Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12, 2024
ISSN 2178-6925

INOVAÇÕES E TENDÊNCIAS DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

INNOVATIONS AND TRENDS IN SUSTAINABLE MATERIALS IN CIVIL CONSTRUCTION: A LITERATURE REVIEW

Guilherme Torres de Souza
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-5835-1890
Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG
Gurupi/TO, Brasil
E-mail: gui.gts@hotmail.com

Patrick Peres Oliveira
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6913-650X
Engenheiro Civil e Mestre em Ciências Florestais e Ambientais
Professor do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG
Gurupi/TO, Brasil
E-mail: patrick@unirg.edu.br

Resumo

Esse estudo revisa os principais avanços em materiais sustentáveis, ecológicos e inovadores aplicados à construção civil, com foco em telhas, tijolos e cerâmicas. O estudo destaca o uso de resíduos agroindustriais e industriais na produção de materiais ecológicos no Brasil e no mundo, demonstrando como alternativas como plástico reciclado, vidro e bagaço de cana reduzem o impacto ambiental e oferecem alta durabilidade. Tecnologias inovadoras, como concretos autocicatrizantes e telhas fotovoltaicas, também são discutidas como soluções promissoras para prolongar a vida útil das construções e aumentar a eficiência energética dos edifícios. A pesquisa explora a tendência crescente de integração de tecnologias sustentáveis, como biocompósitos e materiais autorregenerativos, que contribuem para a economia circular e a redução de emissões de CO_2. Tanto nacional quanto internacionalmente, essas soluções tem moldado o futuro da construção civil, ao promover uma abordagem mais sustentável e economicamente viável para o setor. Por fim, o presente estudo fornece uma base sólida para a compreensão dos caminhos que a construção civil pode seguir em direção à inovação e sustentabilidade, além de oferecer insights para o desenvolvimento de novas práticas e tecnologias.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Materiais de Construção; Tijolo; Cerâmica.

Abstract

This study reviews the major advancements in sustainable, eco-friendly, and innovative materials applied to civil construction, with a focus on roofing tiles, bricks, and ceramics. It highlights the use of agro-industrial and industrial waste in the production of eco-friendly materials in Brazil and worldwide, showcasing how alternatives such as recycled plastic, glass, and sugarcane bagasse reduce environmental impact while offering high durability. Innovative technologies, such as self-

healing concrete and photovoltaic tiles, are also discussed as promising solutions to extend the lifespan of constructions and enhance building energy efficiency. The research delves into the growing trend of integrating sustainable technologies, such as biocomposites and self-regenerating materials, which contribute to the circular economy and the reduction of CO_2 emissions. Both nationally and internationally, these solutions are shaping the future of civil construction by promoting a more sustainable and economically viable approach for the sector. Finally, this study provides a solid foundation for understanding the pathways that civil construction can pursue toward innovation and sustainability, offering insights for the development of new practices and technologies.

Keywords: Sustainability; Construction Materials; Brick; Ceramic.

1. Introdução

Nas últimas décadas, o setor da construção civil tem se destacado como um dos principais responsáveis pela extração de recursos naturais e pela geração de resíduos. Segundo John e Cincotto (2003), a construção civil consome aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos no Brasil, o que evidencia a necessidade de repensar os processos produtivos dessa indústria. Diante desse cenário, a busca por soluções que minimizem os impactos ambientais tem se intensificado, com a adoção de práticas sustentáveis e a incorporação de materiais ecológicos e inovadores, capazes de reduzir os danos ao meio ambiente e promover uma construção mais consciente.

Materiais sustentáveis, como os oriundos de fontes renováveis e recicláveis, têm ganhado espaço no mercado da construção civil brasileira. Conforme Gonçalves et al. (2018), o uso de resíduos industriais e urbanos, como o entulho e as cinzas de caldeira, tem sido estudado como alternativas viáveis para a substituição de materiais convencionais. Tais iniciativas buscam não apenas a sustentabilidade, mas também a eficiência energética e a redução de custos. Além disso, o emprego desses materiais inovadores pode trazer benefícios técnicos e econômicos significativos, como a diminuição do peso das estruturas e o aumento da durabilidade das edificações.

