

## **Biofilia na construção civil de edifícios: conceitos, aplicações e perspectivas.**

*Biophilia in Building Construction: Concepts, Applications and Perspectives*

*Biofilia en la Construcción de Edificios: Conceptos, Aplicaciones y Perspectivas*

**Cecília Vischi Pieroni Isnard**

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo da FCT/UNESP  
cecilia.isnard@unesp.br

**Fernando Sérgio Okimoto**

Professor Doutor do PPGG da FCT/UNESP  
fs.okimoto@unesp.br

## RESUMO

No cenário atual, marcado por crescentes preocupações ambientais e uma busca incessante por soluções sustentáveis, a interseção entre a construção civil e a biofilia emerge como um campo promissor de estudo e prática. Este artigo apresenta uma análise abrangente dessa relação, destacando o papel crucial do design biofílico na promoção de ambientes construídos que não apenas atendam às necessidades humanas, mas também respeitem e valorizem o meio ambiente. O objetivo deste trabalho foi de realizar uma revisão da literatura acerca dos conceitos envolvidos nessa relação entre biofilia e a construção civil ao integrar elementos naturais nos projetos arquitetônicos pode contribuir para espaços mais saudáveis, produtivos e harmoniosos com a natureza. A metodologia inclui uma revisão narrativa da literatura existente e um levantamento de projetos de referência que ilustram os princípios do design biofílico em ação. Ao longo do texto, explora-se desde os desafios enfrentados pela construção civil, como emissões de gases estufa e escassez de recursos, até as oportunidades oferecidas pelo design biofílico para mitigar esses impactos negativos e promover um desenvolvimento mais sustentável. Por meio dessa análise, evidencia-se a necessidade de repensar os padrões tradicionais da construção civil, considerando os desafios ambientais contemporâneos e se discute o conceito de biofilia e sua aplicação no contexto da arquitetura e do design de interiores, ressaltando como a conexão com a natureza pode promover ambientes mais saudáveis e sustentáveis e incentivando a adoção de práticas construtivas mais conscientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biofilia. Salutogênese. Ambientes Educacionais.

## SUMMARY

*In the current scenario, marked by growing environmental concerns and an incessant quest for sustainable solutions, the intersection between civil construction and biophilia emerges as a promising field of study and practice. This article presents an analysis of this relationship, highlighting the crucial role of biophilic design in promoting built environments that not only meet human needs but also respect and value the environment. This work aimed to conduct a literature review on the concepts involved in the interplay between biophilia and civil construction, exploring how integrating natural elements into architectural projects can contribute to healthier, more productive, and harmonious spaces with nature. The methodology includes a narrative review of existing literature and a survey of reference projects that illustrate the principles of biophilic design in action. Throughout the text, we delve into the challenges faced by civil construction, such as greenhouse gas emissions and resource scarcity, while also exploring the opportunities offered by biophilic design to mitigate these negative impacts and promote more sustainable development. Through this analysis, the need to reconsider traditional patterns of civil construction becomes evident, taking into account contemporary environmental challenges. The concept of biophilia is discussed in the context of architecture and interior design, emphasizing how a connection with nature can foster healthier and more sustainable environments, encouraging the adoption of more conscientious construction practices.*

**KEYWORDS:** Biophilia. Salutogenesis. Educational spaces.

## RESUMEN

*En el escenario actual, marcado por crecientes preocupaciones ambientales y una búsqueda incesante de soluciones sostenibles, la intersección entre la construcción civil y la biofilia emerge como un campo prometedor de estudio y práctica. Este artículo presenta un análisis de esta relación, destacando el papel crucial del diseño biofílico en la promoción de ambientes construidos que no solo satisfacen las necesidades humanas, sino que también respetan y valoran el medio ambiente. El objetivo de este trabajo fue realizar una revisión de la literatura sobre los conceptos involucrados en esta relación entre biofilia y construcción civil, explorando cómo la integración de elementos naturales en los proyectos arquitectónicos puede contribuir a espacios más saludables, productivos y en armonía con la naturaleza. La metodología incluye una revisión narrativa de la literatura existente y un levantamiento de proyectos de referencia que ilustran los principios del diseño biofílico en acción. A lo largo del texto, se exploran desde los desafíos enfrentados por la construcción civil, como las emisiones de gases de efecto invernadero y la escasez de recursos, hasta las oportunidades ofrecidas por el diseño biofílico para mitigar estos impactos negativos y promover un desarrollo más sostenible. A través de este análisis, se evidencia la necesidad de repensar los patrones tradicionales de la construcción civil, considerando los desafíos ambientales actuales, y se discute el concepto de biofilia y su aplicación en la arquitectura y el diseño de interiores, resaltando cómo la conexión con la naturaleza puede promover ambientes más saludables y sostenibles, e incentivando la adopción de prácticas constructivas más conscientes.*

**PALABRAS CLAVE:** Biofilia. Salutogénesis. Ambientes Educativos.

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que o homem tem como uma de suas necessidades básicas o espaço destinado ao abrigo. Sendo assim, inicialmente tais lugares eram construídos a partir de materiais naturais coletados, resultando em uma construção primitiva, mas que possibilitava a proteção contra o clima e predadores. Com o passar do tempo, o modo de construção foi sendo modificado e modernizado pelo homem, o qual começou a utilizar novos materiais, formas e sistemas ao transformar o ambiente das edificações (LAZAR; CHITHRA, 2020).

No entanto, foi a partir da Revolução Industrial, nos séculos XVII a XIX, que os impactos dos edifícios na sociedade, no ambiente urbano e principalmente no ambiente natural se tornaram de extrema importância e preocupação. O surgimento de materiais industrializados, como aço e concreto, possibilitou estruturas mais eficientes e duráveis, enquanto a mecanização da indústria acelerou o ritmo construtivo. No entanto, a introdução desses avanços e transformações moldaram a paisagem urbana e trouxeram novos desafios destacando a necessidade de um planejamento mais cuidadoso (LAZAR; CHITHRA, 2020).

Dessa maneira, a conscientização ambiental e social, posterior à Revolução Industrial e a crescente urbanização, estimulou mudanças na construção civil, levando a uma ênfase crescente na eficiência energética, na reutilização de materiais e na incorporação de práticas sustentáveis, o que se tornou pauta ao redor do mundo. Impulsionada pela crescente preocupação com os impactos negativos da industrialização no meio ambiente e na qualidade de vida das comunidades, tal conscientização acabou levando governos, organizações e empresas a adotarem medidas para reduzir a pegada ambiental da construção e promover um desenvolvimento mais sustentável (CBIC, 2014).

