

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL NA BIOCONSTRUÇÃO: INTEGRAÇÃO SUSTENTÁVEL PARA RESIDÊNCIAS URBANAS

ENERGY EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL COMFORT IN BIOCONSTRUCTION:
SUSTAINABLE INTEGRATION FOR URBAN RESIDENCES

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONFORT AMBIENTAL EN LA BIOCONSTRUCCIÓN:
INTEGRACIÓN SOSTENIBLE PARA RESIDENCIAS URBANAS

Luis Eduardo Queiroz de Freitas¹

Erika Alezard Ostermann²

Philippe do Prado Santos³

RESUMO: Esse A bioconstrução é apresentada como alternativa sustentável à construção convencional, utilizando materiais de baixo impacto e design bioclimático para reduzir danos ambientais e promover conforto. O objetivo deste estudo é analisar soluções sustentáveis para residências urbanas que favoreçam a eficiência energética e o conforto ambiental, considerando aspectos técnicos, ambientais e sociais. A metodologia adotada baseia-se em uma abordagem bibliográfica e qualitativa, fundamentada na análise crítica de livros, artigos e normas técnicas, com o intuito de identificar práticas que contribuam para a redução de impactos ambientais e para o melhor desempenho habitacional. Os resultados evidenciam que a bioconstrução integra princípios da permacultura, uso de materiais locais e de baixo impacto, como terra, bambu, madeira plástica e pneus reutilizados, aliados ao design bioclimático para otimizar ventilação, iluminação e isolamento térmico. Também se destacam técnicas como taipa de pilão, adobe e pau a pique, que favorecem o desempenho térmico, reduzem a demanda energética e valorizam saberes tradicionais. Entretanto, persistem barreiras relacionadas à ausência de padronização, de incentivos e de qualificação profissional, além de preconceitos culturais. Conclui-se que a adoção da bioconstrução em áreas urbanas exige políticas públicas inclusivas, valorização de técnicas ecológicas e mudanças culturais, promovendo cidades mais sustentáveis e habitáveis.

592

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção. Permacultura. Arquitetura. Cultura.

¹Discente de Arquitetura e Urbanismo na Faculdade Independente do Nordeste – FAINOR.

²Mestra em Arquitetura e Urbanismo na área de restauro pela Universidade Federal da Bahia, Arquiteta pela Universidade Simón Bolívar, Caracas - Venezuela. Especialista em Língua espanhola e Tradução - português-espanhol, espanhol-português. Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Independente do Nordeste FAINOR.

³ MBA em Gestão de Obras na Construção Civil pela AVM Faculdade Integrada (2016). Bacharel em Engenharia Civil (2014) e bacharel em Administração (2015) pela Faculdade de Tecnologia e Ciências - FTC de Vitória da Conquista. Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade Independente do Nordeste (FAINOR - 2017). Licenciado em Pedagogia pela Faculdade UniBF (2023). Docente do curso de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil na Faculdade Independente do Nordeste.

ABSTRACT: Bioconstruction is presented as a sustainable alternative to conventional construction, using low-impact materials and bioclimatic design to reduce environmental damage and promote comfort. The objective of this study is to analyze sustainable solutions for urban housing that enhance energy efficiency and environmental comfort, considering technical, environmental, and social aspects. The adopted methodology is based on a bibliographic and qualitative approach, supported by critical analysis of books, articles, and technical standards, aiming to identify practices that contribute to reducing environmental impacts and improving housing performance. The results show that bioconstruction integrates principles of permaculture, the use of local and low-impact materials such as earth, bamboo, plastic wood, and reused tires, combined with bioclimatic design to optimize ventilation, lighting, and thermal insulation. Techniques such as rammed earth, adobe, and wattle and daub also stand out, as they improve thermal performance, reduce energy demand, and value traditional knowledge. However, barriers remain regarding the lack of standardization, incentives, and professional training, in addition to cultural prejudices. It is concluded that the adoption of bioconstruction in urban areas requires inclusive public policies, appreciation of ecological techniques, and cultural change, promoting more sustainable and habitable cities.

Keywords: Sustainability. Construction. Permaculture. Architecture. Culture.

RESUMEN: La bioconstrucción se presenta como una alternativa sostenible a la construcción convencional, utilizando materiales de bajo impacto y diseño bioclimático para reducir los daños ambientales y promover el confort. El objetivo de este estudio es analizar soluciones sostenibles para viviendas urbanas que favorezcan la eficiencia energética y el confort ambiental, considerando aspectos técnicos, ambientales y sociales. La metodología adoptada se basa en un enfoque bibliográfico y cualitativo, sustentado en el análisis crítico de libros, artículos y normas técnicas, con el propósito de identificar prácticas que contribuyan a la reducción de impactos ambientales y a un mejor desempeño habitacional. Los resultados muestran que la bioconstrucción integra principios de la permacultura, el uso de materiales locales y de bajo impacto, como tierra, bambú, madera plástica y neumáticos reutilizados, junto con el diseño bioclimático para optimizar la ventilación, la iluminación y el aislamiento térmico. También se destacan técnicas como el tapial, el adobe y el bahareque, que mejoran el desempeño térmico, reducen la demanda energética y valorizan los saberes tradicionales. Sin embargo, persisten barreras relacionadas con la falta de estandarización, de incentivos y de capacitación profesional, además de prejuicios culturales. Se concluye que la adopción de la bioconstrucción en áreas urbanas requiere políticas públicas inclusivas, valorización de técnicas ecológicas y cambios culturales, promoviendo ciudades más sostenibles y habitables.