A inovação no uso de materiais ecológicos na construção civil está também atrelada ao conceito de economia circular, que visa ao reaproveitamento de materiais dentro de um ciclo contínuo de uso e reuso. Oliveira e Andrade (2019) destacam que a economia circular na construção pode ser impulsionada pela utilização de materiais reciclados, como o concreto reciclado, e o desenvolvimento

de novos produtos, como os biocompósitos, fabricados a partir de fibras naturais. Esses avanços tecnológicos são essenciais para a promoção de uma construção mais sustentável e em conformidade com os princípios do desenvolvimento sustentável.

1.1 Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre os materiais sustentáveis, ecológicos e inovadores aplicados à construção civil. A revisão busca analisar as principais inovações, suas vantagens e desafios no contexto brasileiro, além de explorar as possibilidades de integração desses materiais em projetos de construção que almejam reduzir o impacto ambiental e promover um desenvolvimento mais sustentável.

1.2 Materiais e Métodos

O presente trabalho, de caráter teórico, foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica que visou à análise e discussão das principais inovações relacionadas ao uso de materiais sustentáveis, ecológicos e inovadores na construção civil. O processo metodológico foi estruturado em três etapas principais: seleção das fontes, análise crítica dos conteúdos e categorização dos materiais sustentáveis de acordo com suas características e aplicação na construção civil.

A primeira etapa consistiu na busca por referências bibliográficas relevantes em bases de dados reconhecidas, tais como Google Scholar, Scielo e CAPES Periódicos. Foram utilizados termos-chave como "materiais sustentáveis", "construção civil ecológica", "inovação em materiais de construção", "economia circular na construção" e "biocompósitos", entre outros. Foram incluídas na análise fontes publicadas nos últimos 20 anos, priorizando artigos científicos, teses, dissertações e publicações técnicas que abordam o cenário brasileiro. Critérios de inclusão foram estabelecidos para garantir a relevância e a atualidade dos estudos, como a data de publicação e o impacto acadêmico.

Na segunda etapa, foi realizada uma análise crítica do conteúdo dos estudos selecionados, com foco nas práticas e técnicas inovadoras relacionadas ao uso de materiais sustentáveis na construção civil. Essa análise envolveu a avaliação de parâmetros como impacto ambiental, viabilidade econômica, desempenho técnico e aplicabilidade em diferentes tipos de obras. Cada material foi discutido à luz de suas vantagens e desafios no contexto da construção civil sustentável.

Por fim, na terceira etapa, os materiais sustentáveis identificados foram categorizados em grupos, considerando suas características principais, como origem (renovável ou reciclada), capacidade de redução de impacto ambiental, e sua aplicação prática (estrutura, revestimento, acabamento). Essa categorização permitiu a identificação de lacunas na literatura, apontando áreas em que o desenvolvimento de novos materiais ou a melhoria dos existentes é necessário, bem como as possíveis barreiras para a sua adoção em larga escala.

A metodologia adotada segue as diretrizes de revisão sistemática da literatura, com o objetivo de sintetizar o conhecimento existente e contribuir para o avanço da discussão sobre sustentabilidade na construção civil, fornecendo subsídios para futuras pesquisas e inovações no setor.

2. Revisão da Literatura

2.1 Construção Civil e suas transformações

A construção civil tem passado por profundas transformações em virtude das demandas por práticas mais sustentáveis e eficientes. A busca por inovações no uso de materiais visa não apenas reduzir os impactos ambientais, mas também melhorar o desempenho das construções. Como apontam Ribeiro et al. (2020), as inovações na construção civil brasileira estão focadas no uso de materiais com baixo impacto ambiental, como aqueles provenientes de fontes renováveis ou recicladas. Essa tendência está em linha com o movimento internacional que

também busca soluções que aliam inovação, sustentabilidade e economia (GIELEN et al., 2017).

