



Construção sustentável e eficiência energética

Sustainable construction and energy efficiency

LIMA, Ayllin Martins Vancini¹; PERTEL, Monica²;

linvancini@hotmail.com¹; monicapertel@poli.ufrj.br²

¹ Pós graduada em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis; Universidade Federal do Rio de Janeiro

² D.Sc. Professora da Escola Politécnica da Universidade Federal Rio de Janeiro

Informações do Artigo

Palavras-chave:
sustentabilidade;
construção;
eficiência energética.

Key word:
sustainability;
construction;
energy efficiency.

Resumo:

O artigo explora a importância da sustentabilidade e eficiência energética na construção civil, focando em conceitos como Smart Buildings e Edifícios de Energia Zero. Ele menciona assuntos como a integração de tecnologias avançadas e automação que pode tornar os edifícios mais eficientes, ao mesmo tempo que aborda o impacto tríplice da construção sustentável: ambiental, social e econômico. O texto também ressalta a relevância de regulamentações e certificações, como LEED e AQUA, para incentivar práticas mais sustentáveis. No entanto, aponta desafios como a falta de conscientização, custos iniciais mais altos e a necessidade de mudanças culturais para a adoção mais ampla de práticas sustentáveis. O artigo conclui que uma abordagem colaborativa entre diversos setores é crucial para promover a sustentabilidade na indústria da construção.

Abstract

The article explores the importance of sustainability and energy efficiency in the construction industry, focusing on concepts like Smart Buildings and Zero Energy Buildings. It discusses how the integration of advanced technologies and automation can make buildings more efficient, while also addressing the triple impact of sustainable construction: environmental, social, and economic. The text also highlights the relevance of regulations and certifications, such as LEED and AQUA, in encouraging more sustainable practices. However, it points out challenges like the lack of awareness, higher initial costs, and the need for cultural shifts for the broader adoption of sustainable practices. The article concludes that a collaborative approach among various sectors is crucial for promoting sustainability in the construction industry.

1. Introdução

A indústria da construção civil é um pilar essencial para o desenvolvimento das sociedades, fornecendo as infraestruturas que sustentam a vida urbana. No entanto, o setor também é um dos principais responsáveis pelo

impacto ambiental negativo, que inclui o consumo excessivo de recursos naturais, a geração de resíduos e as emissões de gases de efeito estufa.

O aumento da consciência ambiental tem impulsionado uma mudança de paradigma na

construção civil. Já não é mais suficiente apenas construir, é preciso fazê-lo de forma sustentável. Sob tal circunstância, isso tem levado à adoção de métodos construtivos mais inovadores e sustentáveis, à seleção mais criteriosa de materiais e à integração de sistemas de eficiência energética nos projetos.

A eficiência energética, por sua vez, se tornou um componente crucial dessa nova abordagem. Ela envolve a aplicação de tecnologias e práticas que minimizam o consumo de energia necessária para o funcionamento de um edifício, abrangendo sistemas de aquecimento, resfriamento, iluminação e outros. Nesse caso, a otimização do uso de energia não só reduz o impacto ambiental como também traz benefícios econômicos, diminuindo os custos operacionais das edificações.

Portanto, a construção civil está em um momento de transição crucial, onde a sustentabilidade e a eficiência energética são mais do que tendências: são imperativos para um futuro mais equilibrado e consciente.

2 Relevância da Sustentabilidade na Construção Civil

Em face da crescente preocupação global com as mudanças climáticas e a degradação ambiental, a sustentabilidade na construção civil assume uma importância cada vez maior. De acordo com um relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) de 2019, a indústria da construção emerge como um dos setores mais significativos em termos de geração de resíduos e emissões de carbono [1]. Este dado alarmante serve como um chamado à ação para engenheiros, arquitetos e demais profissionais do setor para repensar as práticas convencionais de construção.