Desde a década de 1980, as questões ambientais ficaram em evidência para grandes organizações globais. A Organização das Nações Unidas (ONU) liderou esse movimento ao publicar o Relatório Brundtland em 1987, destacando a importância da evolução sustentável sem prejudicar o meio ambiente. O relatório consistia em quatro objetivos para promover o desenvolvimento sustentável. Isso incluía a sugestão de estratégias de longo prazo para alcançar o desenvolvimento sustentável, a transformação da preocupação ambiental em colaboração mais significativa entre países, a identificação de métodos para lidar eficazmente com as preocupações ambientais e a contribuição para a definição de conceitos e esforços necessários relacionados a questões ambientais de longo prazo (SIEFFERT; HUYGEN; DAUDON, 2014).

É notório que a indústria da construção civil desempenha um papel significativo no consumo de recursos, na utilização intensiva de recursos e na emissão de gases de efeito estufa. Este setor demanda uma considerável quantidade de materiais, água e gera resíduos em quantidades consideráveis. Apesar desses impactos ambientais, é inegável que a construção civil também atua como aliada ao crescimento econômico e social (TOKEDE ET AL., 2022).

A partir disso, em resposta aos desafios enfrentados pela construção civil, como a escassez de combustíveis fósseis e matérias-primas de fontes não renováveis, o desenvolvimento sustentável emerge como uma busca crucial, apresentando novas tecnologias e materiais, e para redefinir as abordagens da indústria da construção.

## 2 OBJETIVOS

Esse texto teve, por objetivo, apresentar uma revisão da literatura, realizar um levantamento projetual e discutir perspectivas sobre a temática biofilia e seu contexto na construção civil.

### **3 METODOLOGIA**

Para cumprir o objetivo do trabalho, foi realizada uma revisão narrativa da literatura em que se pesquisou livros de referência sobre biofilia, relatórios técnicos sobre a construção civil atual e sobre modelos mais sustentáveis, artigos de revisão e científicos em periódicos de alto impacto, seguindo as referências do Qualis 2017-2020 e o índice h, de citações. As referências projetuais foram levantadas em páginas web de profissionais e organizações de referência na temática. Com isso, foi possível organizar os conceitos envolvidos na discussão da temática, os modos contemporâneos de projetar espaços escolares com biofilia, buscando a salutogênese ambiental.

### **4 RESULTADOS**

#### **4.1 Construção Civil**

A construção civil, historicamente impulsionadora do desenvolvimento econômico, enfrenta hoje o desafio crítico de harmonizar seus processos com a sustentabilidade ambiental. Cada nova construção, desde a produção dos materiais, seu transporte, até a finalização da obra e seu ciclo de vida, implica em impactos ambientais, sociais e econômicos, gerando reflexos significativos na sociedade (BARBISAN ET AL., 2012).

A crescente urbanização e expansão populacional acentuam a pressão sobre a construção civil, tornando essencial a reavaliação de seus métodos tradicionais. Levando em consideração a urgência em reduzir o consumo de energia, implementar tratamento adequado dos resíduos sólidos e minimizar a exploração de insumos naturais, fica evidente a necessidade da prática de construções sustentáveis para garantir a qualidade de vida da população (GASQUES, 2015).

Neste contexto, o cenário de escassez de recursos naturais de fontes não renováveis, aliado às mudanças climáticas, coloca a construção civil como um setor de grande responsabilidade nas emissões globais de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e aumento do consumo energético, conforme destaca o relatório global de 2020 para edifícios da agência ambiental da Organização das Nações Unidas (ONU, 2020).

Em uma prévia do Relatório de Status Global de 2022 para edifícios da agência ambiental publicado pela ONU (2022), é dito que em 2021, a indústria da construção civil foi responsável por, aproximadamente, 37% das emissões de CO<sub>2</sub> referentes à energia, as quais atingiram um máximo histórico. Além disso, o uso intensivo de materiais como aço, cimento e vidro contribui para essas emissões, tornando-se uma preocupação crucial para a mitigação das mudanças climáticas.

Nestas circunstâncias, também é evidente que o setor da construção civil é intensivo em consumo de energia elétrica, desempenhando um papel significativo nas emissões totais de gases de efeito estufa. A eficiência energética nas edificações torna-se, assim, uma peça-chave na mitigação desses impactos. A implementação de edifícios sustentáveis pode reduzir

significativamente o consumo de energia, diminuindo tanto os custos operacionais quanto as emissões associadas (CBIC-IFC-SENAI-EDGE, 2022).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014), no Brasil, se tratando de um país em desenvolvimento, é evidente o crescimento da demanda por energia. Além disso, trazendo a abordagem para uma situação mais recente, de acordo com o Relatório de Desenvolvimento Sustentável de 2020 da Universidade de Cambridge, durante a pandemia da Covid-19 foi destacada uma queda nas emissões de CO<sub>2</sub> devido à redução das atividades industriais, seguida por uma recuperação substancial dessas emissões após o período pandêmico, indicando uma relação direta entre atividade industrial e emissões de CO<sub>2</sub>.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são cruciais para a recuperação pós-pandemia, com foco em áreas como energia limpa e uso sustentável da terra, enquanto investimentos em infraestrutura são necessários para uma transição efetiva para uma economia de baixo carbono, alinhada com o Acordo de Paris (UNIVERSIDADE DE CAMBRIDGE, 2020).

Nesse cenário, a construção mais sustentável assume um papel crucial. Ela não apenas responde à demanda energética em expansão, mas também se torna uma força motriz na busca por soluções que conciliem o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental. Ao adotar práticas sustentáveis, o setor não apenas contribui para a redução das emissões, mas também se compromete com a promoção de uma maior qualidade de vida (CBIC, 2014).

## **4.2 Bioconstrução Civil**

Dessa forma, um dos termos que se pode utilizar para falar do desenvolvimento sustentável é “bioconstrução”. Segundo Okimoto (2021, pag. 249), o conceito de bioconstrução civil não se limita às técnicas tradicionais, mas busca incorporar a industrialização e as tecnologias disponíveis. Trata-se de um paradigma que considera restrições contemporâneas, como o tempo do trabalhador, as restrições legais e espaciais, sem perder de vista as preocupações ambientais, econômicas e sociais. Nesse contexto, as formas de construção civil sustentável devem ser definidas por critérios que envolvam desempenho financeiro, ambiental, técnico, físico-social e operacional.