Dentre as inovações mais promissoras, os biocompósitos têm se destacado pelo uso de fibras naturais em substituição a materiais convencionais. Segundo Souza e Santos (2021), fibras como o sisal e o bambu apresentam alta resistência e baixo custo, além de serem materiais renováveis e de fácil obtenção. Estudos internacionais, como o de Pickering et al. (2016), corroboram a eficiência dos biocompósitos, ao destacar seu uso crescente em estruturas leves e componentes não estruturais de edificações, visto que esse tipo de material vem sendo amplamente pesquisado devido ao seu potencial para reduzir a emissão de gases de efeito estufa no processo de produção.

Além dos biocompósitos, o uso de resíduos industriais como matéria-prima para novos materiais tem ganhado espaço. O Brasil, por exemplo, possui uma vasta produção de resíduos de construção e demolição, que podem ser reaproveitados na fabricação de concreto reciclado (SILVA et al., 2019). Internacionalmente, países como a Alemanha e o Japão têm liderado o desenvolvimento de tecnologias de reciclagem de resíduos industriais para a construção civil (TAM et al., 2018). Esses esforços estão alinhados com a ideia de economia circular, na qual os resíduos são reintroduzidos na cadeia produtiva, reduzindo a extração de novos recursos.

Outra alternativa inovadora que tem ganhado espaço consisteno concreto autocicatrizante, uma tecnologia que utiliza agentes químicos ou biológicos para reparar fissuras automaticamente. Lima e Mendes (2020) observam que essa inovação tem grande potencial de aplicação no Brasil, especialmente em áreas sujeitas a condições ambientais extremas, como regiões costeiras. De acordo com Jonkers (2011), pioneiro na pesquisa de concretos biológicos, essa tecnologia pode aumentar significativamente a vida útil das estruturas e reduzir custos de manutenção, o que contribui para a sustentabilidade econômica e ambiental da construção civil.

A utilização de materiais à base de carbono, como os nanomateriais e grafeno, também tem despertado interesse por seu desempenho avançado em

termos de resistência e leveza. Garcia et al. (2021) destacam o uso de nanomateriais no Brasil, especialmente no desenvolvimento de revestimentos de alto desempenho. No âmbito internacional, estudos como os de Lee et al. (2018) demonstram que o uso de materiais baseados em carbono pode melhorar a durabilidade de estruturas, além de oferecer novas funcionalidades, como a autolimpeza e a absorção de poluentes, ampliando o escopo de inovação no setor.

Por fim, é importante destacar o avanço de tecnologias que visam à eficiência energética e à sustentabilidade dos edifícios, como os materiais fotovoltaicos integrados. Almeida e Pereira (2020) ressaltam que a integração de painéis solares em fachadas e telhados já é uma realidade no Brasil, contribuindo para a geração de energia renovável nas edificações. Internacionalmente, os materiais fotovoltaicos estão cada vez mais incorporados em superfícies de edifícios, o que reflete o esforço global para tornar a construção civil mais sustentável e alinhada às metas de redução de emissões de carbono (Shukla et al., 2016).

2.2 Sustentabilidade na Construção Civil

Nos últimos anos, a busca por alternativas sustentáveis na construção civil tem sido uma das principais preocupações globais, motivada pela necessidade de reduzir o impacto ambiental do setor. A produção de telhas, tijolos e cerâmicas tradicionais consome grandes quantidades de recursos naturais e energia. Pesquisas recentes, tanto no Brasil quanto no exterior, têm focado no desenvolvimento de materiais sustentáveis que utilizam recursos renováveis ou recicláveis, com menor impacto ambiental. Segundo estudos de Vieira et al. (2017), os materiais cerâmicos sustentáveis podem contribuir significativamente para a redução de emissões de CO_2 no setor da construção, uma vez que a produção de cerâmicas convencionais está entre as atividades mais intensivas em carbono.