593

Palabras clave: Sostenibilidad. Construcción. Permacultura. Arquitectura. Cultura.

INTRODUÇÃO

A construção civil representa um dos principais desafios ambientais da atualidade, sendo responsável por um alto consumo de matéria-prima e pela produção de resíduos. Segundo Agopyan (2013), o setor consome entre 40% e 70% das matérias-primas naturais acessíveis no planeta, além de contribuir significativamente na liberação de substâncias poluentes. O Relatório de Status Global de (2019) aponta que em 2018, o setor de edificações e construção respondeu por cerca de 36% do consumo total de energia no mundo e por 39% das emissões de dióxido de carbono (CO₂) relacionadas ao uso de energia e aos processos produtivos. Esse

cenário evidencia a urgência de revisar as práticas construtivas, buscando alternativas mais sustentáveis.

De acordo com Oliveira (2022), a bioconstrução consiste no desenvolvimento de espaços que venha atender às demandas de moradia ou trabalho sem causar impactos ambientais significativos. Em complemento, Prestes Oliveira, Kapp e Lombardi (2022) ressalta tratar-se de um método sustentável que possibilita o uso de materiais recicláveis na construção civil, reduzindo consequentemente os danos ambientais gerados pelos métodos convencionais. Esse processo ocorre por meio da conversão de materiais naturais e reciclados em matéria-prima para edificações residenciais, promovendo uma construção mais ecológica e economicamente viável.

Segundo Nunes (2022), essa técnica construtiva sustentável surge como uma opção eficaz para habitações populares, pois possibilita a redução de custos enquanto também melhora o conforto térmico e a durabilidade das construções. Contudo, a bioconstrução ainda enfrenta limitações devido à ausência de padronização, aprimoramento técnico e especialização dos profissionais, o que torna difícil sua ampla adoção. Além disso, Nina e Eires (2022) apontam que a construção em terra continua sendo alvo de preconceito, principalmente pela perda do saber tradicional sobre essa técnica. O cenário ocorre porque muitas pessoas associam esse método construtivo a edificações de baixa qualidade.

594

Conforme Obata e Ghattas (2012), ações voltadas para a conscientização, pesquisa e investimento são essenciais para disseminar o conhecimento e promover alternativas sustentáveis na construção civil. Iniciativas assim não devem se restringir apenas às áreas rurais, mas também alcançar os centros urbanos, garantindo maior impacto. Além disso, Nunes (2022) destaca que a bioconstrução tem potencial para colaborar na criação de diretrizes voltadas a políticas públicas habitacionais. Dessa forma, torna-se possível desenvolver cidades mais acessíveis, sustentáveis e equilibradas, em termos de moradia e infraestrutura, beneficiando o bem-estar da população.

Entre 2010 e 2016, o setor da construção civil foi responsável por uma parcela significativa das emissões globais de CO₂, totalizando cerca de 76 gigatoneladas, conforme dados da ONU Meio Ambiente (2017). A adoção de práticas de bioconstrução, segundo Oliveira, Kapp e Lombardi (2022), contribui para a preservação ambiental, ao mesmo tempo em que proporciona melhor desempenho térmico e acústico as edificações, e reduz expressivamente o desperdício de recursos. Schulte (2020) acrescenta que os métodos bioconstrutivos podem ampliar o acesso

à moradia de qualidade, minimizando os impactos ambientais causados pelos sistemas construtivos tradicionais.

A construção civil desempenha um papel central no avanço das sociedades, sendo responsável pela criação de infraestruturas essenciais como edificações, sistemas viários e redes de serviços, o que a torna um motor importante para o desenvolvimento econômico global (Schulte, 2020). Apesar disso, a bioconstrução ainda enfrenta desafios significativos para sua adoção mais ampla, entre eles a carência de incentivos financeiros e a inexistência de normas regulatórias específicas. De acordo com Oliveira (2022), o setor ainda carece de uma rede varejista estruturada que facilite o acesso a materiais como bambu, madeira e terra crua, fundamentais para esse tipo de construção.

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar soluções sustentáveis para residências urbanas, buscando promover eficiência energética e conforto ambiental na bioconstrução. Além disso, busca-se analisar a importância do uso da bioconstrução em residências urbanas; explorar os princípios da bioconstrução e suas contribuições para a eficiência energética e o conforto ambiental em edificações; identificar materiais e técnicas construtivas sustentáveis que possam ser aplicadas em residências urbanas, priorizando o desempenho térmico e energético; avaliar a eficiência energética da bioconstrução, considerando fatores como isolamento térmico, ventilação natural e uso de energias renováveis e por fim, analisar possíveis barreiras da bioconstrução no contexto urbano.