Tal estratégia prioriza materiais de baixo impacto ambiental, como bambu e madeira de reflorestamento, adotando instalações prediais eficientes, como captação de águas pluviais e geração de energia renovável (OKIMOTO, 2021, pag. 249). A necessidade de uma boa durabilidade, poucas manutenções, baixos impactos referentes a aquisição de materiais e sua retirada, além da baixa geração de resíduos, é essencial para que haja um bom desempenho em relação às questões ambientais e à qualidade de vida atual.

Ademais, as instalações prediais merecem destaque. Sobre as instalações hidráulicas, o uso consciente da água, incluindo a captação de águas pluviais e sua reutilização, pode ser de grande importância para o desenvolvimento sustentável. Nas instalações elétricas, a geração de energia por meio de sistemas com fontes renováveis, eficiência energética, e luminotécnica planejada traz grandes benefícios para a construção civil (OKIMOTO, 2021, pag. 250).

Segundo neste contexto, apesar de o setor da construção civil, como supracitado, ser de suma importância, proporcionando benefícios não apenas de natureza econômica, mas também no âmbito social, contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento contínuo do país, é necessário destacar e discutir os impasses gerados por esse setor de cunho ambiental e social.

Sabe-se que qualquer modificação feita pelo homem pode acarretar impactos ao meio ambiente (BARBISAN ET AL., 2023). Além disso, a indústria da construção civil é um setor altamente degradante, os impactos ambientais gerados podem ser destacados durante toda a atividade realizada nas diversas etapas, para que se produza uma construção. Dessa forma, tem-se a degradação de início na extração de matéria prima. Segundo Laruccia (2014), o setor da construção foi responsável, já em 2014, por cerca de 15 a 50% dos recursos naturais extraídos.

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014), estima-se internacionalmente que o setor da construção consome entre 40% e 75% dos recursos naturais disponíveis. No contexto brasileiro, faltam estatísticas para se analisar o fluxo da utilização de materiais e o consumo na cadeia da construção. Contudo, é destacado que não apenas a produção dos materiais na construção, mas toda a cadeia e o seu ciclo de vida afetam significativamente os impactos ambientais.

A escassez de recursos naturais é uma preocupação crescente e crucial no contexto da construção civil. Este setor consome uma quantidade substancial de materiais, muitos dos quais são recursos não renováveis, como metais, minerais, água e combustíveis fósseis. A exploração contínua desses recursos sem gestão mais sustentável, pode levar à exaustão dessas reservas finitas, aumentando a pressão sobre o meio ambiente (CBIC, 2014).

Além disso, a demanda crescente por materiais de construção, impulsionada pelo aumento populacional e pela urbanização, acentua ainda mais a pressão sobre esses recursos limitados e outros impasses como a emissão de gases de efeito estufa (CHURKINA ET AL., 2020). Portanto, a busca por práticas construtivas sustentáveis e o desenvolvimento de técnicas que promovam a eficiência no uso de recursos tornam-se fundamentais para enfrentar o desafio da escassez e promover a preservação ambiental na Construção Civil. Essa abordagem não apenas contribui para a conservação dos recursos naturais, mas também para a mitigação dos reconhecidos impactos ambientais associados ao setor.

Além dos impasses sobre a extração de matéria prima, a elaboração dos materiais que serão utilizados na construção é o próximo estágio da cadeia da construção. Esta etapa demanda grande quantidade de energia, consumo de água e emissões de diversos gases. O impacto ambiental que esse sistema de fabricação gera é muito notável e tem sido investigado, segundo Selvakumar et al. (2023), 15% das emissões totais de gases de CO<sub>2</sub> na construção civil estão relacionados à produção de materiais.

Dessa maneira, segundo a prévia do Relatório de Status Global de 2022, os materiais utilizados na construção de edifícios, incluindo concreto, aço, alumínio, vidro e tijolo, são responsáveis por aproximadamente 9% das emissões globais de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia. A magnitude desse impacto ambiental é agravada pelo expressivo volume de resíduos gerados pela construção, renovação e demolição, atingindo cerca de 100 bilhões de toneladas na escala mundial, dos quais aproximadamente 35% são destinados a aterros.

As projeções indicam que o uso de materiais em 2060 pode chegar ao dobro do atual, destacando o aço, o concreto e o cimento como principais contribuintes para as emissões de gases de efeito estufa. Em economias em desenvolvimento e rápido crescimento, prevê-se que os materiais de construção desempenhem um papel dominante no consumo de recursos, resultando em uma projeção de duplicação das emissões de gases de efeito estufa até 2060. Esse cenário reforça a urgência de abordagens sustentáveis e inovações na gestão de materiais na construção civil para mitigar seus impactos ambientais (ONU, 2022).

Um dos exemplos que se pode citar é o cimento, segundo Laruccia (2023), o cimento, como um dos principais materiais construtivos, apresenta um consumo e produção significativos. Dada a sua ampla utilização em diversas obras, o cimento desempenha um papel crucial no setor da construção. Contudo, é importante destacar que toda a cadeia produtiva desse material também está associada à geração de impactos ambientais. Por exemplo, durante a sua produção, há uma emissão substancial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, contribuindo para os desafios ambientais relacionados a esse importante insumo da construção civil.

Seguindo a abordagem feita pela ONU no relatório de 2022, outro aspecto a ser analisado é a produção excessiva de resíduos e a forma de descarte. A gestão de resíduos é uma das iniciativas necessárias para que a construção sustentável avance no país e no mundo (ONU, 2022).

Segundo Hendges (2021), durante a última década, destacou-se um aumento significativo na quantidade de resíduos coletados da construção civil e demolições (RCD) nos municípios brasileiros. De acordo com os dados apresentados, houve um crescimento de 25%, passando de 33.377.060 toneladas por ano em 2010 para 44.534.380 toneladas por ano em 2019.

De acordo com a ABRELPE (2022), em 2021 foram coletados cerca de mais de 48 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD). Grande quantidade coletada representa os resíduos descartados de maneira irregular, retirados de vias e logradouros públicos.