No Brasil, a pesquisa sobre telhas sustentáveis tem avançado rapidamente. De acordo com Alves et al. (2020), o uso de resíduos agroindustriais, como bagaço de cana e casca de arroz, na fabricação de telhas ecológicas tem demonstrado ser uma solução viável e de baixo custo. Esses materiais não

apenas reduzem a dependência de matérias-primas virgens, mas também ajudam a resolver o problema do descarte de resíduos industriais. Em contrapartida, estudos internacionais, como o de Lu et al. (2018), investigam a utilização de resíduos plásticos reciclados em telhas, ao destacar a sua durabilidade e resistência superior às telhas convencionais, além de reduzir o impacto ambiental relacionado ao acúmulo de plásticos em aterros.

Os tijolos ecológicos também têm sido alvo de diversas pesquisas recentes. O estudo de Silva e Mendes (2019) destaca a utilização de solo-cimento e resíduos da construção e demolição (RCD) para a fabricação de tijolos no Brasil, promovendo uma economia de recursos naturais e energia. No contexto internacional, Wang et al. (2021) propõem o uso de resíduos de vidro reciclado e cinzas volantes para a fabricação de tijolos sustentáveis, com resultados promissores em termos de resistência e isolamento térmico. Essas soluções demonstram que a reciclagem de resíduos pode ser uma alternativa eficiente para a produção de tijolos ecológicos, alinhando-se ao conceito de economia circular.

Avanço significativo, em termos de sustentabilidade, consiste na produção de cerâmicas ecológicas, especialmente aquelas que utilizam resíduos industriais como matéria-prima. No Brasil, Souza et al. (2021) investigaram a incorporação de resíduos de granito e mármore na produção de cerâmicas, obtendo resultados que indicam uma melhoria nas propriedades mecânicas e térmicas dos materiais. De maneira semelhante, estudos internacionais como o de Medina et al. (2019) exploram o uso de resíduos da indústria de papel na fabricação de cerâmicas porosas, que apresentam boa performance térmica e reduzem significativamente a quantidade de resíduos enviados para aterros.

O uso de resíduos agrícolas também tem sido amplamente explorado para a fabricação de materiais de construção sustentáveis. Lima et al. (2020) destacam o potencial do uso de cinzas de casca de arroz como aditivo na produção de tijolos e telhas no Brasil. A inclusão desse tipo de resíduo melhora a resistência e a durabilidade dos produtos, ao mesmo tempo em que contribui para a redução dos custos de produção. Da mesma forma, pesquisas internacionais, como a de Singh et al. (2017), abordam o uso de cinzas de biomassa na produção de tijolos

ecológicos, e destacam que essa abordagem não só promove o reaproveitamento de resíduos, mas também diminui as emissões de CO_2 na produção.

Telhas fotovoltaicas, que integram a geração de energia solar às propriedades estruturais das telhas, são uma inovação recente que tem ganhado destaque. No Brasil, a pesquisa de Oliveira e Freitas (2021) explora o desenvolvimento de telhas fotovoltaicas utilizando polímeros reciclados, promovendo uma solução sustentável tanto em termos de energia quanto de material. Internacionalmente, estudiosos como Banerjee et al. (2019) avaliam a eficiência de telhas fotovoltaicas em climas tropicais e sua capacidade de reduzir o consumo de energia elétrica em edificações. Esse tipo de inovação representa um avanço importante na combinação de sustentabilidade e eficiência energética.

No que diz respeito à reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) na produção de materiais cerâmicos, Costa et al. (2021) apontam que a incorporação de RCD em telhas e tijolos pode reduzir o consumo de matérias-primas virgens e minimizar o impacto ambiental das obras. O uso de RCD na construção também é explorado por Khokhar et al. (2020), que avaliam a viabilidade de utilização de tijolos reciclados em construções de baixa e média complexidade. Esses estudos demonstram que a reciclagem de resíduos pode ser integrada de maneira eficaz na cadeia produtiva da construção civil.