595

O presente estudo visa responder à pergunta: Como a bioconstrução pode auxiliar na melhoria da eficiência energética e o conforto ambiental em residências urbanas, promovendo soluções sustentáveis que reduzam impactos ambientais?

MÉTODOS

O percurso metodológico deste estudo parte de uma pesquisa bibliográfica, qualitativa para entender como a bioconstrução pode favorecer a eficiência no uso de energia e o conforto ambiental em residências urbanas. As estratégias sustentáveis mais relevantes no processo construtivo são consideradas a partir da análise de livros, artigos científicos, dissertações e padrões técnicos. Uma abordagem qualitativa permite interpretar dados coletados e destacar soluções que minimizam a demanda energética e promovam um ambiente termicamente confortável. Portanto, a pesquisa procura integrar uma estrutura teórica que demonstra os

benefícios das estruturas orgânicas como alternativas sustentáveis às edificações para benefícios sociais.

O estudo bibliográfico consiste em um método organizado que se baseia na análise de materiais já publicados, incluindo livros, revistas, jornais e fontes eletrônicas, de forma que esse material seja acessível ao público em geral (Sousa; Oliveira; Alves, 2021). Segundo Pizzani *et al.* (2012), as fontes primárias são responsáveis por apresentar trabalhos originais que contêm conhecimento inédito, sendo publicados pela primeira vez pelos próprios autores. Portanto Severino (2007) afirma que a documentação desse tipo de pesquisa deve ser realizada progressivamente, conforme ao acesso que tem às fontes e informações relevantes, seja por meio de livros ou informes sobre os mesmos.

Depois de selecionar os materiais, foi realizado uma análise crítica e comparativa das informações, com o objetivo de identificar pontos de concordância e divergência nas opiniões dos autores. Segundo Sousa e Santos (2020), a pesquisa qualitativa se destaca entre as diversas abordagens de estudo, pois permite a compreensão das subjetividades humanas e das complexas relações sociais estabelecidas na sociedade. Koller *et al.* (2014) destaca a construção de um panorama mais coeso e significativo, ao reunir diversas perspectivas e evidências, favorecendo a formulação de novas interpretações e *insights* sobre o objeto de estudo.

596

A partir da análise das fontes levantadas, foi elaborado um referencial teórico estruturado, organizando os conceitos fundamentais da pesquisa e destacando lacunas e oportunidades para futuras investigações sobre o tema. Segundo Azevedo (2016), a construção do embasamento teórico deve considerar os objetivos da pesquisa, priorizando os aspectos que foram analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bioconstrução tem ganhado destaque como uma alternativa viável e sustentável à construção convencional, especialmente diante dos desafios ambientais e sociais contemporâneos. Este referencial teórico se propõe a explorar os principais fundamentos da bioconstrução, com foco na eficiência energética e no conforto ambiental, aplicados especialmente em residências urbanas.

Inicialmente, são apresentados os princípios da bioconstrução. Em seguida, no próximo tópico, foram destacados seus conceitos fundamentais e a relevância dessa técnica para a promoção de práticas sustentáveis na construção civil. Posteriormente, são abordados os

materiais e técnicas construtivas sustentáveis, analisando como métodos ecológicos ajudam a melhorar o rendimento térmico e energético das edificações. O quarto tópico aborda a eficiência energética na bioconstrução, explorando estratégias como isolamento térmico, ventilação natural e a aplicação de fontes de energia limpa como soluções que reduzem o consumo energético e elevam o conforto ambiental. E por fim, são discutidas as barreiras geradas pelo estigma em relação a essa técnica construtiva.

BIOCONSTRUÇÃO ALIADA À RESIDÊNCIAS URBANAS

A garantia da moradia, bem como o direito à cidade e aos serviços urbanos, são essenciais para a promoção da dignidade humana. Ter uma habitação adequada é parte fundamental para assegurar uma vida com condições mínimas de bem-estar. Embora o conceito de moradia digna possa variar conforme o contexto, ele é indispensável para a qualidade de vida das pessoas (Ramos, 2011). De acordo com Pinheiro (2020), a arquitetura contemporânea, além de reproduzir padrões sociais que deixam parte da população de fora e reforçam a lógica do capitalismo atual, ainda contribui significativamente para a geração de resíduos, afastando-se dos princípios de sustentabilidade, os quais são essenciais para promover transformações sociais e assegurar o futuro do planeta.

597

A Constituição Federal do Brasil, por meio do Artigo 225, estabelece garantias direcionadas à conservação ambiental ao declarar que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” Portanto, enfatiza a relevância da proteção sustentável dos ecossistemas como um direito garantido a todos.

A Constituição Brasileira estabelece que todos os indivíduos têm o direito a viver em um ambiente ecologicamente equilibrado, cabendo ao Estado implementar ações que promovam o desenvolvimento sustentável. No entanto, muitas das moradias construídas atualmente não seguem diretrizes sustentáveis. Isso ocorre, principalmente, pelo uso de insumos não renováveis, o que compromete a gestão responsável dos recursos naturais e coloca em risco a conservação ambiental para as futuras gerações (Schulte, 2020).