A empresa Autodesk, empresa de software conhecida por desenvolver soluções para engenharia, também destaca que entre 10-15% dos materiais são desperdiçados em cada projeto de construção, e que o setor é responsável por quase 38% de todas as emissões de carbono relacionadas à energia globalmente [2].

Dentro desse quadro, a falta de planejamento sustentável nas etapas iniciais de desenvolvimento de projetos é ainda mais preocupante. Essa omissão não apenas perpetua práticas insustentáveis, mas também negligencia oportunidades de redução de custos e desperdícios a longo prazo. Neste cenário, este é um problema que se manifesta tanto na fase de concepção do projeto quanto na execução no canteiro de obras.

A adoção de medidas de sustentabilidade não é apenas uma questão ética ou ambiental, mas também uma estratégia eficaz para aumentar a eficiência dos projetos. Logo, a minimização de erros, por exemplo, está diretamente relacionada à redução de desperdícios.

A relevância dessa sinergia é inquestionável: edifícios projetados com foco em sustentabilidade e eficiência energética não só diminuem o impacto ambiental, como também oferecem espaços mais saudáveis e confortáveis para seus ocupantes.

2.1 Cenário Atual: pressão por mudanças

Atualmente, os edifícios são responsáveis por uma grande parte do consumo global de energia e das emissões de gases de efeito estufa. De acordo com Jean-Pascal Tricoire, presidente da Schneider Electric, os edifícios são responsáveis por 40% do consumo global de energia e 33% das emissões de gases de efeito estufa [3]. Por exemplo, na Europa, mais de 220 milhões de edifícios existentes são ineficientes do ponto de vista energético, dependendo de combustíveis fósseis para aquecimento e arrefecimento.

Nesse cenário, as empresas estão enfrentando pressões comerciais para adotarem práticas mais sustentáveis, com investidores, público e governos demandando ações para abordar os riscos das mudanças climáticas. Nesse contexto, uma estratégia para aumentar a eficiência e reduzir as emissões consiste na adoção da construção industrializada e do DFMA (Design for Manufacture and Assembly), uma metodologia baseada em conceitos e critérios

que tem como objetivo acelerar, simplificar e reduzir os custos no desenvolvimento de produtos [2].

Nos últimos tempos, devido à crescente preocupação do mercado financeiro com a sustentabilidade, o termo ESG (Ambiental, Social e Governança), que surgiu em 2004, tem ganhado grande visibilidade. Desse modo, as questões ambientais, sociais e de governança passaram a ser consideradas essenciais nas análises de risco e nas decisões de investimento, gerando uma pressão substancial sobre as empresas. Conforme o diretor-executivo da Rede Brasil do Pacto Global, ESG não é apenas uma evolução da sustentabilidade empresarial, mas sim a própria essência dela [4]

Essa perspectiva implica que as empresas precisam incorporar práticas sustentáveis em todos os aspectos de suas operações, a fim de atender às expectativas do mercado financeiro e da sociedade em geral. Dessa forma, empresas que adotam abordagens responsáveis em relação ao meio ambiente, à sociedade e à governança corporativa podem ser percebidas como investimentos mais sólidos e atrativos.

Além disso, a implementação de práticas ESG, conforme destacado pela Revista Exame, é de extrema importância, uma vez que ajuda as empresas a gerenciar riscos, avaliar impactos e aprimorar sua reputação, aumentando a resiliência a longo prazo [5]. Portanto, é essencial que as empresas continuem adotando práticas ESG no cenário atual, contribuindo para um futuro mais sustentável para todos.

3 Inovação em Métodos Construtivos e Eficiência Energética

É essencial que profissionais e empresas da construção civil tenham um conhecimento sólido dos principais métodos construtivos, bem como das vantagens que cada um oferece, para assegurar a qualidade e eficiência das obras.

Um método construtivo consiste em um conjunto padronizado de atividades, regras e

procedimentos que estabelecem o modo como as estruturas são edificadas. Longe de ser um processo aleatório, ele é meticulosamente planejado para se adequar às especificações e limitações dos materiais utilizados.

