sustentáveis.

Estudo de caso: Bosco Verticale e o design regenerativo em infraestruturas vivas

O projeto Bosco Verticale (Giacomello; Valagussa, 2015), concebido pelo arquiteto italiano Stefano Boeri e inaugurado em 2014 na cidade de Milão, é um dos casos emblemáticos da aplicação simultânea dos princípios do Design sustentável e das SbN em contextos urbanos densos. Composto por duas torres residenciais, o edifício abriga cerca de 21 mil exemplares de plantas, incluindo 800 árvores, 4.500 arbustos e 15 mil espécies de plantas perenes e rasteiras (Boeri, 2015), criando uma infraestrutura viva capaz de atuar como sistema de purificação do ar, moderador microclimático e corredor ecológico vertical (Figura 1).

Diferentemente das práticas convencionais de “fachadas verdes” decorativas, o Bosco Verticale se configura como uma infraestrutura funcional baseada na natureza, projetada a partir de uma lógica ecológica, arquitetônica e social. As plantas foram selecionadas por ecólogos e botânicos com base em sua adaptabilidade climática, capacidade de retenção hídrica, absorção de CO₂ e contribuição à biodiversidade urbana (Gandolfi *et al.*, 2017). O projeto, nesse sentido, é um caso real de Design bioinspirado e regenerativo, que transforma o edifício em um ecossistema vertical integrado ao metabolismo da cidade.

A análise dessa solução evidencia a materialização dos princípios discutidos por Benyus (2002), sobretudo ao tratar da biomimética como eixo orientador para a inovação sustentável, bem como pelos postulados de Wahl (2019), ao apontar o potencial das culturas regenerativas em sistemas urbanos complexos. McDonough e Braungart (2002), ao proporem o conceito *cradle to cradle*, também inspiram as estratégias construtivas do Bosco Verticale, ao preverem o reaproveitamento e circularidade dos materiais utilizados na edificação.

Manzini (2015) encontra eco nesse caso ao enfatizar a importância da convivência sustentável e do desenho de soluções urbanas que promovam a colaboração entre atores sociais. A presença de vegetação integrada aos edifícios ressoa com sua concepção de infraestruturas para a vida cotidiana sustentáveis e regenerativas. Do mesmo modo, Cruz, Couto e Portas (2022) reforçaram que o engajamento com a comunidade é central na formulação de boas propostas, embora o Bosco Verticale seja um projeto residencial de alto padrão, seu impacto simbólico e ecológico inspira ações comunitárias em escalas mais inclusivas.

O aspecto tecnológico do projeto, que inclui sensores para monitoramento vegetativo e sistemas automatizados de irrigação com reaproveitamento de água, conecta-se à discussão de Drew, Winhall e Robinson (2022) sobre o “Design que muda sistemas”, revelando a aplicação de tecnologias digitais no apoio à gestão adaptativa do ambiente urbano. Costa *et al.* (2021), ao tratarem da *blockchain* e da rastreabilidade em sistemas circulares, também encontram paralelos com o potencial do Bosco Verticale em monitorar e documentar seu desempenho ecológico, promovendo uma cultura de transparência e inovação.

Do ponto de vista do Design sustentável, o Bosco Verticale integra múltiplas dimensões: o uso de materiais de baixo impacto ambiental, a digitalização dos processos, o Design simbólico e a funcionalidade ecológica. Tal integração reflete as premissas defendidas por Papanek (1984), que

já denunciava a alienação ambiental do Design tradicional e propunha uma abordagem centrada na ética e nas necessidades reais. Nesse sentido, o Bosco Verticale representa uma virada de paradigma, ainda que inserido em um mercado imobiliário de luxo, ao propor um edifício como parte ativa da Ecologia Urbana.

Sena (2025) ressaltou a importância da ancoragem territorial das soluções sustentáveis, defendendo o protagonismo de práticas culturais locais e o uso de tecnologias digitais em diálogo com o contexto. Embora o Bosco Verticale não tenha emergido de um processo participativo comunitário tradicional, ele pode ser interpretado como um marco simbólico que abre espaço para novas tipologias arquitetônicas sensíveis ao território, especialmente se suas lógicas forem adaptadas a outras realidades.

A replicabilidade do modelo já está em curso em cidades como Lausanne, Utrecht, Nanjing e São Paulo, o que demonstra o potencial de disseminação de soluções baseadas na natureza quando ancoradas em abordagens interdisciplinares de Design. A proposta reforça a ideia de que edifícios não precisam ser vistos como rupturas no ecossistema, mas como elementos integradores da paisagem natural e cultural, capazes de regenerar e não somente sustentar.

Com base na metodologia proposta neste artigo, que utilizou uma análise comparada entre as abordagens do Design sustentável e das SbN, o Quadro 3 sistematiza os dados levantados a partir das categorias de análise previamente definidas, permitindo evidenciar como os princípios teóricos se materializam na prática projetual do edifício em Milão, e reforçando sua relevância como referência concreta para estratégias de regeneração urbana sustentáveis e replicáveis.