Embora o Brasil já possua algumas ações governamentais voltadas à habitação, é essencial que sua execução seja mais eficaz, a fim de ampliar as oportunidades de acesso sustentável e democrático às moradias e às estruturas urbanas pela população. Para alcançar esse

objetivo, torna-se necessário pensar em soluções construtivas que estejam alinhadas com essas diretrizes, que utilizem tecnologias acessíveis, favoreçam a inclusão social e considerem o uso de materiais disponíveis a custos viáveis, promovendo, assim, uma construção mais justa e ambientalmente responsável (Nunes, 2021).

O design social, ao adotar uma postura crítica e sustentável, oferece um caminho para romper com o sistema presente na arquitetura tradicional e ao não rever suas práticas, pouco contribui para as questões sociais e para a qualidade de vida no planeta. É necessário repensar a forma de ver o mundo, a linguagem, os critérios estéticos e a lógica projetual e construtiva, buscando capacitar as populações e promover sua independência em relação ao sistema (Pinheiro 2020). Segundo Schulte (2020), essa postura sustentável pode ajudar a orientar programas habitacionais de políticas públicas com o objetivo de tornar os centros urbanos mais inclusivos no direito à moradia, assim como infraestrutura. Além disso, a bioconstrução incentiva a participação comunitária, fortalecendo o vínculo dos moradores com suas casas, permitindo-os agir nas decisões, construção e personalização do ambiente.

A bioconstrução sugere que as soluções construtivas adotadas em cada local precisem estar integradas ao contexto ambiental, respeitando suas características naturais e utilizando, preferencialmente, materiais regionais, o que reduz os danos ambientais provocados pelo transporte. Essas práticas são reconhecidas pela ONU como exemplos positivos para a promoção do desenvolvimento sustentável e, além disso, essa atitude sustentável se destaca por ser ecologicamente responsável, empregando recursos reaproveitados, resíduos ou materiais locais abundantes, buscando assim criar um ciclo fechado de consumo de materiais (Schulte, 2020).

PRINCÍPIOS DA BIOCONSTRUÇÃO E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

A bioconstrução é compreendida como uma abordagem que reúne saberes de diferentes áreas e leva em conta os impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida de uma edificação. Com origem nos princípios da permacultura, essa prática busca desenvolver ambientes sustentáveis por meio do uso de materiais de baixo impacto, da adaptação arquitetônica às condições climáticas locais e da gestão eficiente dos resíduos gerados (Amaro, 2017). Assim, a proposta central da bioconstrução é encontrar soluções que minimizem os danos

causados pela construção civil ao meio ambiente, promovendo uma relação mais harmônica entre o ser humano e a natureza.

A prática sustentável de bioconstruir é entendida como uma metodologia, pois seus princípios norteadores determinam as técnicas específicas adequadas a cada caso. O modelo adotado une tecnologias do presente com soluções tradicionais, garantindo uma construção que respeita os recursos naturais, melhora a eficiência energética e favorece o conforto térmico, sem necessariamente seguir estéticas rústicas. O design bioclimático tem um papel fundamental, orientando a escolha dos materiais e a organização espacial com o objetivo de aproveitar os recursos naturais locais, como ventos e incidência solar (Mauricio, 2017).

Os materiais utilizados na bioconstrução podem ser tanto naturais quanto industrializados, desde que a seleção considere seu impacto ecológico e sua durabilidade ambiental. A terra, por exemplo, é o elemento construtivo mais comum no mundo e está presente em mais da metade das edificações ao redor do planeta. Durante seu uso, exige apenas 1% da energia necessária para uma construção em concreto armado, além de ser um recurso que não causa poluição (Minke, 2006 apud Amaro, 2017). A adoção de materiais locais e técnicas que minimizem o uso excessivo de transporte e de processos de transformação também se configura como um fator essencial para garantir uma construção mais eficiente e sustentável (Mauricio, 2017).

599

A bioconstrução também se preocupa com o ciclo da água e com a eficiência energética. Estratégias como o reuso de água e a captação da água da chuva são essenciais para garantir um consumo consciente. A reutilização das chamadas águas cinzas, por exemplo, auxilia na preservação dos recursos hídricos. Ademais, a arquitetura bioclimática prevê soluções como ventilação cruzada, sombreamento adequado e aproveitamento da iluminação natural para reduzir a dependência de sistemas artificiais de climatização e iluminação (Mauricio, 2017).

Outro ponto essencial está no tratamento e aproveitamento dos resíduos. O princípio de reduzir, reutilizar e reciclar é fundamental na bioconstrução, dado que a indústria da construção civil é uma das maiores geradoras de resíduos no mundo. A reutilização de materiais minimiza a demanda por novos insumos, enquanto a reciclagem pode evitar desperdícios, desde que realizada de forma eficiente e sem contaminação ambiental (Ghattas; Obata, 2012). Ademais, a escolha dos materiais também deve considerar a saúde dos usuários. Muitos produtos convencionais contêm substâncias tóxicas, como tintas industrializadas, cujo processo de fabricação é altamente poluente (Mauricio, 2017).