3.1 Métodos Construtivos Contemporâneos

Dentre os métodos construtivos contemporâneos que segundo a empresa WEG têm ganhado destaque [6], pode-se citar:

- **Light Steel Frame:** Utiliza uma estrutura de aço leve e é conhecido pela rapidez na execução e pela eficiência energética;
- **Container:** Emprega contêineres marítimos reciclados como estrutura básica, oferecendo uma opção sustentável e inovadora;
- **Concreto Pré-Moldado:** Envolve a fabricação de peças de concreto em um ambiente controlado antes de serem transportadas para o local da obra, o que garante maior precisão e qualidade;
- **Wood Frame:** Semelhante ao Light Steel Frame, mas utiliza madeira como material estrutural. É valorizado por sua eficiência energética e sustentabilidade;
- **Alvenaria Estrutural:** Um dos métodos mais tradicionais, onde as paredes de alvenaria suportam tanto o peso próprio como as cargas do edifício;
- **Estrutura Metálica:** Utiliza perfis metálicos como principal elemento estrutural, permitindo maior liberdade no design e rapidez na construção;
- **Construção Off-Site (Construção Industrializada):** Este método envolve a pré-fabricação de componentes em um ambiente controlado fora do local da obra, seguido de montagem no local, o que aumenta a eficiência e reduz o desperdício.

3.2 Construção Industrializada

A construção industrializada, caracterizada pela execução de processos em um ambiente fabril e pela incorporação de

avanços tecnológicos, surge como uma solução promissora para os desafios críticos enfrentados pelo setor de construção civil no Brasil. Essa abordagem otimiza as atividades no canteiro de obras e minimiza o desperdício de recursos, resultando em um aumento significativo da produtividade [7].

Em um ambiente desafiador, onde o setor de construção civil lida com questões como planejamento deficiente, carência de mão de obra qualificada, inconsistência na qualidade das obras e falhas no controle de custos e segurança, a construção industrializada se destaca como uma alternativa eficaz. Além disso, endossada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviço, essa abordagem não apenas introduz inovações cruciais, mas também tem o potencial de reformular o setor, tornando-o mais eficiente, competitivo e sustentável [8].

Somado a isso, conforme apontado pelo Instituto de Engenharia de Custos, o emprego de softwares de modelagem inovadores, como o BIM (Building Information Modeling), na construção industrializada é uma ferramenta digital indispensável para a otimização de projetos.

Dessa forma, essa tecnologia contribui para tornar o projeto mais eficiente, econômico e preciso, minimizando as margens de erro. Além disso, esses softwares são cruciais para o gerenciamento eficaz de custos e cronogramas, elementos particularmente críticos em contextos industrializados onde a busca pela eficiência é uma das maiores prioridades [9].

3.3 Eficiência Energética na Construção

Na busca pela sustentabilidade, a eficiência energética emerge como uma estratégia fundamental para minimizar o consumo de energia elétrica sem comprometer o desempenho ou o conforto em edificações. O objetivo não é apenas a redução dos custos operacionais, mas também a diminuição do impacto ambiental associado à produção e consumo de energia.

Conforme salientado pelo CREA, esse conceito transcende a mera economia de recursos, abrangendo também a otimização do uso de energia para melhorar a saúde, segurança, bem-estar e produtividade dos residentes de um edifício [10]. Isso ressalta a relevância e complexidade da eficiência energética, que deve ser considerada em todas as etapas do processo de construção.

De acordo com a empresa UGREEN, que atua na área de certificação para projetos de construção sustentável e eficiente em energia, o Brasil ocupa atualmente o 15º lugar na classificação mundial de quantidade de emissões de CO₂ por consumo de energia. A construção civil tem o potencial de contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa, incluindo o dióxido de carbono (CO₂), ajudando a minimizar os danos ao meio ambiente e diminuindo o efeito estufa [11].