Categoría de análise	Design sustentável Bosco Verticale	SbN Bosco Verticale
Princípios norteadores	Biomimética, <i>cradle to cradle</i> , culturas regenerativas, ética projetual	Infraestrutura viva, serviços ecossistêmicos, adaptação climática
Escala de atuação	Edifício como sistema ecológico urbano	Integração vertical no ecossistema urbano regional
Tecnologias utilizadas	Sensores inteligentes, irrigação automatizada, reaproveitamento hídrico	Monitoramento vegetativo, sistemas adaptativos de gestão ecológica
Tipo de material	Materiais de baixo impacto ambiental, vegetação ecologicamente selecionada	Elementos vivos (árvores, arbustos, vegetação rasteira), substratos adequados
Participação comunitária	Baixa participação direta, mas impacto simbólico e replicável	Exemplo de infraestrutura replicável com potencial de engajamento futuro
Abordagem sistemática	Integra arquitetura, ecologia e tecnologia como sistema urbano	Funciona como corredor ecológico, moderador climático e filtro de ar
Foco temporal	Desenvolvimento em médio prazo + manutenção contínua	Impacto de longo prazo com adaptação e regeneração contínua
Critério de avaliação	Desempenho ecológico, integração urbana, inovação estética e técnica	Redução de CO ₂ , aumento da biodiversidade, resiliência climática

Quadro 3: Estudo de caso: Bosco Verticale e o design regenerativo em infraestruturas vivas
Fonte: do autor (2025).

Embora o Bosco Vertical seja um exemplo paradigmático de alto padrão econômico, é possível identificar outras experiências mais acessíveis que traduzem os princípios discutidos neste estudo. Projetos como o Favela Verde (RJ), os sistemas ecológicos do Parque da Água Branca (SP) e os corredores verdes de Medellín (Colômbia) evidenciam como abordagens SbN podem ser adaptadas a contextos populares, com forte engajamento comunitário e impacto regenerativo significativo. A inclusão desses exemplos amplia a aplicabilidade do modelo analisado, demonstrando a versatilidade do Design sustentável em contextos diversos.

Estudo de caso: projeto Favela Verde (RJ)

O projeto Favela Verde, iniciado no Morro Santa Marta no Rio de Janeiro, é um exemplo emblemático da aplicação de SbN em territórios de alta vulnerabilidade social. A iniciativa envolveu moradores na implementação de jardins filtrantes, telhados verdes e sistemas de captação de água da chuva, promovendo resiliência hídrica, educação ambiental e melhoria da qualidade de vida. A proposta foi guiada por princípios de codesign e design participativo, integrando saberes locais às tecnologias sociais, com impactos concretos na redução de riscos ambientais e no fortalecimento da cidadania ecológica. Trata-se de uma demonstração de como o Design sustentável pode gerar transformações regenerativas em contextos de exclusão histórica, respeitando os valores e as práticas das comunidades envolvidas (Figura 2).



Figura 2: Favela Verde no Complexo do Alemão (Rio de Janeiro, RJ) (a) Painel de energia solar instalado em cobertura de residência, promovendo autonomia energética com base em fontes renováveis; (b) Cultivo de horta agroecológica em laje comunitária, favorecendo segurança alimentar e resiliência local; (c) Oficina de educação ambiental com crianças da comunidade, demonstrando o papel formativo das práticas sustentáveis; (d) Fachada com jardim vertical em parede externa, evidenciando estratégias de climatização natural e valorização estética local.
Fonte: Projeto Favela Verde. <https://favelaverde.info/favelaverde> (2025).

O estudo comparado (Quadro 4) evidencia que, em contextos periféricos como o Favela Verde, o Design sustentável e as SbN convergem ao priorizar inovação social, participação comunitária e regeneração ecológica, mas divergem na escala e na temporalidade de implantação. Do lado do Design, a ênfase em Ecodesign de baixo custo e intervenções rápidas confirma o argumento de Manzini (2015) sobre o ‘Design quando todos projetam’, no qual a cocriação e os mutirões ampliam a capacidade transformadora em microterritórios. Já o uso de telhados verdes, sistemas de captação de água e painéis solares ecoa o repertório técnico descrito por Lubis *et al.* (2022), ratificando que tecnologias simples, quando ancoradas em processos participativos, aceleram os ganhos de bem-estar.

Categoría de análise	Design sustentável Projeto Favela Verde	SbN Projeto Favela Verde
Princípios norteadores	Inovação social, Ecodesign, regeneração urbana participativa	Arborização urbana, restauração ecológica, infraestrutura verde comunitária
Escala de atuação	Habitações e microterritórios urbanos	Morros, vielas e áreas de risco ambiental
Tecnologias utilizadas	Painéis solares, telhados verdes, reaproveitamento de água	Plantio estratégico, controle de erosão e sombreamento natural
Tipo de material	Materiais reaproveitados e de baixo custo	Vegetação nativa, substratos adaptados ao relevo local
Participação comunitária	Cocriação e mutirões comunitários	Educação ambiental, protagonismo local e mapeamento coletivo
Abordagem sistemática	Regeneração ambiental e sociocultural integrada	Soluções ecológicas para riscos ambientais em áreas vulneráveis
Foco temporal	Intervenções rápidas com manutenção participativa	Crescimento gradual da vegetação e mitigação de desastres climáticos
Crítério de avaliação	Redução de riscos, pertencimento, melhoria do microclima	Resiliência local, cobertura vegetal, redução de temperatura

Quadro 4: Projeto Favela Verde e o design regenerativo em infraestruturas vivas.
Fonte: do autor (2025).