Com o objetivo de proporcionar melhor qualidade de vida por meio de novas posturas, um dos questionamentos sobre o futuro da humanidade gira em torno da eficiência no uso da energia, considerando que a maior parte da energia mundial provém de fontes não renováveis, tais como o petróleo e seus subprodutos. A utilização indiscriminada desses materiais resulta em vários problemas, incluindo as mudanças climáticas, poluição e a extinção desses recursos que foram formados há milhares de anos. A construção de espaços sustentáveis, através do uso de materiais com menor impacto ecológico, adaptação da arquitetura às condições climáticas e gerenciamento de resíduos são medidas que favorecem a sustentabilidade (Matos, 2022).

Planejar com foco na eficiência energética implica maximizar o uso das oportunidades locais, como a iluminação natural, através da colocação correta de portas, janelas e demais elementos que possibilitam a entrada de luz solar ao longo do dia. Ou ainda, o fluxo de ar através dos ventos, que pode ser intensificado posicionando janelas ou outras aberturas de acordo com o vento predominante. Outro fator crucial para a eficiência energética é a posição adequada da construção em relação à luz solar, que pode impactar de forma significativa a temperatura interna do edifício. É importante lembrar que aproximadamente 25% da energia usada na construção civil é destinada ao uso em construções finalizadas, para a obtenção de iluminação e climatização mecânica (Mauricio, 2017).

600

Segundo Lacerda (2021), o setor da construção civil ainda enfrenta diversos obstáculos para se alinhar plenamente aos princípios do desenvolvimento sustentável. Muitas construções foram realizadas sem levar em conta critérios de durabilidade ou de responsabilidade ambiental. Além disso, os materiais comumente utilizados nesse segmento contribuem para a degradação ambiental, impactando negativamente tanto a saúde humana quanto os ecossistemas e os recursos naturais do planeta. Já Mauricio (2017) destaca que, nos últimos anos, a sustentabilidade ganhou relevância mundial e deixou de ser vista como uma solução isolada para se tornar uma nova abordagem na concepção e no planejamento de edificações e de seus processos construtivos.

PRINCIPAIS MATERIAIS E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS

Dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, a construção civil enfrenta diversos obstáculos, pois a maior parte do patrimônio construído não leva em conta questões de sustentabilidade e durabilidade. Além disso, os materiais mais empregados causam danos ao meio ambiente que prejudicam a saúde humana, os ecossistemas e os bens naturais do planeta

(Lacerda, 2021). Apesar do século XXI ser caracterizado pela arquitetura verde, que utiliza em suas construções sistemas sustentáveis de alta tecnologia, é evidente que muitos desses sistemas estão ligados a processos industriais intensos, ainda usando materiais não ecológicos e causando impactos significativos no meio ambiente (Mauricio, 2017).

Segundo Freire e Beraldo (2003), soluções apropriadas utilizando terra crua, bambu, madeira, solo-cimento, processos de adição de cinzas, aglomerantes e agregados alternativos aos materiais básicos, uso de fibras vegetais, entre outros recursos, podem ser adotadas para substituir total ou parcialmente os materiais convencionais. Em complemento, segundo Brosler (2011), os materiais não convencionais ou alternativos são aqueles produzidos com recursos naturais, podendo ser provenientes do ambiente natural ou da reutilização de produtos recicláveis ou objetos que tinham outra função antes de se tornarem componentes de uma edificação.

Construção com terra

A terra sempre desempenhou um papel crucial na construção dos mais variados povos antigos em quase todos os continentes. Não é por acaso que, quando bem empregada, ela é realmente um ótimo material para a construção. Resistentes e benéficas para a saúde, ao seguirem princípios fundamentais de proteção, as construções de terra podem perdurar por um longo período, às vezes até séculos (Grappi, 2020). Entre as mais populares técnicas de construção com terra se destacam a taipa de pilão, a taipa de mão e o adobe. Por outro lado, estas utilizam como principal matéria-prima a terra bruta, não sendo ela queimada ou cozida, como acontece com os tijolos e telhas de cerâmica (Oliveira, 2022).

A técnica mista (conhecida como taipa de mão ou pau a pique) que utiliza a terra misturada com alguma fibra vegetal (sendo normalmente palha), é usada para preencher estruturas de madeira, bambu ou outros materiais vegetais (Schulte, 2020). O preenchimento do pau a pique pode ser realizado com facilidade em mutirões, sendo ilustrado na Figura 1. Como nem sempre em mutirões se tem pessoas com experiência em construção, o ideal é que a técnica selecionada para ser realizada em grupo seja fácil de ser aplicada, mesmo por pessoas leigas, evitando assim o retrabalho.