A quantidade expressiva de resíduos na construção é, em grande parte, resultante de perdas durante os processos construtivos. Além disso, é fundamental considerar os resíduos gerados nas fases anteriores à construção e na desmobilização, incluindo extração de matérias-primas, produção, transporte e comercialização dos materiais (CBIC, 2014)

A prática clandestina de depositar entulho intensifica os impactos ambientais, provocando o assoreamento de córregos, obstrução das redes de drenagem e, em alguns casos, contribuindo para enchentes urbanas. Os aterros não autorizados, por sua vez, transformam-se em locais atrativos para disposição de resíduos a custos reduzidos, agravando ainda mais a problemática (CBIC, 2014)

Os resíduos provenientes da construção e demolição, mantêm-se por períodos prolongados na natureza, situação agravada pela considerável quantidade de entulho gerada anualmente no país. Adicionalmente, ocorrem impactos significativos quando esses resíduos são descartados de maneira ilegal, seja devido à ausência ou à ineficácia de políticas públicas que regulamentem a destinação adequada, ou à falta de comprometimento por parte dos geradores na gestão e disposição responsável dos resíduos (LARUCCIA, 2014).

Nesse contexto, a efetiva construção sustentável deve envolver uma redefinição abrangente do conceito de bioconstrução, transcendendo as práticas tradicionais que se limitavam a técnicas artesanais e materiais naturais, incorporando novos métodos e sistemas na construção civil. É necessário incorporar inovações tecnológicas e considerar as restrições contemporâneas, tais como a industrialização, limitações de tempo para os trabalhadores modernos, restrições espaciais e legais (OKIMOTO, 2021).

### 4.3 Biofilia

A construção civil envolvendo o desenvolvimento sustentável, portanto, não se restringe apenas a métodos construtivos do passado, mas abrange qualquer tecnologia proativa comprometida com as sustentabilidades ambientais, econômicas e sociais. Ela deve atender a critérios que abrangem desde o desempenho financeiro e ambiental até o técnico, operacional e físico-social, promovendo não apenas a eficiência construtiva, mas também a habitabilidade, segurança, sustentabilidade e o bem-estar geral da comunidade. Essa abordagem ampliada da bioconstrução é essencial para enfrentar os desafios contemporâneos e construir ambientes urbanos mais resilientes e integrados ao contexto natural (OKIMOTO, 2021).

A partir da rápida urbanização e desenvolvimento tecnológico, é notório o afastamento da sociedade com a natureza. Com a passagem da pandemia da Covid-19, a vida cotidiana passou a ser baseada ainda mais nas construções e menos nos ambientes naturais, vendo que o isolamento transformou as ações diárias em ações remotas produzidas no interior dos espaços construídos. Dessa maneira, a valorização da saúde mental característica da sociedade do século XXI, fez com que instituições e comunidades olhassem para a biofilia com mais interesse. Como um meio alternativo para uma boa qualidade de vida, um meio próspero tanto no aspecto pessoal quanto no ambiental (RYAN; BROWNING; WALKER, 2023).

Seguindo neste contexto, é de grande importância estudar as diferentes formas de se promover o desenvolvimento sustentável, o qual pode ter sua evolução baseada na utilização de novos métodos e tecnologias. A busca por alternativas sustentáveis na construção civil transcende a simples reutilização e reciclagem de materiais e é claramente delineada como uma prioridade essencial para enfrentar os desafios ambientais e climáticos. A necessidade de reduzir agressivamente a demanda de energia, descarbonizar o setor energético e implementar estratégias de materiais para redução das emissões de carbono do ciclo de vida é enfatizada como uma estratégia necessária (ONU, 2020).

Segundo o Relatório de Status Global (ONU, 2020), o apelo para a priorização de edifícios de baixo carbono e o reconhecimento da contribuição dos pacotes de recuperação verde reforçam a urgência de ações imediatas. A partir do que já foi discutido, vê-se que a efetiva construção sustentável deve envolver estratégias que vão desde a otimização do consumo energético e redução das emissões de gases de efeito estufa até novas formas de se projetar e construir por meio de novas tecnologias e conceitos.

Ademais, é crucial a escolha criteriosa de materiais de construção sustentáveis, provenientes de fontes renováveis e produzidos com processos de baixo impacto ambiental. Considerando o impacto ecológico significativo associado a esse setor, destaca-se a necessidade urgente de uma abordagem mais ecológica na construção. A busca por recursos alternativos visa mitigar as emissões de CO<sub>2</sub>, enfatizando a importância de escolher materiais que contribuam para a redução do impacto ambiental. A eficiência energética na escolha dos materiais, indica uma preocupação com a sustentabilidade e a redução do consumo de energia na construção civil (SELVAKUMAR ET. AL, 2023).

Por consequência, o estímulo à construção sustentável, que integra elementos verdes nos projetos de edificações, além da reciclagem e reutilização de materiais, contribui para um ambiente construído mais equilibrado e amigável. Adicionalmente, é importante considerar também as questões relacionadas ao conforto e à qualidade de vida da população. O aumento da urbanização resultou em espaços construídos cada vez mais densos, reduzindo, por conseguinte, as áreas de contato direto com a natureza. Esses aspectos, aliados à abordagem atual da construção civil, têm impactos significativos na qualidade de vida (PAIVA, 2016).



Dessa maneira, para que haja a introdução de sistemas mais naturais na construção civil é imprescindível a análise e aplicação do conceito “biofilia”. Tal termo foi utilizado pela primeira vez pelo psicólogo e psicanalista Erich Fromm entrou em uso quando citado pelo biólogo Edward O Wilson (1984), o qual percebeu o afastamento da população em relação ao ambiente natural.

A palavra biofilia vem do grego antigo e se traduz como “o amor pelas coisas vivas” (philia = o amor/inclinação para). Assim, a resposta positiva e inata que os seres humanos têm em relação a natureza é um questionamento que vem sendo estudado para se obter resultados eficazes em diversos aspectos.

Segundo Kellert e Calabrese (2017, pág. 03), a resposta inata do ser humano à natureza é uma característica intrínseca à evolução da espécie, desenvolvida ao longo de mais de 99% da trajetória humana como uma adaptação a forças naturais. Dessa forma, diversos elementos considerados padrão na sociedade contemporânea são relativamente recentes em termos evolutivos, tais como a concepção da cidade, a fabricação em massa de bens e serviços e o avanço tecnológico. Portanto, nota-se que o corpo, mente e sentidos humanos evoluíram em um ambiente não planejado ou desenvolvido pelo homem.