Por outro lado, o componente SbN, arborização, restauração ecológica e controle de erosão em morros e vielas, dialoga com os princípios da IUCN (2020) e com as evidências empíricas de Fang *et al.* (2023), que apontam a efetividade dessas soluções na mitigação de riscos climáticos urbanos. A distância temporal entre a implantação rápida do Design (curto prazo) e o crescimento gradual da vegetação (médio-longo prazo) confirma a tensão apontada por Wahl (2019), quanto aos regimes regenerativos que exigem paciência ecológica e governança contínua. Ainda assim, os resultados de redução de temperatura e aumento de resiliência local corroboram a análise de Kabisch, Frantzeskaki e Hansen (2022) de que infraestruturas verdes comunitárias são cruciais em áreas vulneráveis.

Assim, o caso ratifica a tese de que o Design sustentável oferece a linguagem metodológica necessária para mobilizar rapidamente recursos sociais e tecnológicos, enquanto as SbN garantem a robustez ecológica e a sustentabilidade de longo prazo, complementaridade que confirma e não contradiz os fundamentos teóricos de Papanek (1984) e Benyus (2002), mas ressalta a

necessidade de políticas de apoio para manter o engajamento comunitário durante todo o ciclo de maturação das soluções vegetais.

Estudo de caso do Parque da Água Branca (SP)

O Parque da Água Branca, São Paulo, representa uma infraestrutura verde de acesso público que incorpora práticas regenerativas inspiradas nos princípios do Design sustentável. O local abriga hortas agroecológicas, sistemas de compostagem, espaços de educação ambiental e telhados verdes em suas edificações. As atividades do parque incentivam a participação cidadã, com oficinas, feiras e práticas colaborativas, promovendo o vínculo entre natureza e cultura urbana. A experiência demonstra que espaços públicos podem ser territórios de aprendizagem ambiental e inovação social, funcionando como catalisadores para a adoção de práticas sustentáveis no cotidiano das populações urbanas (Figura 3).



Figura 3: Parque da Água Branca como Infraestrutura Verde Urbana (a) Edificação histórica restaurada com paisagismo ecológico, promovendo integração entre patrimônio cultural e natureza urbana; (b) Lago artificial com vegetação ciliar e fauna aquática, favorecendo a biodiversidade e o microclima local; (c) Horta orgânica comunitária protegida por cobertura natural, fortalecendo a segurança alimentar e a educação ambiental; e (d) Alamedas sombreadas com árvores nativas, promovendo conforto térmico, mobilidade ativa e conectividade ecológica.
Fonte: Parque da Água Branca. <https://www.saopaulo.sp.gov.br/> (2025).

O estudo aplicado ao Parque da Água Branca (Quadro 5), sob a óptica comparada entre Design sustentável e SbN, revela uma convergência conceitual fundamentada na integração entre patrimônio ecológico, educação ambiental e lazer. Do ponto de vista do Design, práticas como o uso de materiais naturais certificados (madeira, bambu), oficinas educativas e sinalização ambiental refletem os princípios de ecodesign sensível ao contexto discutidos por Manzini e

Vezzoli (2020) e atualizados em abordagens de Calabretta *et al.* (2025) com ferramentas para decisões sustentáveis desde a concepção do projeto. A conservação ativa de estruturas existentes e sua adaptação para funções ecológicas e educativas reforçam a ideia de design regenerativo com valor cultural, como proposto por Sena (2025).

Categoría de análise	Design sustentável Parque da Água Branca	SbN Parque da Água Branca
Princípios norteadores	Equipamentos urbanos e mobiliário ecológico	Conservação ecológica, biodiversidade urbana, bem-estar social
Escala de atuação	Habitações e microterritórios urbanos	Fragmento florestal urbano, parques ecológicos
Tecnologias utilizadas	Compostagem, iluminação natural, sinalização ambiental	Manejo ecológico, controle biológico, infraestrutura de biodiversidade
Tipo de material	Madeira certificada, bambu, materiais naturais	Árvores nativas, jardins sensoriais, lagos e pastagens
Participação comunitária	Oficinas de ecologia e conservação	Educação ambiental, visitas guiadas, atividades de preservação
Abordagem sistêmica	Integração entre patrimônio, ecologia e lazer	Sistema ecológico urbano multifuncional
Foco temporal	Ações contínuas de conservação e manutenção	Desenvolvimento perene da vegetação e fauna urbana
Critério de avaliação	Visitação, impacto educativo, conservação ativa	Aumento de biodiversidade, estabilidade dos ecossistemas

Quadro 5: Estudo de caso: Parque da Água Branca e o Design Regenerativo em infraestruturas vivas. Fonte: do autor (2025).

Para as SbN, a presença de fragmentos florestais urbanos, lagos e jardins sensoriais, associados a manejos ecológicos e controle biológico, manifesta os critérios estabelecidos pela IUCN (2020) para reconhecer ambientes urbanos como habitats multifuncionais. A abordagem sistêmica observada, onde conservação, educação e biodiversidade operam em conjunto, se alinha ao conceito de ecologia urbana funcional de Kabisch *et al.* (2022), confirmando que soluções naturais bem estruturadas podem gerar estabilidade ecológica e benefícios sociais duradouros. O foco temporal, com manutenção contínua e desenvolvimento vegetativo perene, reforça a análise de Wahl (2019) sobre culturas regenerativas com temporalidade viva e interdependente.