Figura 1 - Vivência de Bioconstrução em Serra Grande - BA

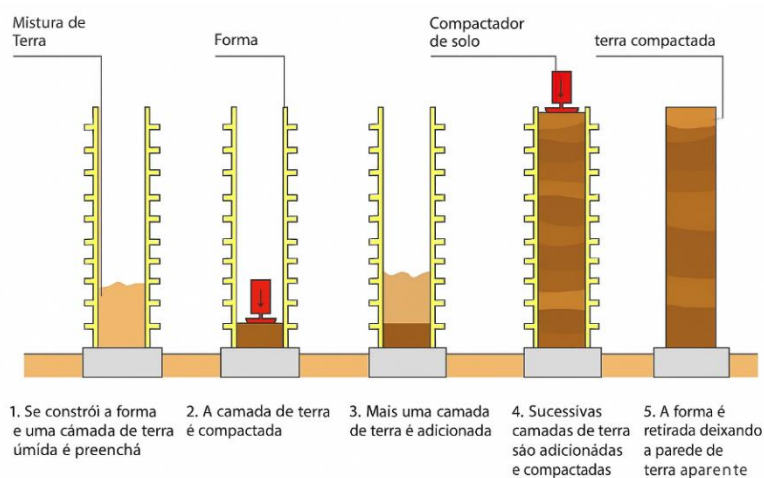


Fonte: Os autores (2018)

Segundo Oliveira (2022), a preparação da massa da taipa de pilão consiste em combinar terra e água. Em certas circunstâncias, que variam de acordo com a composição do solo ou as condições climáticas, podem acrescentar outros elementos como areia, calcário, cascalho e esterco animal. Geralmente, as fôrmas são construídas com tábuas paralelas separadas, como pode ser observado na Figura 2, porém ligadas por espaçadores: quanto mais leves, menos esforço é necessário para a sua construção. As paredes de taipa de pilão geralmente têm uma espessura de 30 a 120 cm, podendo ser empregadas como paredes de vedação ou apenas como barreiras verticais (Schulte, 2020). Para que essa técnica tradicional seja resgatada sem ser alvo de estigmas, é essencial que seja reconhecida e valorizada como uma escolha viável e consciente por parte dos usuários (Cordeiro *et al.*, 2019).

602

Figura 2 – Como fazer uma casa de taipa de pilão



Fonte: Imagem adaptada de Casa terra, 2018.

A técnica construtiva com adobe se espalhou amplamente por regiões de clima quente e seco, além de áreas subtropicais e temperadas ao redor do mundo. Existem registros de edificações feitas com esse material datadas entre 8000 e 6000 a.C. na região do Turquistão, na Rússia, e por volta de 4000 a.C. na Síria. Ainda hoje, no norte do Egito, podem ser vistas construções impressionantes com mais de três milênios, como as enormes muralhas de terra compactada da fortaleza de Medinet Habu e as abóbadas do templo de Ramsés II, localizado em Gourná (Grappi, 2020). O processo de produção do adobe consiste na mistura de terra com água, formando uma massa moldável que é colocada em formas de madeira, normalmente retangulares, sobre uma superfície plana. Depois de moldado, o bloco é retirado da forma e deixado para secar naturalmente ao sol e ao vento (Oliveira, 2022), podendo ser visto na Figura 3.

Figura 3 - Minicurso sobre fabricação de tijolo de Adobe – UESB



Fonte: Os autores (2018)

Com o passar do tempo, essa técnica evoluiu com a inclusão de outros materiais. A capacidade de impermeabilização do adobe foi melhorada ao adicionar asfalto natural à mistura de terra e água, a retração foi reduzida ao adicionar palhas e os solos foram combinados para criar um solo granulometricamente mais apropriado. (Neves, 2011). Em relação ao adobe, ainda persiste o preconceito de que seu uso é restrito, seja por limitações no formato das construções ou por uma suposta baixa resistência às ações do clima. Contudo, essa visão é equivocada, pois há inúmeros exemplos que comprovam a eficiência e a versatilidade da técnica (Matos, 2022).

Bambu

Esse material é de uma gramínea com características interessantes ao atingir certa idade, sua estrutura se torna dura como a madeira, contudo, é flexível e leve, sendo um recurso construtivo frequentemente empregado na Ásia e América Latina (Minke, 2010). Existem

muitas opções de trabalho que este material proporciona: graças à sua flexibilidade, é possível fazer coberturas tensionadas e superar espaços grandes, além de terem uma estética atrativa e com alguns encaixes podem ser construídas estruturas impressionantes e majestosas (Matos, 2022)

Cordeiro *et al.* (2019) afirmam que é essencial tratar o bambu antes de sua utilização para aumentar sua durabilidade. O bambu pode ser preparado através de métodos naturais ou químicos, que devem ser realizados imediatamente após o seu corte. Os tratamentos naturais podem ser divididos em cura na floresta ou avinagrado, através de imersão em água e ação do fogo, ou defumação. Por outro lado, os tratamentos químicos, mais eficazes do que os naturais, podem ser divididos em imersão em produtos oleosos, solúveis ou hidrossolúveis, ou a troca de seiva por sais.