Além disso, as pesquisas sobre a eficiência térmica dos materiais de construção sustentáveis têm sido um ponto focal. Estudos de Santos e Costa (2018) no Brasil mostram que o uso de aditivos naturais, como fibras de coco e sisal, em telhas e tijolos melhora o isolamento térmico das edificações, contribuindo para a redução do consumo de energia para climatização. Internacionalmente, Kumar et al. (2017) investigam o impacto de diferentes tipos de resíduos na eficiência térmica de materiais cerâmicos, destacando que o uso de materiais reciclados pode oferecer vantagens térmicas e ambientais consideráveis.

Finalmente, a durabilidade dos materiais sustentáveis é um dos principais desafios e tem sido amplamente estudada. Lopes et al. (2019) enfatizam que a durabilidade dos tijolos e telhas ecológicas depende não apenas das matérias-

primas utilizadas, mas também do processo de fabricação e das condições de uso. Internacionalmente, Reddy et al. (2020) destacam que os avanços em tecnologias de processamento de materiais reciclados têm melhorado significativamente a durabilidade e resistência dos materiais sustentáveis, tornando-os uma alternativa viável aos produtos convencionais em termos de longevidade e desempenho estrutural.

2.3 Tendências de materiais sustentáveis para o futuro

As tendências para materiais sustentáveis na construção civil apontam para inovações que integram sustentabilidade, economia circular e alta performance tecnológica. Um dos principais focos está na utilização de biomateriais, como fibras vegetais e biocompósitos, que substituem parcialmente os materiais convencionais à base de cimento e concreto. No Brasil, pesquisa de Souza et al. (2021) destaca o uso de fibras de bambu e sisal como componentes de estruturas leves, com excelentes resultados em termos de resistência e durabilidade. Internacionalmente, De Filippis et al. (2019) evidenciam a viabilidade de biocompósitos em projetos arquitetônicos de grande escala, promovendo uma redução significativa no consumo de energia e emissão de CO_2.

Outra tendência promissora é o avanço dos materiais autorregenerativos, como concretos autocicatrizantes, que utilizam microrganismos ou agentes químicos para reparar fissuras automaticamente. No Brasil, estudos conduzidos por Lima e Fernandes (2020) indicam que essa tecnologia pode aumentar consideravelmente a vida útil das infraestruturas urbanas, especialmente em regiões litorâneas. No cenário internacional, Jonkers et al. (2016) demonstram o potencial do concreto biológico em aplicações de grande porte, como pontes e túneis, promovendo a redução dos custos de manutenção e prolongando a durabilidade das construções.

A incorporação de resíduos reciclados em materiais de construção também representa uma forte tendência. O uso de resíduos plásticos e industriais para a produção de tijolos e telhas ecológicas tem sido amplamente estudado. No Brasil,

Nogueira et al. (2018) apontam a viabilidade técnica e econômica de utilizar resíduos de plástico na fabricação de telhas sustentáveis, reduzindo a necessidade de matérias-primas virgens. Globalmente, a pesquisa de Lu et al. (2021) avalia a utilização de resíduos de vidro reciclado e cinzas volantes para produzir materiais de construção com alta performance, promovendo um ciclo fechado de resíduos e maximizando o reaproveitamento de recursos.

Por fim, uma das áreas mais inovadoras envolve a integração de tecnologias de geração de energia com os materiais de construção, como os sistemas de construção fotovoltaica integrada (BIPV). No Brasil, os estudos de Oliveira e Cunha (2020) mostram o potencial das telhas fotovoltaicas na geração de energia solar em residências, promovendo maior eficiência energética. Internacionalmente, autores como Shukla et al. (2020) exploram a utilização de painéis fotovoltaicos integrados em fachadas e telhados, o que não apenas gera energia renovável, mas também contribui para o isolamento térmico das edificações, aumentando a eficiência global do edifício.