Esse caso confirma o papel do Design sustentável como mediador entre cultura e natureza, traduzindo valores patrimoniais e ecológicos em experiências cotidianas acessíveis. Ao mesmo tempo, demonstra que as SbN, quando articuladas em espaços públicos urbanos, podem ampliar a resiliência ecológica e promover bem-estar coletivo. A coerência entre os critérios de avaliação, impacto educativo e biodiversidade urbana, valida a eficácia de intervenções que associam planejamento participativo, infraestrutura verde e desenho sensível ao lugar. Assim, o caso do Parque da Água Branca corrobora os pressupostos de Benyus (2002) e McDonough e Braungart (2002) ao evidenciar que é possível gerar ecossistemas urbanos regenerativos sem abrir mão da estética, da cultura e do engajamento social.

Estudo de caso: Corredores Verdes Urbanos em Medellín (Colômbia)

Na cidade de Medellín, na Colômbia, o programa dos Corredores Verdes transformou avenidas e vias urbanas em eixos de vegetação contínua, conectando parques e áreas naturais. Essa solução baseia-se em princípios ecológicos e sociais, promovendo a redução das ilhas de calor, a melhoria da qualidade do ar e a ampliação da biodiversidade urbana. Ao envolver comunidades locais no plantio e manutenção das áreas verdes, o projeto articulou governança participativa, emprego verde e educação ambiental. Trata-se de uma SbN com escala metropolitana e impacto sistêmico, que revela o potencial do Design Regenerativo para reconfigurar a paisagem urbana e contribuir para uma cidade mais justa, resiliente e integrada aos seus ecossistemas (Figura 4).

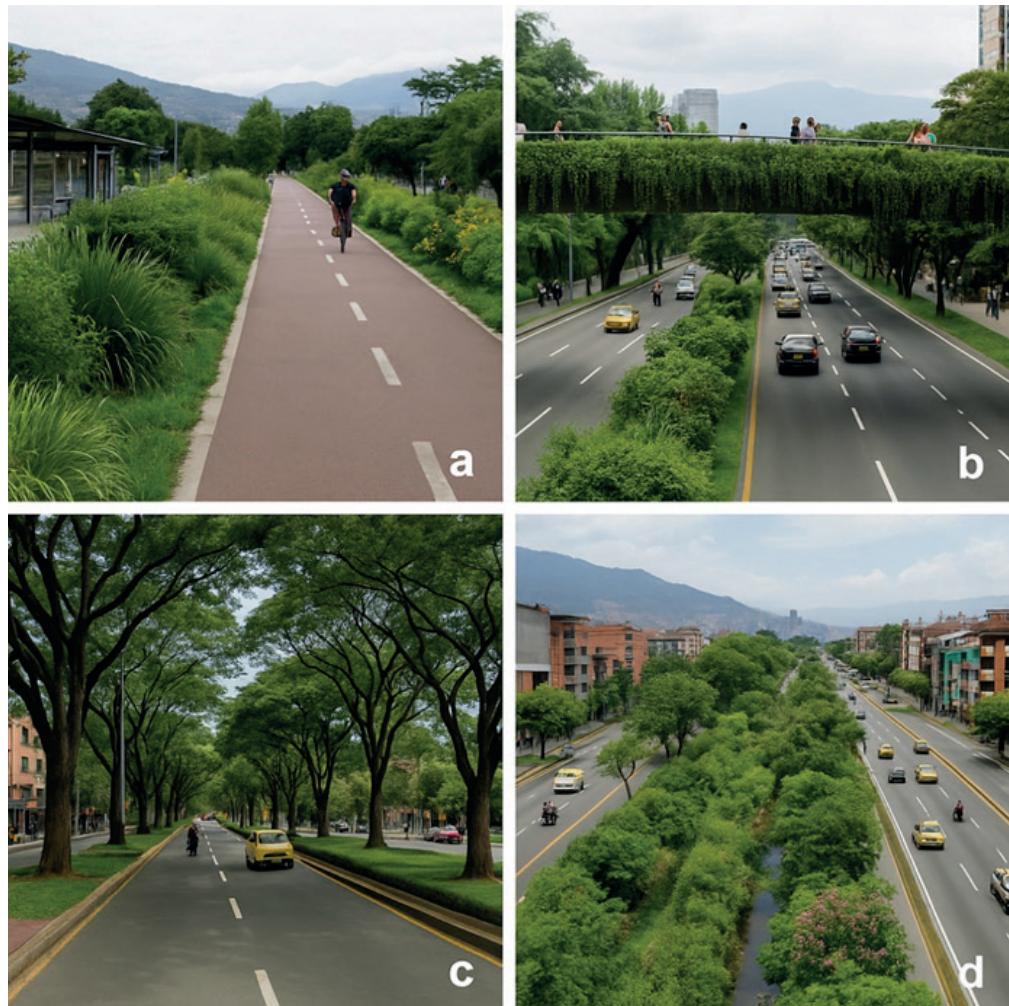


Figura 4: Corredores Verdes Urbanos em Medellín (Colômbia):
a) Ciclovia integrada à vegetação nativa em via urbana, promovendo mobilidade ativa e conforto térmico; b) Passarela verde sobre a avenida, conectando áreas urbanas e facilitando o fluxo ecológico para fauna e flora; c) Arborização densa nas avenidas com sombreamento contínuo, contribuindo para qualidade do ar e bem-estar urbano; d) Canal de drenagem naturalizado com vegetação ripária entre as vias, funcionando como infraestrutura verde multifuncional.
Fonte: MEDELLÍN (Município) (2025).
Fonte: Parque da Água Branca. <https://www.saopaulo.sp.gov.br/> (2025).