De acordo com Teixeira (2006), os pilares de bambu são extremamente duráveis e podem ser empregados em construções de vários andares, possibilitando que tais edificações possuam uma longa durabilidade. Ademais, esse tipo de pilar tem a capacidade de absorver uma grande quantidade de energia, tornando-se perfeito para áreas sujeitas a abalos de terra. No entanto, para garantir sua durabilidade, é crucial que as peças de bambu não toquem diretamente o solo. Para isso, é preciso construir blocos de concreto ou outro material para manter o pilar afastado, protegendo-o da umidade presente nos solos.

Compósitos de madeira plástica

A criação de materiais a partir de sobras de marcenaria pode ter um impacto significativo na diminuição de impactos ambientais, pois esses detritos, quando descartados de maneira imprópria, podem provocar graves prejuízos ao ambiente (Dornelles, 2024). A indústria madeireira produz grandes volumes de resíduos, o que acarreta desafios ambientais importantes. Uma opção viável para a destinação desse resíduo é a fabricação de compósitos de madeira-plástico, também conhecidos como WPCs (compósitos de madeira-plástico), devido ao seu baixo custo econômico e energético, simplicidade de produção e alto potencial de reciclagem (Elsheikh *et al.*, 2022).

A madeira plástica é um produto recente que está substituindo a madeira natural com benefícios, sendo ecologicamente sustentável e produzida a partir da transformação de matérias-primas reutilizáveis (sejam elas naturais ou não) e materiais recicláveis, tais como sobras de vários tipos de plástico e fibras de plantas. A fabricação de madeira plástica a partir

de materiais recicláveis, utiliza qualquer tipo de plástico que possa ser reciclado, com a possibilidade de adicionar até 40% de fibras vegetais, tais como serragem, fibra de coco, bambu, casca de café, sabugo de milho, casca de arroz, algodão, folhas e outros. Por outro lado, é possível adicionar corantes à mistura, resultando em madeira plástica de qualquer tonalidade. (Kieling *et al.*, 2019).

Pneu

O pneu é um produto industrializado, produzido a partir de materiais derivados do petróleo. Após sua utilização, não será reciclado como um novo pneu. No entanto, existem várias outras aplicações de reuso, como muros, canteiros e contenções, conforme o sistema *earthship* que são construções que empregam pneus como principal material de construção. Além disso, podem ser reciclado em larga escala, triturando o material e usando o granulo como agregado em pavimentos e outros materiais (Ghattas; Obata, 2012).

Diversos estudos estão sendo conduzidos globalmente em busca de alternativas para o reaproveitamento de pneus no setor de construção. A *American Society for Testing and Material* (ASTM) autorizou, em 1998, a utilização de pneus velhos, sejam eles inteiros ou triturados, na construção de estradas, como uma alternativa aos materiais tradicionais. No Brasil, a PUC-RJ, em colaboração com a Fundação Geo-Rio (Prefeitura do Rio de Janeiro) e a Universidade de Ottawa, com o suporte do IDRC (*International Development Research Centre* do Canadá), liderou um estudo, que teve início em 1995, com o objetivo de construir um muro experimental instrumentado (Laure, 2020).

De acordo com Murugkar (2009), os *earthships* são concebidos para se fundirem à terra, ao invés de resistirem a ela. O uso de pneus enterrados têm uma durabilidade infinita, são resistentes e podem vibrar e se mover sem problemas. Também possibilitam a utilização de outros resíduos na sua construção, tais como, latas e garrafas de vidro e plástico. O uso desse material oferece benefícios significativos para o meio ambiente e para o consumidor. Devido ao seu custo reduzido, resistência ao tempo, impermeabilidade, entre outras características, o pneu tem sido amplamente empregado na construção de muros de contenção e fundações entre outros usos. (Ghattas; Obata, 2012).

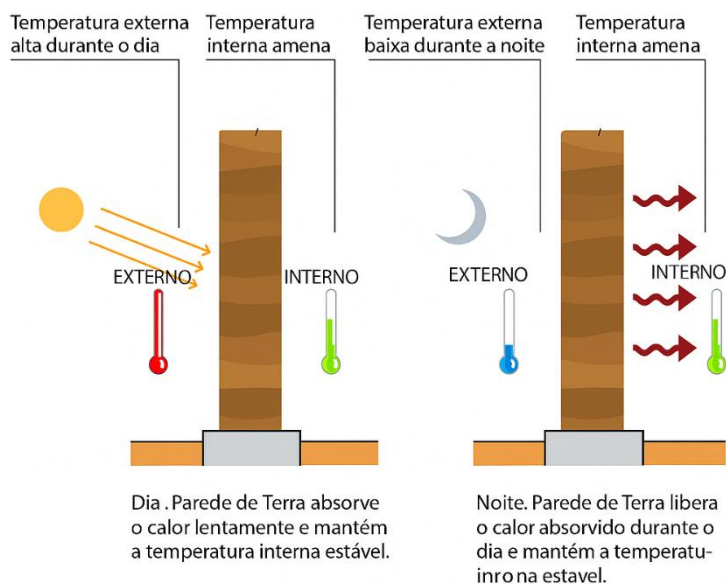
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA BIOCONSTRUÇÃO E ESTGMAS