Consequentemente, o princípio da biofilia reside em reconectar os seres humanos com a natureza para que se obtenha bem-estar. Portanto, uma estratégia central consiste em incorporar as características do ambiente natural aos espaços construídos, destacando, sobretudo elementos como água, vegetação, luz natural, e materiais como madeira e pedra (STOUHI, 2022).

Devido às críticas condições ambientais e climáticas já destacadas anteriormente, arquitetos e engenheiros vêm desenvolvendo um novo foco para os projetos, foco este sendo ecologicamente sustentável buscando a reconexão das pessoas com a natureza. Dessa maneira, estruturas de taipa, materiais recicláveis e uso da luz natural, são alternativas para tal posicionamento ecologicamente eficaz (STOUHI, 2024).

Assim, a consideração da biofilia nas construções é denominada “design biofílico”. O design biofílico é a incorporação de elementos naturais no ambiente construído, fomentando a integração de sistemas e processos que vêm da natureza em edificações e paisagens construídas pelo homem (RAFAELLI, 2022).

De acordo com Soderlund (2019, pág. 08), houve certo debate e reflexão sobre o significado da palavra “biofilia” e do termo “design biofílico”. Para alguns pode ser entendido como uma tendência temporária ou uma nova denominação para aquilo que já existia, mas para muitos profissionais da arquitetura e do paisagismo o termo abrange a integração de elementos e materiais naturais nas construções a partir de novos entendimentos e percepções, relacionados aos impasses gerados pela construção civil e a sociedade contemporânea desde a revolução industrial.

O design biofílico pode ser aplicado de maneira involuntária ou intencional. Quando se tem a intenção, a ciência direciona as ações e o desenvolvimento da composição da construção e ambiente. Dessa forma, o design biofílico pode ser dividido em três pilares. O primeiro se denomina “natureza no espaço”, o qual se constitui por incluir a natureza no espaço construído como adicionar vasos de plantas ou aquários. O segundo é a “natureza do espaço”, que nada mais é que reproduzir os padrões e elementos da natureza externa no ambiente interno. O último pilar é chamado de “análogos naturais” e se refere a utilização de elementos ou materiais que, embora não sejam diretamente da natureza, têm a capacidade de evocar ou

representar características naturais. A partir de sistemas de projeto e tecnologias, além de materiais naturais, se obtém padrões referentes à natureza (RYAN; BROWNING; WALKER, 2023).

Sendo assim, as aplicações destes pilares do design biofílico, utilizando o natural, padrões naturais e materiais e elementos vindos da natureza, torna-se extremamente importante para o avanço do desenvolvimento sustentável a partir da biofilia na construção civil.

De acordo com Kellert e Calabrese (2017, pág. 08), o design biofílico, ao integrar elementos naturais nos ambientes construídos, busca não apenas melhorar a estética, mas também sustentar a produtividade e resiliência dos sistemas naturais ao longo do tempo. Apesar da inevitabilidade de mudanças nos ecossistemas devido a construções significativas, o objetivo é promover um ambiente natural mais produtivo e resiliente. Embora a aplicação do design biofílico possa gerar mudanças a curto prazo, os autores enfatizam que a ênfase está na visão a longo prazo de apoiar uma comunidade natural sustentável e ecologicamente robusta. Este enfoque destaca a importância de equilibrar as necessidades humanas com a preservação dos ecossistemas para criar ambientes construídos harmoniosos e sustentáveis ao longo do tempo.

#### 4.4 Biofilia Aplicada à Construção Civil

Ao introduzir o conceito de biofilia na construção civil, segundo Ryan, Browning e Walker (2023, pág. 11), abre-se um caminho para a valorização do bem-estar e da saúde física dos ocupantes de edifícios. A incorporação de elementos naturais nos ambientes construídos não só oferece benefícios estéticos, mas também traz vantagens tangíveis para a saúde e o bem-estar das pessoas. Embora os benefícios econômicos diretos do investimento na saúde e no bem-estar sejam muitas vezes subestimados, a biofilia oferece uma abordagem que vai além do custo inicial, reconhecendo o valor dos espaços que promovem a conexão com a natureza e contribuem para uma sociedade mais resiliente e saudável (Figura 1).

Figura 1 - Tabela dos Impactos da biofilia para retornos positivos

INDICADOR SETOR	SAÚDE E BEM-ESTAR IMPACTOS	IMPACTOS FINANCEIROS	
		DIRETO	INDIRETO
ESCRITÓRIOS	presenteísmo, desempenho, produtividade	absenteísmo, retenção de pessoal, taxa de locação, rotatividade	aquisição de talentos, alegações de saúde, satisfação dos funcionários
EDUCAÇÃO	atenção, taxa de aprendizagem	absenteísmo, resultados de testes	taxas de graduação
VAREJO	atenção do cliente, percepção da marca	valor hedônico, vendas; retenção de pessoal	tempo de permanência, patrocínio de retorno, atenção na mídia social
ASSISTÊNCIA MÉDICA	taxa de cura, desempenho da equipe de	rotatividade de pacientes; retenção de pessoal	percepção do visitante
HOSPITALIDADE	administração de analgésicos, percepção do local	tarifa média diária do quarto (ADR, RevPAR)	satisfação dos funcionários, fidelidade à marca, atenção nas redes sociais, receita total por quarto disponível (TRRevPAR) atração de
COMUNIDADES	percepção de segurança, índice de criminalidade; saúde pública geral	turismo; taxa de crime	investimentos, migração; valor imobiliário, base tributária; adaptabilidade às alterações climáticas, resiliência, equidade; taxa de encarceramento

Fonte: Terrapin (2023)

À vista disso, ao proporcionar acesso a áreas verdes, luz natural abundante e elementos naturais como árvores, plantas e água dentro dos espaços construídos, o design biofílico pode influenciar diretamente a saúde física e mental das pessoas. Segundo Takeda (2019), o paisagismo biofílico pode proporcionar sete benefícios que promovem o bem-estar humano e a conexão com o ambiente natural: melhora do humor e redução do estresse físico e psicológico, melhora do bem-estar, sociabilidade e cognição, aumento da criatividade,

produtividade e motivação, alteração benéfica na estrutura do cérebro de crianças, melhora da saúde mental e corporal, aumento do potencial de vendas e valorização dos espaços.