O estudo sobre os Corredores Verdes Urbanos (Quadro 6) apresenta uma síntese entre o Design sustentável e as SbN como estratégias articuladas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas densamente habitadas. Do ponto de vista do Design, os corredores verdes evidenciam princípios de urbanismo regenerativo e adaptação climática centrados no redesenho de vias públicas com foco na saúde coletiva e qualidade de vida, conforme propõem Manzini (2015) e Wahl (2019). O uso de pavimentos drenantes, mobiliário sustentável e plantios estratégicos se alinha às práticas recomendadas por Lubis *et al.* (2022) e Calabretta *et al.* (2025),

que reforçam a importância de decisões projetuais conscientes e contextualizadas desde o início do processo de Design.

Categoría de análise	Design sustentável Corredor Verde Medellín	SbN Corredor Verde Medellín
Princípios norteadores	Design urbano regenerativo, adaptação climática	Resiliência climática, redes verdes urbanas, infraestrutura ecológica
Escala de atuação	Sistema viário, paisagismo urbano linear	Corredores ecológicos em vias arteriais da cidade
Tecnologias utilizadas	Plantio estratégico, mobiliário urbano sustentável	Sensores climáticos, irrigação automatizada, sombreamento
Tipo de material	Pavimentos drenantes, materiais sustentáveis	Arborização densa, jardins de chuva, cobertura vegetal
Participação comunitária	Programas de cidadania ecológica	Governança local, participação em manutenção e cuidados
Abordagem sistêmica	Redesenho urbano com foco na saúde pública	Conexão entre microclimas, biodiversidade e espaços urbanos
Foco temporal	Intervenção estruturada em médio prazo	Crescimento contínuo e adaptação climática prolongada
Critério de avaliação	Redução da temperatura, impacto social, inclusão	Serviços ecossistêmicos, aumento de área verde, conforto térmico

Quadro 6: Estudo de caso do Corredor Verde Urbano Medellín e o Design Regenerativo em infraestruturas vivas.
Fonte: do autor (2025).

Já sob a óptica das SbN, os corredores verdes se desenham como infraestruturas ecológicas lineares, promovendo a conectividade entre fragmentos de vegetação e a criação de microclimas urbanos mais amenos. As tecnologias embarcadas, como sensores climáticos e irrigação automatizada, respondem diretamente aos critérios da IUCN (2020) para a funcionalidade adaptativa dos ecossistemas urbanos. Tais soluções são respaldadas por Drew *et al.* (2022) e Fang *et al.* (2023), que apontam para o papel das SbN em garantir resiliência climática e ecossistêmica por meio da integração entre vegetação e sistemas urbanos.

A participação comunitária, em ambos os segmentos, se mostra decisiva: programas de cidadania ecológica e governança local possibilitam a apropriação social dos espaços, a manutenção colaborativa e o monitoramento contínuo dos impactos, o que reforça as proposições de Cruz, Couto e Portas (2022) sobre o Design como mediador de inovação social. O foco temporal combinado (intervenção de médio prazo com efeitos prolongados) confirma os apontamentos de Wahl (2019) sobre a necessidade de abordagens regenerativas com horizonte evolutivo.

Com critérios de avaliação como redução térmica, inclusão social e ampliação de áreas verdes, os corredores verdes representam uma convergência promissora entre ecologia urbana e desenho participativo. Trata-se de uma estratégia validada teoricamente e observada na prática como uma solução para cidades mais resilientes, sustentáveis e habitáveis, fortalecendo a hipótese de que o Design sustentável é uma linguagem estruturante para o avanço das SbN em territórios urbanos.

Esses estudos de caso evidenciam como o Design pode operar simultaneamente em camadas simbólicas, funcionais e ambientais, oferecendo respostas complexas e sensíveis aos desafios

do urbanismo contemporâneo. Ele reforça a hipótese de que o Design sustentável é um aliado necessário para compreender a materialização de SbN com escala urbana e impacto mensurável.

A centralidade do design nas SbN

O Design sustentável, ao assumir uma perspectiva regenerativa e sistêmica, mostra-se como um vetor estratégico para a implementação das SbN. Seu repertório técnico, aliado a uma ética projetual orientada à vida, oferece caminhos concretos para reconfigurar os sistemas socioecológicos em direção à sustentabilidade integral.

Ao retomar a questão norteadora deste trabalho: em que medida o Design sustentável pode constituir-se como ferramenta para viabilizar e ampliar o alcance das metodologias com SbN?, é possível afirmar, que o Design sustentável é compatível com os princípios das SbN e atua com uma linguagem metodológica particular e estruturante.