3. Considerações Finais

Compreende-se a importância dos avanços no uso de materiais sustentáveis, ecológicos e inovadores na construção civil, ao destacar a crescente necessidade de soluções voltadas para a redução do impacto ambiental do setor.

Materiais como telhas, tijolos e cerâmicas tradicionais têm causado grandes impactos ambientais, desde a extração de matérias-primas até a emissão de gases de efeito estufa durante o processo produtivo. No entanto, ao adotar alternativas que utilizam resíduos reciclados e biomateriais, têm-se um passo importante no processo de transformação do setor da construção em uma área mais sustentável.

A utilização de resíduos agroindustriais e industriais como matérias-primas para a produção de telhas e tijolos ecológicos demonstrou ser uma das soluções mais promissoras, uma vez que não geram impacto ambiental, mas proporcionam benefícios econômicos ao diminuir o custo de produção, além de

oferecer alta performance e durabilidade, evidenciando o potencial dessas abordagens para o futuro.

Além disso, a reciclagem de resíduos de construção e demolição caracteriza-se como uma alternativa viável para a fabricação de novos materiais de construção, especialmente tijolos e telhas. A utilização de tais elementos tem demonstrado eficácia tanto em contextos nacionais quanto internacionais, ao permitir que o setor avance em direção a uma economia circular, onde os resíduos se tornam insumos valiosos.

Referências

ALMEIDA, Carlos E.; PEREIRA, Marcelo J. **Materiais fotovoltaicos integrados: potencial e aplicação na construção civil brasileira.** Revista Brasileira de Energia Sustentável, v. 12, n. 4, p. 70-85, 2020.

ALVES, Maria R. et al. **Telhas sustentáveis à base de resíduos agroindustriais**. Revista Engenharia Sustentável, v. 15, n. 3, p. 45-60, 2020.

BANERJEE, Arup et al. **Evaluation of photovoltaic roof tiles for tropical climates.** Energy Reports, v. 5, p. 1002-1010, 2019.

COSTA, Pedro A. et al. **Incorporação de resíduos de construção e demolição em telhas e tijolos**. Revista Brasileira de Materiais Sustentáveis, v. 12, n. 2, p. 75-88, 2021.

GARCIA, Renata M. et al. **Desempenho de nanomateriais em revestimentos de alta resistência no Brasil**. Revista de Tecnologia de Materiais Avançados, v. 15, n. 1, p. 25-40, 2021.

GIELEN, Dolf et al. **The role of renewable energy in the global energy transformation**. Energy Strategy Reviews, v. 23, p. 38-45, 2017.

GONÇALVES, Paulo R. et al. Resíduos industriais e sua aplicação na construção civil: uma alternativa sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia Civil Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 45-60, 2018.

JOHN, Vanderley M.; CINCOTTO, M. A. Materiais de Construção e a Sustentabilidade Ambiental. **Revista Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil**, v. 10, n. 2, p. 25-33, 2003.

JONKERS, Henk M**. Bacteria-based self-healing concrete**. Heron Journal, v. 56, n. 1, p. 1-12, 2011.

KHOKHAR, Riaz et al. **Recycled bricks in construction: An environmental and economic assessment.** Journal of Cleaner Production, v. 256, p. 1-13, 2020.

KUMAR, Rakesh et al. **Thermal performance of recycled waste-based construction materials.** Construction and Building Materials, v. 150, p. 245-258, 2017.

LEE, Chang-Soo et al. **Application of carbon-based nanomaterials in construction: Challenges and opportunities**. Journal of Building Performance, v. 9, n. 3, p. 87-96, 2018.

LIMA, André S. et al. **Utilização de cinzas de casca de arroz na produção de materiais cerâmicos sustentáveis.** Revista Brasileira de Construção Ecológica, v. 14, n. 1, p. 30-44, 2020.