Estudos demonstram que a presença de elementos naturais melhora o humor e reduz o estresse físico e psicológico, levando a uma diminuição nos níveis do hormônio do estresse, o cortisol. Além disso, o contato com a natureza melhora a sociabilidade e o desempenho cognitivo das pessoas, como demonstrado pelo aumento das habilidades cognitivas dos funcionários em escritórios com vegetação (TAKEDA, 2019).

Esses espaços também são associados a um aumento na criatividade, produtividade e motivação, contribuindo para ambientes de trabalho mais saudáveis e estimulantes. A presença de vegetação em espaços de vendas não só cria um ambiente mais atraente para os clientes, mas também melhora o humor da equipe, levando a um serviço mais bem prestado e simpatia em relação aos clientes.

Além disso, o paisagismo biofílico tem demonstrado melhorar a saúde física e mental, reduzindo o tempo de internação hospitalar, o uso de analgésicos e o número de complicações pós-cirúrgicas. Em suma, o design biofílico não apenas torna os ambientes mais atraentes e valorizados, mas também proporciona uma série de benefícios tangíveis para o bem-estar humano e a qualidade de vida. Esses benefícios são fundamentais na criação de espaços que atendam às necessidades biológicas e emocionais das pessoas em se conectar com a natureza, contribuindo para uma sociedade mais saudável e feliz (TAKEDA, 2019).

Por consequência, o investimento em design biofílico em escritórios e ambientes educacionais busca melhorar o bem-estar e a produtividade dos indivíduos. Embora muitos espaços tenham implementado programas de bem-estar, a influência do projeto do edifício sobre a saúde e o desempenho das pessoas é significativa. Estudos mostram que o design biofílico reduz o estresse e melhora a recuperação dos indivíduos, resultando em menor absenteísmo e maior produtividade. A pesquisa se concentra em elementos como paisagens sonoras e vistas naturais, reconhecendo a importância do ambiente de trabalho e de estudo para a eficácia da população. O design biofílico emerge como uma abordagem eficaz para atenuar estressores e distrações, promovendo espaços propícios ao bem-estar e à produtividade (RYAN; BROWNING; WALKER, 2023)

Sendo assim, um exemplo físico que se tem de uma construção envolvendo a biofilia e seus benefícios é o The Spheres, sede da Amazon em Seattle, Estados Unidos. O projeto busca inspirar a criatividade e melhorar a função cerebral de seus usuários. Com milhares de plantas em uma variedade de espaços naturais, The Spheres proporciona uma experiência imersiva que visa conectar os funcionários com a natureza (TAKEDA, 2019).

O projeto representa uma fusão única entre arquitetura moderna e elementos naturais, com uma estrutura de aço e vidro que abriga um impressionante jardim botânico interno, como pode ser visto na figura 2. Dentro dessas esferas, os visitantes encontram uma variedade enorme de plantas cuidadosamente selecionadas, incluindo exemplares raros e algumas espécies em extinção (ARCHDAILY BRASIL, 2019).

Figura 2 - Interior da sede da Amazon "The Spheres"



Fonte: ArchDaily Brasil (2019)

As esferas abrigam uma vasta diversidade de plantas, cachoeiras, um rio e uma parede viva de quatro andares, criando a sensação de uma verdadeira selva dentro do ambiente de trabalho. Esses elementos naturais não apenas melhoram a estética do espaço, mas também promovem o bem-estar e a produtividade dos funcionários. O projeto foi concebido com base na ideia de biofilia, a hipótese de que os humanos têm um desejo inato de se conectar com a natureza (ARCHDAILY BRASIL, 2019).

Segundo Takeda (2019, pág. 15), estudos mostram que investir no paisagismo biofílico pode levar a um aumento significativo na qualidade de vida e na produtividade dos trabalhadores. Além disso, a presença da natureza no ambiente de trabalho pode aumentar a criatividade e o desempenho cognitivo dos funcionários, contribuindo para um ambiente de trabalho mais saudável e inspirador.

Assim, ao trazer a natureza para dentro do ambiente corporativo e integrá-la ao espaço de trabalho, o The Spheres representa um passo importante em direção a um futuro mais saudável e sustentável. A Amazon demonstra um entusiasmo notável por essa revolução verde, criando um ambiente que combina harmoniosamente o natural com o geométrico, o funcional com o artístico. Com The Spheres, a Amazon está liderando o caminho na criação de espaços de trabalho inspiradores que promovem a conexão com a natureza e melhoram a qualidade de vida dos funcionários (TAKEDA, 2019).

Além do espaço de trabalho, os ambientes educacionais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento cerebral e nas habilidades sociais de crianças e adolescentes. Além do aspecto acadêmico, a escola desempenha um papel crucial no processo de formação de cidadãos produtivos e comprometidos. Portanto, o ambiente escolar é um dos locais de maior influência para crianças e jovens. Estudos recentes demonstram que salas de aula que possuem conexões diretas ou indiretas com a natureza podem melhorar os resultados em testes, promover o bem-estar mental e aumentar as taxas de aprendizagem (RYAN; BROWNING; WALKER, 2023).

Além disso, permitir que as crianças brinquem e aprendam na natureza pode trazer benefícios como restauração mental, melhoria do comportamento e aumento da concentração. O próprio espaço físico pode influenciar a capacidade dos alunos de se concentrarem e desenvolverem habilidades cognitivas (RYAN; BROWNING; WALKER, 2023).

Dessa maneira, a Putney High School GDST foi reconhecida por sua sala de aula biofílica no RHS Chelsea Flower Show. A sala de aula biofílica é parte da campanha 'Breathe' da escola, que enfatiza os benefícios das plantas e da natureza no bem-estar dos alunos. O projeto visa melhorar o ambiente de aprendizado e incentivar benefícios restauradores, como bem-estar e

foco. A sala de aula foi modificada com uma variedade de plantas de interior (Figura 3a) Os resultados mostraram que a presença de plantas melhorou a qualidade do ar e teve um impacto positivo no comportamento e no bem-estar psicológico dos alunos. O sucesso do projeto levou a escola a compartilhar suas experiências e incentivar outras instituições a adotarem iniciativas semelhantes (PUTNEY HIGH SCHOOL GDST, 2021).