Essa otimização metodológica ou ferramental decorre de três movimentos do Design sustentável: (1) sua habilidade de traduzir conhecimentos ecológicos em soluções tangíveis e replicáveis; (2) sua disposição para incorporar saberes locais e valores culturais no processo projetual; e (3) seu potencial em atuar em diferentes escalas, do material ao sistêmico e do simbólico ao funcional. Nesse sentido, ele se revela como uma abordagem complementar às SbN: constitui-se como um território metodológico integrador, capaz de converter os princípios ecológicos em práticas regenerativas aplicáveis em contextos diversos (Quadro 2).

O Bosco Verticale (Milão), a Favela Verde (RJ), Parque da Água Branca (SP) e Corredores Verdes (Colômbia) mostram, em escalas distintas, como o Design sustentável integra vegetação, tecnologias inteligentes e participação comunitária, atuando como vetor de regeneração urbana e ambiental. Esses casos materializam as diretrizes de Papanek (1984), Benyus (2002), McDonough e Braungart (2002), Manzini (2015, 2020), Wahl (2019), Costa *et al.* (2021), Gandolfi *et al.* (2017), Drew *et al.* (2022), Cruz, Couto e Portas (2022), Lubis *et al.* (2022), Fang *et al.* (2023), Zhao *et al.* (2023), Calabretta *et al.* (2025) e Sena (2025), ratificando que práticas regenerativas são viáveis, replicáveis e estratégicas para a convergência entre Design sustentável e SbN.

Portanto, o estudo apontou que o Design sustentável pode ser reconhecido como uma ferramenta estratégica para a viabilização e ampliação das metodologias com SbN. Tal reconhecimento implica fortalecer sua presença nas agendas políticas, acadêmicas e sociais, garantindo que as soluções projetadas sustentem a vida e a regenerem continuamente, em sintonia com os desafios do nosso tempo.

No entanto, para que tais experiências deixem de ser exceções e se tornem normativas, é imprescindível o fortalecimento de políticas públicas, a reformulação dos currículos de formação em Design (Quadro 7), o fomento à pesquisa aplicada e a valorização das experiências comunitárias.

O Quadro 7 sistematiza uma proposta de atualização curricular que articula os fundamentos do Design sustentável às demandas contemporâneas das SbN e similares, estruturando-se em quatro eixos: fundamentos teóricos e éticos, ferramentas projetuais, experiências aplicadas e interações comunitárias. Essa organização permite uma abordagem integrada, contextual e regenerativa do ensino de Design, que privilegia práticas como o codesign territorial, a prototipagem ecológica e o uso de tecnologias de monitoramento ambiental. A proposta busca consolidar uma formação

crítica e situada, capaz de preparar futuros designers para atuarem com sensibilidade ambiental, responsabilidade social e inovação metodológica, em consonância com Manzini (2015), Wahl (2019) e Cruz, Couto e Portas (2022), que defendem a reformulação da prática pedagógica do Design a partir de uma ética do cuidado, da regeneração e da escuta territorial.

Eixo formativo Referências	Disciplinas sugeridas	Metodologias ativas e ferramentas	Competências desenvolvidas
Estudos Ecológicos Socioambientais (Benyus, 2002; Wahl, 2019; IUCN, 2020)	Ecologia para o Design Sociobiodiversidade e Território	Estudos de caso situados Mapeamento ecossistêmico	Compreender os princípios ecológicos e sua aplicação no Design
Design Regenerativo e Bioinspirado (McDonough; Braungart, 2002; Wahl, 2019; Calabretta et al., 2025)	Biomimética aplicada Design de Culturas Regenerativas	Cradle to Cradle Design Thinking Tactical Sustainability Cards	Criar soluções regenerativas inspiradas em sistemas naturais
Tecnologias Sustentáveis (Lubis et al., 2022; Fang et al., 2023; Frontiers, 2024)	Materiais Sustentáveis Tecnologias Emergentes e SbN	Blockchain, IA, sensores LCSA e simulações computacionais	Utilizar tecnologias digitais para rastrear, projetar e medir impacto ambiental
Estudos de Projeto Integrador (Manzini, 2015; Cruz et al., 2022; Sena, 2025)	Design Sustentável I e II Estúdio Territorial	Aprendizagem baseada em problemas (PBL) Prototipagem rápida	Aplicar SbN em contextos reais com envolvimento comunitário
Gestão e Políticas Públicas (Drew et al., 2022; IUCN, 2020; Papanek, 1984)	Design e Governança Economia Circular e Políticas de Sustentabilidade	Simulações participativas Mapeamento de stakeholders	Planejar projetos com impacto sistêmico e corresponsabilidade social

Quadro 7: Proposta de reestruturação da matriz pedagógica do curso de Design.
Fonte: do autor (2025).

Trata-se, portanto, de uma mudança paradigmática que reposiciona o Design como mediador entre cultura e natureza, ciência e comunidade, técnica e ética. Os casos aqui estudados exemplificam essa transição, ao integrarem soluções regenerativas, circulares e sensíveis ao contexto, apontando caminhos concretos para modos de habitar mais justos, resilientes e conectados à vida.