Para alcançar essa eficiência, diversas estratégias podem ser adotadas, incluindo um projeto arquitetônico eficaz, a seleção de materiais e estruturas que exigem menos energia para climatização, reutilização e controle no consumo da água, assim como a escolha de equipamentos de alta eficiência energética [12].

No setor industrial, a eficiência energética assume um papel de destaque, tanto por razões ambientais quanto econômicas. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a indústria responde por cerca de 41% do consumo total de energia no Brasil [13]. Isso coloca o setor em uma posição estratégica para liderar iniciativas construtivas de eficiência energética, que vão além da simples redução de custos e se estendem à sustentabilidade e à competitividade no mercado global.

A seleção de equipamentos energeticamente eficientes durante o projeto, como sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) otimizados e iluminação LED, é um passo crucial para mitigar o consumo de energia nas operações industriais. Essas escolhas não apenas diminuem a pegada de carbono da indústria,

mas também resultam em economias significativas a longo prazo [13].

Por fim, tanto nos projetos do setor industrial quanto na construção civil de edifícios e residências, a eficiência energética é uma meta alcançável que oferece benefícios múltiplos. Portanto, é uma estratégia que alinha responsabilidade ambiental com viabilidade econômica, tornando-se assim um pilar fundamental para um futuro mais sustentável.

4 Smart Building: a vanguarda da tecnologia e sustentabilidade

A crescente realidade dos edifícios energeticamente eficientes, conhecidos como Smart Buildings, é resultado da integração de tecnologias avançadas e métodos construtivos inovadores [14]. Na sequência, a automação emerge como um componente crucial nesse contexto, possibilitando um controle preciso e adaptativo dos sistemas presentes nos edifícios.

A busca pela eficiência energética tem seu ponto de partida na fase de planejamento. Para assegurar a criação de edifícios altamente eficazes nesse aspecto, é fundamental uma integração abrangente dos diversos sistemas que compõem a estrutura. Isso implica na coordenação dos projetos elétricos, hidráulicos, de iluminação, ventilação, aquecimento e refrigeração.

O EcoCommercial Building, da Bayer, foi o primeiro prédio do Brasil a receber a certificação LEED-NC Platinum, que reconhece edifícios ecologicamente corretos.

Ele se destaca por ser uma construção sustentável com várias características importantes, como o aproveitamento de água da chuva, o uso de equipamentos de baixo consumo, luz e ventilação naturais em 100% dos espaços, o uso de elementos passivos que trazem eficiência energética, nenhuma árvore removida para a realização da construção, 97% dos resíduos destinados a reciclagem e reaproveitamento e geração de energia solar.

Essas características permitem que o EcoCommercial Building seja mais eficiente em termos de energia e recursos, proporcionando um ambiente mais confortável e saudável para seus ocupantes [15].

Adicionalmente, a adoção de métodos construtivos industrializados, que reduzem o desperdício e agilizam o processo de construção, está se consolidando como uma prática padrão em edifícios sustentáveis. Essa abordagem integrada, por sua vez, fomenta a harmonização e a otimização do desempenho energético do edifício como um todo.

4.1 Indústria 4.0 e Automação na Sustentabilidade: a Revolução Digital na Construção Civil

A digitalização desempenha um papel essencial na promoção da eficiência energética e na flexibilidade da demanda. Nesse contexto, os edifícios ‘inteligentes’ se beneficiam do avanço tecnológico, aproveitando o sensoramento e os controles avançados, a integração de sistemas, a análise de dados e a otimização energética. Esses recursos digitais, quando incorporados a dispositivos e equipamentos ‘inteligentes’, oferecem vantagens adicionais, como aumento da confiabilidade, gerenciamento remoto e redução de emissões.

A tecnologia IoT (Internet das Coisas) desempenha um papel fundamental nessa transformação, permitindo que dispositivos se conectem a redes sem fio e troquem dados pela Internet. Seu potencial de inovação é vasto, e no âmbito do consumo de energia, seus benefícios são notáveis. Sensores estrategicamente posicionados em ambientes podem monitorar variáveis como temperatura, vibração e velocidade.