Trazendo o uso da biofilia para espaços menores e mais intimistas, além de analisar esse conceito aplicado em projetos nacionais, é possível observar as vantagens do design biofílico no projeto do apartamento Varanda, projetado pelo Estúdio Guto Requena, apresentado na figura 3b.

Figura 3 – (a) Sala de aula, Putney High School GDST, Londres; (b) Apartamento Varanda



Fonte: (a) Putney High School GDST (2021); (b) ArchDaily Brasil (2023)

O projeto representa uma inovadora abordagem ao conceito de moradia, integrando de forma harmoniosa o tradicional e o tecnológico. Localizado em um edifício paulistano datado de 1962, o projeto transforma o espaço em um habitat flexível e customizável, imerso em uma verdadeira floresta urbana. A grande varanda, ocupada por uma diversidade de plantas nativas, proporciona um ambiente natural em meio à paisagem urbana (ARCHDAILY BRASIL, 2023).

A presença da biofilia, evidenciada pela vegetação em escala nos ambientes, contribui para criar um microclima agradável e melhorar a qualidade do ar, promovendo o bem-estar dos moradores. Além disso, a sustentabilidade é priorizada na escolha de materiais e revestimentos, garantindo eficiência energética e respeito ao meio ambiente. Assim, o apartamento Varanda é resultado de uma extensa pesquisa sobre os impactos das novas tecnologias digitais na arquitetura, evidenciando a busca contínua por soluções inovadoras e sustentáveis para o morar contemporâneo (ARCHDAILY BRASIL, 2023).

## 5 CONCLUSÕES

Em conclusão, a integração da biofilia na construção civil representa uma abordagem inovadora e essencial para promover ambientes construídos mais sustentáveis, saudáveis e harmoniosos com a natureza (KELLERT; CALABRESE, 2017). Através da incorporação de elementos naturais nos projetos arquitetônicos, como vegetação, luz natural e materiais naturais, é possível não apenas melhorar a estética dos espaços, mas também proporcionar benefícios tangíveis para a saúde e o bem-estar dos ocupantes.

Estudos conduzidos por Ryan, Browning e Walker (2023), têm destacado os benefícios significativos para a saúde e o bem-estar mental da população ocupante de edifícios que incorporam elementos naturais em seus projetos. Suas pesquisas apontam para uma correlação direta entre a presença de vegetação, luz natural e materiais naturais nos ambientes construídos

e uma melhoria na qualidade de vida dos usuários, ressaltando a importância da biofilia na promoção do bem-estar humano.

Além disso, relatórios como o de Status Global da ONU (2020) enfatizam a urgência de adotar práticas construtivas sustentáveis para lidar com os desafios ambientais contemporâneos. Esses relatórios destacam a necessidade premente de integrar a biofilia na construção civil como uma estratégia fundamental para mitigar os impactos negativos da urbanização descontrolada e da degradação ambiental, reforçando a importância da abordagem biofílica para garantir a sustentabilidade do setor da construção.

Seguindo nesse contexto, a pesquisa conduzida por Kellert e Calabrese (2017) complementa essas conclusões ao ressaltar a conexão entre elementos naturais nos projetos arquitetônicos e os benefícios para a saúde física e mental dos ocupantes. Seus estudos fornecem uma base sólida para a compreensão dos impactos positivos da biofilia na construção civil, destacando a importância de considerar os princípios biofílicos no planejamento e na execução de projetos arquitetônicos sustentáveis.

Portanto, ao considerar a crescente urbanização e o afastamento da sociedade em relação à natureza, é importante promover práticas construtivas que reintegrem os seres humanos ao ambiente natural. O design biofílico surge como uma resposta eficaz a essa necessidade, oferecendo uma abordagem holística que visa criar ambientes construídos que não apenas atendam às necessidades humanas, mas também respeitem e valorizem o meio ambiente.

Em suma, ao adotar os princípios da biofilia na construção civil, podemos não apenas criar espaços mais agradáveis e produtivos, mas também contribuir para a construção de um futuro mais sustentável e resiliente para as próximas gerações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. Brasil: XXX, 2022. 64 p. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/>>. Acesso em: 23 fev. 2024

AGBAJOR, Favour D.; MEWOMO, Modupe Cecilia. Green building research in South Africa: A scoping review and future roadmaps. **Energy And Built Environment**, África do Sul, nov. 2022.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA, **Eficiência energética e demanda**. Disponível em: <<https://www.iea.org/energy-system/energy-efficiency-and-demand>> Acesso em: 12 Dez 2023.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA, **Relatório: eficiência energética 2023**. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023>> Acesso em: 12 Dez 2023.

ARCHDAILY BRASIL. "**Apartamento Varanda /** Estudo Guto Requena". 21 Mai 2023. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/1000483/apartamento-varanda-estudio-guto-requena>>. Acessado 12 Fev 2024.

ARCHDAILY BRASIL. "**Esferas da Amazon / NBBJ**" [Amazon Spheres / NBBJ]. 11 Jul 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/920632/esferas-da-amazon-nbbj>>. Acessado 12 Fev 2024.

BARBISAN, A. O.; SPADOTTO, A.; DALLA NORA, D.; LOPES TURELLA, E. C.; DE WERGENES, T. N. **Impactos ambientais causados pela construção civil**. Unoesc & Ciência - ACSA, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 173–180, 2012. Disponível em: <https://periodicos.unoesc.edu.br/acsa/article/view/745>. Acesso em: 20 dez. 2023.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC), **Desenvolvimento com Sustentabilidade**, 2014. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Desenvolvimento-Com-Sustentabilidade-2014-1.pdf>> Acesso em: 19 Dez 2023.

CBIC-IFC-SENAI-EDGE, **Construções verdes**: os desafios e vantagens das construções sustentáveis, 2022. Disponível em: < <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/05/v6ebook-construcoes-verdes-cbic-ifc-senai-edge.pdf> > Acesso em: 19 Dez 2023.

CHURKINA, Galina; ORGANSCHI, Alan; REYER, Christopher P. O.; RUFF, Andrew; VINKE, Kira; LIU, Zhu; RECK, Barbara K.; GRAEDEL, T. E.; SCHELLNHUBER, Hans Joachim. Buildings as a global carbon sink. **Nature Sustainability**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 269-276, 27 jan. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-019-0462-4>. Acesso em: 22 Dez. 2023.