Essa centralidade do Design também pode ser compreendida a partir de sua capacidade única de atuar como mediador entre sistemas complexos e demandas locais. Enquanto as SbN requerem soluções adaptativas, integradas aos processos ecológicos, o Design sustentável oferece métodos projetuais capazes de traduzir essas exigências em propostas tangíveis, sensíveis ao contexto e à cultura. Essa mediação não se reduz à estética ou à funcionalidade, mas se trata de um processo de escuta e cocriação com os atores sociais envolvidos, no qual o Designer atua como articulador entre saberes diversos. A valorização dos saberes tradicionais, das práticas territoriais e das dinâmicas comunitárias, quando incorporadas ao processo de Design ampliam as ações das SbN garantindo sua apropriação social. Isso reforça o potencial do Design sustentável como prática situada, que opera simultaneamente na escala micro dos materiais e na escala macro das políticas públicas e transformações urbanas.

Vale ressaltar que a emergência de tecnologias digitais como inteligência artificial, gêmeos digitais e rastreamento por *blockchain*, amplia o escopo de ação do Design, permitindo que as SbN sejam projetadas, monitoradas e ajustadas em tempo real. Esses recursos aumentam a assertividade na gestão dos recursos naturais, viabilizam a transparência dos ciclos produtivos e facilitam a análise

de impacto ambiental e social. No entanto, seu uso ético e comprometido com a regeneração ambiental exige uma abordagem crítica e reflexiva, como proposta pelo Design sustentável.

Assim, a articulação entre teoria e prática, entre fundamentos projetuais e experiências concretas, apontam para a consolidação do Design sustentável como linguagem estruturante para as SbN. O desafio, agora, é escalar essas experiências sem perder sua raiz territorial, cultural e ambiental, garantindo que sua expansão respeite as especificidades locais, preserve a diversidade biocultural e promova processos colaborativos contínuos de aprendizagem, adaptação e regeneração.

Considerações finais

A articulação entre Design sustentável e SbN demonstrou ser uma via promissora para enfrentar os desafios socioambientais da atualidade, ao integrar saberes ecológicos, tecnológicos e culturais em abordagens projetuais regenerativas. O Design sustentável, com seu repertório técnico-metodológico orientado à conservação da vida, mostrou-se capaz de operar como linguagem estruturante das SbN, traduzindo princípios ecológicos em soluções concretas e contextualizadas. Essa perspectiva reposiciona o Design como saber estratégico para mitigação de impactos e regeneração ativa de ecossistemas e territórios.

Os estudos de caso do Bosco Verticale, Favela Verde, Parque da Água Branca e Corredores Verdes demonstraram que a integração entre vegetação, tecnologia e princípios do Design sustentável possibilita a materialização das SbN em diferentes contextos urbanos. Enquanto o Bosco Verticale evidencia essa convergência em escala vertical e de alto padrão, as demais experiências revelam sua aplicabilidade em territórios comunitários e ecossistemas urbanos acessíveis. Esses exemplos reforçam que o Design pode operar como mediador entre inovação e regeneração, mas apontam para o desafio contínuo de adaptar tais abordagens a realidades socioecológicas diversas, com sensibilidade territorial e inclusão social.

Nesse sentido, são necessários novos estudos que investiguem a aplicação do Design sustentável em diferentes escalas e territórios, com ênfase na participação comunitária, no uso de biomateriais e nas tecnologias digitais emergentes. Pesquisas futuras devem explorar indicadores de desempenho ecológico, social e cultural das SbN e propostas similares desenvolvidas com base no Design, contribuindo para sua avaliação e replicabilidade. Avançar nessa agenda de pesquisa é essencial para consolidar o Design como prática transversal às políticas públicas, à formação acadêmica e à construção de um futuro mais justo e resiliente.