Além disso, caso algum indicador apresente alterações fora do comum, gestores podem solicitar manutenção preventiva, evitando falhas e mantendo o desempenho ideal. Isso permite abordar as perdas energéticas, um desafio recorrente na indústria, de forma sistemática e eficaz [16].

A automação em edifícios eficientes abarca uma gama que vai desde controles

básicos até sistemas altamente sofisticados. Por exemplo, a iluminação pode ser ajustada automaticamente levando em consideração a presença de pessoas e a quantidade de luz natural disponível. E ainda, os sistemas de HVAC (aquecimento, ventilação e ar-condicionado) podem ser programados para operar em horários específicos ou para adaptar a temperatura conforme a ocupação do espaço. Além disso, é possível implementar a ventilação controlada por demanda, proporcionando ar fresco somente quando e onde necessário, o que resulta em economia energética.

Esses sistemas automatizados não apenas melhoram o conforto dos ocupantes, mas também podem levar a economias significativas de energia. Estudos apontam que a automação pode reduzir o consumo de energia em edifícios comerciais em até 10 a 15%. Quando combinada com outras funcionalidades avançadas, essa economia pode ser ainda maior [3].

Em resumo, a intersecção entre automação sofisticada e métodos construtivos inovadores está abrindo caminhos para edifícios mais eficientes e sustentáveis.

4.2 Conceito dos Edifícios de Energia Zero

De acordo com o Green Building Council, os edifícios de Energia Zero, também denominados Net Zero Energy Buildings (NZE), representam uma evolução na arquitetura sustentável. Desenvolvidos para satisfazer todas as suas necessidades energéticas por meio de fontes renováveis, estes edifícios atingem um balanço energético que pode variar de nulo a positivo. Eles são o epítome da integração entre inovações tecnológicas, construção avançada e um design e operação verdadeiramente holísticos [17].

Segundo o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina, a visão de NZEB transcende a simples adição de recursos renováveis, como painéis solares. Este novo paradigma na construção

sustentável exige uma estratégia abrangente para diminuir o consumo de energia. Eficiência energética é o cerne dessa abordagem, influenciando desde o projeto da envoltória do edifício até a implementação de sistemas de climatização, iluminação e ventilação de última geração [18].

Alberto Hernandez Neto, Prof. Dr. da POLI/USP, enfatiza a necessidade de otimizar a eficiência energética do edifício antes de adicionar recursos para a geração de energia [19]. Isso envolve a utilização de sistemas e materiais eficientes, desde sistemas de ar-condicionado até fachadas e envidraçamentos. O Centro de Sustentabilidade Sebrae serve como um exemplo prático, demonstrando como a sustentabilidade pode ser viabilizada por meio de intervenções conscientes, como a otimização da iluminação natural e sistemas de energia fotovoltaica.

A transição para um edifício de energia zero não só contempla eficiência, mas também a produção de energia no local ou a compra de energia verde, conforme destacado pela ECYCLE em 2023. Ferramentas como painéis fotovoltaicos e turbinas eólicas são vitais para essa iniciativa. O objetivo é que o edifício gere mais energia do que consome ao longo de um ano, resultando em um balanço energético positivo [20].

A eficácia dessa abordagem é ampliada pela automação inteligente, que monitora e regula o consumo de energia em tempo real. Essa tecnologia é crucial para ajustar sistemas de iluminação, ventilação e climatização às necessidades específicas do edifício e seus ocupantes.

5 Tríplex impacto: ambiental, social e econômico

O impacto ambiental, social e econômico da Construção Sustentável e Eficiência Energética é um aspecto crucial a ser considerado na busca por um desenvolvimento urbano mais equilibrado e consciente. A indústria da construção civil desempenha um papel fundamental na configuração das cidades e na qualidade de vida das pessoas, no

entanto, também é reconhecida como uma fonte significativa de impactos negativos.