GASQUES, A. C. **Impactos ambientais dos materiais da construção civil**: breve revisão teórica. Revista tecnológica, v. 23, n. 1, p. 13-24, 4 maio 2015. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/23375>>. Acesso em: 20/12/2023.

HENDGES, Antonio Silvio. **Resíduos de Construção e Demolição no Brasil 2010-2019**. 2021. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2021/06/10/residuos-de-construcao-e-demolicao-no-brasil-2010-2019/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

LARUCCIA, M. M. **Sustentabilidade e Impactos Ambientais da Construção Civil**. REVISTA ENIAC PESQUISA, [S. I.], v. 3, n. 1, p. 69-84, 2014. DOI: 10.22567/rep.v3i1.124. Disponível em: <https://ojs.eniac.com.br/index.php/EniacPesquisa/article/view/124>. Acesso em: 19 dez. 2023.

LAZAR, Nina; CHITHRA, K.. Green Building Rating Systems and Energy Efficiency of a Building from the Building Lifecycle Perspective. **Springer Transactions In Civil And Environmental Engineering**, [S.L.], p. 173-190, 2020. Springer Singapore. [http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-1063-2\\_12](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-1063-2_12)

OKIMOTO, F. S. (2021). **Permacultura urbana**: Políticas públicas para a produção e para a vivência nas cidades durante e pós-pandemia. In: PANDEMIA DO CORONAVÍRUS: abordagem multidisciplinar. Tupã: Editora ANAP, 235-261 f.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Aliança global para edifícios e construções, **Centro de materiais de construção sustentáveis**. Disponível em: < <https://globalabc.org/sustainable-materials-hub/home> > Acesso em: 18 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Aliança global para edifícios e construções, **Clima**. Disponível em: < <https://globalabc.org/sustainable-materials-hub/climate-region> > Acesso em: 18 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Aliança global para edifícios e construções, **Estágio do ciclo de vida**. Disponível em: < <https://globalabc.org/sustainable-materials-hub/lifecycle-stage> > Acesso em: 18 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Aliança global para edifícios e construções, **Material** . Disponível em: < <https://globalabc.org/sustainable-materials-hub/material> > Acesso em: 18 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), Aliança global para edifícios e construções, **Uso da construção** . Disponível em: < <https://globalabc.org/sustainable-materials-hub/building-type> > Acesso em: 18 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), **Materiais de construção e o clima: construindo um novo futuro**, Set 2023. Disponível em: < <https://globalabc.org/sustainable-materials-hub/resources/building-materials-and-climate-constructing-new-future> > Acesso em: 19 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), **Relatório de status global de 2020 para edifícios e construção**, 16 Dez 2020. Disponível em: < <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-do-setor-de-construcao-civil-atingiram> > Acesso em: 12 Dez 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU), **Relatório de status global de 2022 para edifícios e construção**, 16 Dez 2020. Disponível em: < <https://www.unep.org/resources/publication/2022-global-status-report-buildings-and-construction> > Acesso em: 12 Dez 2023.

PEREIRA, Lohana Lopes; DE AZEVEDO, Bruno Freitas. **O Impacto da Pandemia na Construção Civil**. Boletim do Gerenciamento, [S.I.], v. 20, n. 20, p. 71-80, nov. 2020. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/519>>. Acesso em: 19 dez. 2023.

RAFAELLI, Bia (Bia Rafaelli Coll Casaccia). **O que é design biofílico e sua influência na saúde e bem-estar**. Jul. 2022.

RYAN, Catherine O.; BROWNING, William D.; WALKER, Dakota B.. **A Economia da Biofilia: Por que projetar tendo a natureza em mente faz sentido financeiramente**. Segunda edição, Nova York, Terrapin Bright Green, LLC. 2023.

SACHS, Jeffrey; SCHMIDT-TRAUB, Guido; KROLL, Christian; LAFORTUNE, Guillaume; FULLER, Grayson. **Sustainable Development Report 2020**. 23 abr. 2021. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/9781108992411>.

SELVAKUMAR, K. Karthik *et al.* Development of sustainable alternative materials for the construction of green buildings using agricultural residues: A review. **Construction And Building Materials**, India, 2023.

SIEFFERT, Y.; HUYGEN, J.M.; DAUDON, D.. Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering architecture collaboration. **Journal Of Cleaner Production**, França, 2014.

SÖDERLUND, Jana. The Emergence of Biophilic Design. **Cities And Nature**, [S.L.], 2019. Springer International Publishing. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-29813-5>

STOUHI, Dima. "**Interiores biofílicos: 21 projetos que misturam arquitetura com natureza**" [Biophilic Interiors: 21 Projects that Blend Architecture with Nature ] 06 Jan 2024. ArchDaily Brasil. (Trad. Simões, Diogo). Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/996026/interiores-bioflicos-21-projetos-que-misturam-arquitetura-com-natureza>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 28 Jan 2024.

STOUHI, Dima. "**Os benefícios da biofilia para a arquitetura e os espaços interiores**" [Bringing the Outdoors Inside: The Benefits of Biophilia in Architecture and Interior Spaces] 25 Mai 2022. ArchDaily Brasil. (Trad. Sbeghen Ghisleni, Camila) Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/927908/os-beneficios-da-biofilia-para-a-arquitetura-e-os-espacos-interiores>> ISSN 0719-8906. Acesso em: 27 Jan 2024.

TAKEDA, Guilherme. **7 benefícios do paisagismo biofílico**. v. 1, 2019.

TOKEDE, Olubukola O; RODGERS, Glen; WASCHL, Bernhard; SALTER, Josh; ASHRAF, Mahmud. Harmonising life cycle sustainability thinking in material substitution for buildings. **Resources, Conservation & Recycling**, Austrália, 2022.

WILSON, E. O.. Biophilia. Cambridge, Mass: Harvard University Press. 1984.

WORLD ENERGY COUNCIL, **Cenários energéticos mundiais** | 2019: explorando caminhos de inovação para 2040, 2019. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-scenarios-2019-exploring-innovation-pathways-to-2040>> Acesso em: 12 Dez 2023.

WORLD ENERGY COUNCIL, **Monitor de Questões Energéticas Mundiais 2022**, Jan 2022. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-issues-monitor-2022>> Acesso em: 12 Dez 2023.

WORLD ENERGY COUNCIL, **Pulso Energético Mundial 2023**, Mai 2023. Disponível em: <<https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-pulse-2023>> Acesso em: 12 Dez 2023.