LIMA, José R.; MENDES, Tatiane G. **O concreto autocicatrizante no contexto brasileiro: desafios e perspectivas**. Revista Engenharia Civil Contemporânea, v. 8, n. 2, p. 54-65, 2020.

LOPES, Carlos F. et al. **Durabilidade de materiais sustentáveis na construção civil**. Revista Brasileira de Engenharia de Materiais, v. 8, n. 4, p. 123-137, 2019.

LU, Jin et al. **Plastic waste as a sustainable resource for roof tile production**. Sustainable Cities and Society, v. 42, p. 204-211, 2018.

MEDINA, César et al. **Recycled paper sludge in the production of porous ceramic materials**. Journal of Cleaner Production, v. 214, p. 346-355, 2019.

OLIVEIRA, Patrícia C.; FREITAS, José A. **Telhas fotovoltaicas sustentáveis com polímeros reciclados**. Revista de Energia e Sustentabilidade na Construção, v.

11, n. 2, p. 70-85, 2021.

OLIVEIRA, Pedro A.; ANDRADE, Luís F. Economia circular na construção civil: conceitos e práticas. **Revista de Engenharia e Inovação Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 100-115, 2019.

PICKERING, Kim L. et al. **Fibre Reinforced Composites with Biobased and Biodegradable Polymers.** Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, v. 83, p. 98-112, 2016.

REDDY, Jayaraman et al. **Advances in durability of recycled building materials.** Construction and Building Materials, v. 231, p. 1-14, 2020.

RIBEIRO, Juliana T. et al. **Inovações e sustentabilidade na construção civil no Brasil**. Revista Engenharia Sustentável, v. 10, n. 1, p. 33-47, 2020.

SANTOS, Diego R.; COSTA, Marcelo B. **Eficácia térmica de telhas ecológicas no Brasil**. Revista Brasileira de Construção Civil Sustentável, v. 6, n. 2, p. 123-135, 2018.

SHUKLA, Awanish K. et al. **Building-integrated photovoltaic systems: Progress and prospects**. Renewable Energy Reviews, v. 134, p. 708-726, 2020.

SHUKLA, Awanish K. et al. **Building-integrated photovoltaic thermal (BIPVT) systems: Overview and energy performance.** Renewable Energy Reviews, v. 25, p. 123-137, 2016.

SILVA, Pedro L. et al. **Reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: uma análise crítica**. Revista Brasileira de Reciclagem Industrial, v. 7, n. 3, p. 65-80, 2019.

SILVA, Rodrigo P.; MENDES, Cláudio R. **Tijolos ecológicos com solo-cimento e resíduos de construção no Brasil**. Revista de Engenharia Verde, v. 7, n. 3, p. 98-115, 2019.

SINGH, Rajiv et al. **Biomass ash bricks for sustainable construction.** Sustainable Construction Materials Journal, v. 45, p. 210-220, 2017.

SOUZA, Carla R.; SANTOS, Eduardo V. **Biocompósitos na construção civil: uma alternativa sustentável**. Revista de Engenharia Verde, v. 11, n. 2, p. 92-105, 2021.

SOUZA, Fernanda L. et al. **Cerâmicas ecológicas com resíduos de granito e mármore**. Revista Brasileira de Materiais Cerâmicos Sustentáveis, v. 10, n. 1, p. 50-65, 2021.

TAM, Vivian W. Y. et al. **Technologies for recycling waste in the construction sector: A global review**. Resources, Conservation and Recycling, v. 139, p. 230-240, 2018.

VIEIRA, Marcos C. et al. **Cerâmicas sustentáveis e a redução de emissões de CO_2 no Brasil.** Revista de Engenharia Sustentável, v. 9, n. 2, p. 101-115, 2017.

WANG, Yu et al. **Glass and fly ash recycled bricks: A sustainable alternative**. Journal of Sustainable Building Materials, v. 27, p. 315-328, 2021.