Do ponto de vista ambiental, a construção civil tradicional contribui para a degradação do meio ambiente de várias maneiras. A produção de materiais de construção consome recursos naturais finitos em grande escala e gera uma quantidade considerável de resíduos sólidos. Além disso, as atividades de construção são responsáveis por uma parcela substancial das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para as mudanças climáticas globais.

A adoção da Construção Sustentável e Eficiência Energética visa mitigar esses impactos. Ao optar por materiais de construção mais eficientes e ecologicamente responsáveis, reduz-se o consumo de recursos naturais e a produção de resíduos. Além disso, a eficiência energética é um componente fundamental para minimizar as emissões de carbono, uma vez que edifícios energeticamente eficientes consomem menos energia proveniente de fontes não renováveis.

No contexto social, a construção civil tradicional pode ter impactos negativos, como segregação socioespacial e condições de trabalho inadequadas. A abordagem deste artigo busca mitigar esses problemas, focando em desenvolvimento inclusivo e equitativo. Isso envolve melhor planejamento urbano, acessibilidade, e condições de trabalho seguras, visando a criação de ambientes urbanos mais justos e a proteção dos direitos dos trabalhadores.

Economicamente, embora a construção sustentável possa exigir um investimento inicial maior, ela oferece benefícios a longo prazo, como a redução nos custos de energia e manutenção, além de potenciais incentivos fiscais.

O triplice impacto da Construção Sustentável e Eficiência Energética foca em reduzir impactos ambientais, promover inclusão social e trazer benefícios econômicos. O objetivo é criar ambientes mais sustentáveis e justo para as gerações atuais e futuras.

6 Regulamentações e certificações

A regulamentação e as certificações desempenham um papel fundamental na promoção da Construção Sustentável e Eficiência Energética, fornecendo diretrizes claras, incentivos e padrões a serem seguidos. Essas medidas visam estabelecer um quadro normativo que orienta a indústria da construção civil na busca por práticas mais responsáveis e sustentáveis.

Essas regulamentações podem abranger uma variedade de áreas, desde a eficiência energética até a gestão responsável de resíduos de construção. Elas estabelecem critérios e padrões rigorosos para fomentar a adoção de tecnologias e práticas que reduzam o uso de energia, água e matérias primas em geral.

As certificações servem como um mecanismo de validação e reconhecimento das práticas sustentáveis na construção. Entre os sistemas de certificação amplamente reconhecidos internacionalmente está o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). No contexto brasileiro, o Selo AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma referência em sustentabilidade na construção civil. Também merecem destaque o Selo Casa Azul + CAIXA da Caixa Econômica Federal e o Selo Procel Edificações. Estas certificações nacionais e internacionais têm critérios específicos que abordam diversos aspectos, como eficiência energética, uso de materiais eco-friendly, gestão de resíduos e qualidade do ambiente interno [21].

Dentre essas certificações:

Selo AQUA: Este selo foca em uma construção sustentável e eficiente, avaliando critérios como o uso racional de recursos naturais, a eficiência energética e a qualidade ambiental interna.

Selo Casa Azul + CAIXA: Desenvolvido pela Caixa Econômica Federal, este selo considera um amplo espectro de critérios sustentáveis, incluindo eficiência energética, eficiência hídrica, qualidade ambiental, materiais sustentáveis e responsabilidade social.

Selo Procel Edificações: Este selo é direcionado para a eficiência energética e tem o objetivo de orientar o consumidor na hora da compra, indicando os edifícios que apresentam as melhores condições de conforto térmico, luminoso e acústico com o menor consumo de energia.

Ao cumprir os critérios dessas certificações, os empreendimentos podem alcançar diferentes níveis de reconhecimento, refletindo o grau de sustentabilidade atingido.

Além das certificações específicas, é importante ressaltar a relevância das normas técnicas. No Brasil, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) são fundamentais para definir padrões que guiam a indústria em direção à construção sustentável e eficiente. Normas que abordam desempenho térmico, qualidade do ar interior e consumo de água são exemplos de diretrizes que promovem a sustentabilidade na construção.