Referências

- BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green infrastructure:** linking landscapes and communities. Washington: Island Press, 2006.
- BENYUS, J. M. **Biomimicry:** innovation inspired by nature. New York: Harper Perennial, 2002.
- BOERI, S. **Bosco Verticale:** a new model of architecture for sustainable cities. Milan: Corraini Edizioni, 2015.
- BORATTO, M. A. L. **Design de superfícies têxteis sustentáveis:** processos e estratégias com biomateriais à base de celulose bacteriana. 2024. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/255009>. Acesso em: 7 abr. 2025.
- CALABRETTA, G.; DÖVER, Ö.; NIKOU, S. Navigating sustainability challenges in design: bridging theory and practice with tactical sustainability cards. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 502, p. 145340, 2025. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.145340.
- COSTA, M. M.; BARRETO NETO, J. F.; ALBERTE, E. P. V.; CARNEIRO, A. P.; VENTIN, J. T. I. Blockchain para fomento da economia circular na construção: um panorama sobre a produção científica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 3., 2021, Porto Alegre. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/591>. Acesso em: 3 mar. 2025.
- CRUZ, B. O.; COUTO, R. M. S.; PORTAS, R. Reflexões sobre design social, design para inovação social e responsabilidade social no design. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESIGN, 14., 2022, Lisboa. **Anais** [...]. Lisboa: IADE-UE, 2022. DOI: 10.1016/ped2022-5982227.
- DREW, C.; WINHALL, J.; ROBINSON, C. **System-shifting design: an emerging practice explored.** London: Design Council, 2022. Disponível em: <https://openresearch.ocadu.ca/id/eprint/4532/>. Acesso em: 02 mar. 2025.
- FANG, W.; WANG, S.; WANG, H.; HUANG, L. A quantitative review of nature-based solutions for urban sustainability (2016–2022): from science to implementation. **Science of the Total Environment**, v. 927, art. 165742, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165742. Acesso em: 10 mar. 2025.
- FAVELA VERDE. **Projeto favela verde:** reflorestamento urbano e protagonismo comunitário. Disponível em: <https://www.favelaverde.org>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- FRONTIERS MEDIA SA. Trends and research agenda in nature-based solutions: a bibliometric analysis. **Frontiers in Forests and Global Change**, 2024. DOI: 10.3389/ffgc.2024.1351189. Acesso em: 3 abr. 2025.
- GANDOLFI, S.; BARBANENTE, A.; LUCIA, C. Urban agriculture and green infrastructure: the Bosco Verticale building in Milan. In: CAPROTTI, F.; COWLEY, L. (org.). **Sustainable cities in Asia.** London: Palgrave Macmillan, 2017. p. 177-194. DOI: 10.1007/978-1-37-60273-0_8. Acesso em: 3 abr. 2025.
- GIACOMELLO, E.; VALAGUSSA, M. **Evaluating the high-rise vegetation of the Bosco Verticale, Milan.** Chicago: Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 2015. Disponível em: https://store.ctbuh.org/index.php?controller=attachment&id_attachment=32. Acesso em: 10 mar. 2025.
- GINSBERG, A. D.; CHIEZA, N. The Growing Lab: living materials for future design. **MIT Journal of Design and Science**, Cambridge, 2019.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Parque da Água Branca:** sustentabilidade e patrimônio ambiental. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/parques/parque-da-agua-branca/>. Acesso em: 10 fev. 2025.
- KABISCH, N.; FRANTZESKAKI, N.; HANSEN, R. Principles for urban nature-based solutions. **Ambio**, v. 51, p. 1388-1401, 2022. DOI: 10.1007/s13280-021-01685-w.
- KUMAR, S.; SAKAGAMI, K.; LEE, H. P. Beyond sustainability: the role of regenerative design in optimizing indoor environmental quality. **Sustainability**, v. 17, n. 6, art. 2342, 2025. DOI: 10.3390/su17062342.
- LUBIS, M. A. R.; SHAHRIR, S.; RAMIREZ, M. Integration of human-centered design and design for sustainability tool: proposal of Design for Amelioration tool. **Frontiers**

in Sustainability, v. 3, art. 862032, 2022. DOI: 10.3389/frsus.2022.862032.

MANZINI, E. Design, when everybody designs: an introduction to design for social innovation. Cambridge, MA: MIT Press, 2015.

MANZINI, E. Politics of the everyday. London: Bloomsbury, 2020.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. Design for environmental sustainability. 2. ed. London: Springer, 2020.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. Cradle to cradle: remaking the way we make things. New York: North Point Press, 2002.

MEDELLÍN. Secretaría de Medio Ambiente. **Medellín:** Alcaldía de Medellín, [s.d.]. Disponível em: <https://www.medellin.gov.co/es/secretaria-medio-ambiente/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

OLIVEIRA, A. G.; CORREIA, R. L. J.; SOUZA FILHO, R. P.; MENEZES, J. E. X. Soluções baseadas na natureza para cidades mais resilientes e menos desiguais: um estudo exploratório. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 1, 2024. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/8763>. Acesso em: 3 abr. 2025.

PAPANEK, V. Design for the real world: human ecology and social change. 2. ed. London: Thames & Hudson, 1984.

PISTORE, L.; KONSTANTINOU, T.; PASUT, W.; NABONI, E. A framework to support the design of a regenerative indoor environment. **Frontiers in Built Environment**, v. 9, 2023. DOI: 10.3389/fbuil.2023.1225024.

SENA, P. S. Design sustentável: recriar – repensar – regenerar. Lorena, SP: Grasfit, 2025.

STEFANO BOERI ARCHITETTI. Bosco Verticale. Disponível em: <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest/>. Acesso em: 10 fev. 2025.

VAN DER RYN, S.; COWAN, S. Ecological design. 10. ed. Washington, DC: Island Press, 2007.

WAHL, D. C. Design de culturas regenerativas. São Paulo: Palas Athena, 2019.

ZHAO, Z.; ALLI, H.; ME, R. C. A systematic review on the implementation of agility in sustainable design

development. **Designs**, v. 7, n. 5, art. 111, 2023. DOI: 10.3390/designs7050111.

Sobre o autor

Paulo Sergio de Sena possui Pós-Doutorado em Engenharia UNESP; PhD Ciências Sociais – Antropologia PUCSP; Mestrado em Ecologia UNG; Mestrado em Ciência Ambiental USP; Biólogo; Sociólogo; Pedagogo. Docente Permanente do Programa de Mestrado Profissional em Design, Tecnologia e Inovação – Centro Universitário Teresa D'Ávila – UNIFATEA. Linha de Pesquisa Gestão e Projetos – Design Sustentável.

E-mail: pssena@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9437851648445646>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1258-7112>