A combinação de regulamentações governamentais, certificações e normas técnicas cria um ambiente regulatório que promove a adoção de práticas sustentáveis na construção civil. Essas medidas não apenas ajudam a direcionar a indústria na direção certa, mas também fornecem informações e incentivos aos profissionais, incorporadoras e investidores para priorizarem a sustentabilidade e a eficiência energética em seus projetos e empreendimentos [22].

7 Desafios e barreiras da construção sustentável

Um dos principais desafios é a falta de visibilidade e conscientização sobre os benefícios da Construção Sustentável e Eficiência Energética. Muitas vezes, profissionais, clientes e consumidores não compreendem totalmente os impactos positivos dessas práticas, o que pode levar a uma relutância em adotá-las.

A adoção de práticas sustentáveis e tecnologias eficientes pode envolver custos iniciais mais altos. Embora esses custos muitas vezes sejam compensados ao longo do tempo

por meio de economias de energia e redução de custos operacionais, a barreira financeira inicial pode ser um obstáculo para muitos projetos.

A indústria da construção precisa de profissionais qualificados e capacitados para projetar, construir e operar edifícios sustentáveis e energeticamente eficientes. A falta de educação formal e treinamento específico nessas áreas pode dificultar a implementação dessas práticas.

A transição para práticas sustentáveis pode exigir uma mudança de paradigma cultural, tanto dentro das empresas quanto na sociedade em geral. Isso pode ser um desafio significativo, pois envolve a revisão de valores, comportamentos e mentalidades arraigadas.

8 Considerações Finais

Em conclusão, a sustentabilidade na construção civil e a busca pela eficiência energética estão redefinindo a maneira como projetamos, construímos e operamos edifícios. Diante dos desafios ambientais, sociais e econômicos que enfrentamos, é imperativo que a indústria da construção adote uma abordagem mais responsável e consciente.

A consciência crescente sobre o impacto negativo da construção convencional nos levou a repensar nossas práticas e a encontrar soluções inovadoras para construir de forma mais harmoniosa com o meio ambiente.

A construção de edifícios que reduzem o consumo de recursos naturais, minimizam as emissões de gases de efeito estufa e oferecem ambientes saudáveis e confortáveis para os ocupantes é essencial para a criação de cidades mais sustentáveis e resilientes.

Nesse cenário, a união de esforços de arquitetos, engenheiros, urbanistas, governos e sociedade é essencial para alcançar um desenvolvimento sustentável na construção civil. A construção de um ambiente construído mais equilibrado, responsável e resiliente é uma jornada que vale a pena trilhar, visando um futuro em que a harmonia entre o progresso

urbano e a preservação do planeta seja a marca registrada da indústria da construção.

Referências

- [1] UNEP. *Emissões do setor de construção civil atingiram recordes em 2012 - relatório da ONU*. 2020. Disponível em: www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/emissoes-do-setor-de-construcao-civil-atingiram. Acesso em 2023.
- [2] AUTODESK. *7 Things to Know About the Sustainable Future of Construction*. 2021. Disponível em: <https://constructionblog.autodesk.com/sustainable-future-of-construction/>. Acesso em xx mês. 2023.
- [3] WORLD ECONOMIC FORUM. *Why buildings are the foundation of an energy-efficient future*. 2021. Disponível em: Os edifícios são a base do nosso futuro energeticamente eficiente | Fórum Econômico Mundial (weforum.org). Acesso em 2023.
- [4] PACTOGLOBAL. *Entenda o significado da sigla ESG (Ambiental, Social e Governança) e saiba como inserir esses princípios no dia a dia de sua empresa*. 2023. Disponível em: www.pactoglobal.org.br/pg/esg. Acesso em 2023.
- [5] EXAME. *A importância das políticas de ESG no Valuation de empresas*. 2023. Disponível em: <https://exame.com/lideres-extraordinarios/esg-lideres-extraordinarios/a-importancia-das-politicas-de-esg-no-valuation-de-empresas/>. Acesso em 2023.
- [6] WEG. *5 sistemas construtivos inovadores que você precisa conhecer*. 2019. Disponível em: <https://www.weg.net/tomadas/blog/arquitetura/5-sistemas-construtivos-inovadores-que-voce-precisa-conhecer/>. Acesso em 2023.
- [7] NAKAMURA, Juliana. *O que é industrialização na construção e por que investir nisso?* 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-industrializacao-na-construcao-e-por-que-investir-nisso/#:~:text=O%20que%20é%20uma%20construção,canteiro%20prontos%20para%20serem%20montados>. Acesso em 2023.
- [8] BRASIL. *Meta Incentivo à Construção Industrializada*. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construcao-brasil/metas/incentivo-a-construcao-industrializada>. Acesso em 2023.
- [9] IBEC. *Entenda o que é BIM 20D e como é feita sua implementação em projetos*. 2021. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/entenda-o-que-e-bim-10d-e-como-e-feita-sua-implementacao-em-projetos/>. Acesso em 2023.
- [10] CREA MG. *Sustentabilidade e eficiência energética no ambiente construído*. 2009. Disponível em: <https://www.crea-mg.org.br/sites/default/files/2021-12/sustentabilidade-e-eficiencia-energetica-no-ambiente-construido.pdf>. Acesso em: 2023.
- [11] UGREEN. *Como reduzir a pegada de carbono na construção civil*. 2023. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/como-reduzir-a-pegada-de-carbono-na-construcao-civil/>. Acesso em 2023.
- [12] PORTAL DA INDÚSTRIA. *Eficiência Energética*. São Paulo. 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/eficiencia-energetica/>. Acesso em 2023.
- [13] GRUPO MB. *Como investir para atingir a eficiência energética na indústria*. 2023. Disponível em:

- <https://grupomb.ind.br/eficiencia-energetica/>. Acesso em 2023.
- [14] ARCH DAILY. *Edificações inteligentes: um conceito em evolução*. 2020. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/940653/edificacoes-inteligentes-um-conceito-em-evolucao>. Acesso em 2023.
- [15] INOVA CONCRETO. *Inspiração: 6 exemplos de construções sustentáveis*. 2018. Disponível em: <https://inovaconcreto.com.br/blog/construcoes-sustentaveis/>. Acesso em 2023.
- [16] SIENGE. *Internet das Coisas aplicada a construção civil*. 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/internet-das-coisas-iot-construcao-civil/>. Acesso em 2023.
- [17] GREEN BUILDING COUNCIL. *O que são edifícios energia zero e como viabilizá-los*. 2016. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/o-que-sao-edificios-energia-zero-e-como-viabiliza-los/>. Acesso em 2023.
- [18] LABEEE. *Edificações de Energia Quase Zero (NZEBs)*. 2023. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/linhas-de-pesquisa/edificacoes-de-energia-quase-zero>. Acesso em 2023.
- [19] PINHEIRO, Ana Paula Basile. *Cresce o número de edifícios energia zero no Brasil. Gestão de energia*. 2018. Disponível em: <https://www.engenhariaearquitectura.com.br/2018/08/cresce-o-numero-de-edificios-energia-zero-no-brasil>. Acesso em 2023.
- [20] ECYCLE. *Net Zero Energy Buildings: edifícios sustentáveis*. 2023. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/net-zero-energy-buildings/>. Acesso em: 2023.
- [21] UGREEN. *5 certificações ambientais para uma metodologia de projetos mais sustentáveis*. 2023. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/certificacoes-ambientais/>. Acesso em 2023.
- [22] SIENGE. *Indicadores de sustentabilidade que agregam à construção civil*. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/selos-de-sustentabilidade-agregando-valor-as-suas-obras/>. Acesso em 2023.