Segundo Matos (2022), a preocupação com o uso mais racional da energia tem ganhado destaque, especialmente devido à grande dependência de combustíveis fósseis, como o petróleo. A utilização intensiva desses recursos tem causado sérios impactos ambientais, incluindo o agravamento do aquecimento global, a contaminação do meio ambiente e a degradação de ecossistemas formados ao longo de milênios. Lacerda (2021) complementa que, mesmo com o aumento contínuo da produção energética em muitos países, a predominância de fontes não renováveis ainda gera consequências negativas expressivas, tanto para o meio ambiente quanto para a saúde e o bem-estar das populações. Em resposta a esse cenário, diversas nações têm se comprometido a adotar políticas voltadas para o uso mais eficiente da energia e para a ampliação das fontes renováveis.

Para alcançar melhores resultados em projetos construtivos, é fundamental considerar os recursos naturais disponíveis no entorno, priorizando o uso de materiais que sejam facilmente encontrados na região. Essa abordagem favorece uma gestão mais sustentável dos insumos e promove práticas alinhadas às características locais (Gomes; Herrera, 2014). Freitas *et al.* (2007) ressaltam que a ventilação eficiente dos ambientes edificadas é vital para garantir conforto térmico e manter a qualidade do ar interno. A presença de sistemas de ventilação adequados contribui para a remoção da umidade e de agentes poluentes acumulados no dia a dia, além de permitir a renovação do ar com oxigênio, elemento essencial tanto para a saúde humana quanto para o funcionamento seguro de aparelhos que dependem de combustão.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2002), há diretrizes essenciais que devem ser seguidas para promover construções sustentáveis. Entre elas, estão a adaptação das edificações às condições climáticas da região, com o objetivo de diminuir o gasto de energia e favorecer a ventilação natural, como ilustrado na Figura 4; o aproveitamento da luz e do calor provenientes do sol; a garantia de acessibilidade e o posicionamento adequado do edifício em relação à trajetória solar, evitando a aplicação de projetos padronizados em orientações diferentes. Quanto à escolha dos materiais, recomenda-se priorizar aqueles que sejam regionais, pouco industrializados, não tóxicos, reutilizáveis ou recicláveis, culturalmente aceitos e que possibilitem a construção por meio de processos colaborativos ou autônomos.

Figura 4 – Propriedades térmicas



Fonte: Imagem adaptada cortesia Atelier O'Reilly Estratégias Sustentáveis, Casa terra (2018)

A promoção da sustentabilidade nos espaços urbanos está intimamente ligada à disseminação da arquitetura sustentável, também chamada de arquitetura ecológica, que tem como base o uso racional da energia e a conservação dos recursos naturais (Castelnou, 2006). Dentro desse cenário, a bioconstrução surge não apenas como um conjunto de técnicas construtivas, mas como uma proposta abrangente voltada à preservação ambiental. Segundo Maurício (2017), essa abordagem está em sintonia com os princípios da ecologia profunda, adotando soluções de baixo impacto ambiental, adaptadas ao clima da região, com uso consciente dos recursos locais, gestão adequada dos resíduos gerados e medidas que promovem a eficiência energética.

Construir uma sociedade verdadeiramente voltada para a sustentabilidade exige mudanças profundas nos hábitos de consumo e nas formas de produção. Isso implica rever a ocupação dos espaços urbanos e incentivar a adoção de técnicas construtivas alternativas que atendam às novas demandas ambientais e sociais (Teixeira, 2006). De acordo com Grappi (2020), políticas públicas que estimulem o uso de materiais naturais disponíveis localmente podem contribuir para enfrentar o problema da falta de moradias. Nesse sentido, a atuação do Estado torna-se fundamental para viabilizar e integrar essas soluções sustentáveis às estratégias de enfrentamento do déficit habitacional.

A bioconstrução, ao considerar os ciclos naturais do ambiente, surge como uma solução viável para viver de forma ecologicamente equilibrada, reduzindo impactos ambientais, economizando recursos e promovendo bem-estar. Contudo, dentro da arquitetura residencial, sua adoção ainda é limitada. Essa limitação se explica, sobretudo, pelos custos elevados dos sistemas sustentáveis mais tecnológicos e pelo preconceito cultural com técnicas ecológicas de aparência mais simples ou tradicionais. A resistência está ligada tanto a questões econômicas quanto à valorização de padrões modernos em detrimento do saber vernacular (Maurício, 2017).

Não se busca excluir os materiais industrializados da construção civil, mas é possível que, ao longo do tempo, os materiais alternativos ganhem maior relevância no setor. Para isso, é fundamental desconstruir a ideia de que esses materiais são destinados apenas às camadas sociais menos favorecidas. Pelo contrário: eles devem ser reconhecidos por sua contribuição à sustentabilidade e pelo potencial que oferecem à arquitetura e à engenharia como soluções eficientes e responsáveis. Esse olhar mais amplo é defendido por autores que destacam a importância de valorizar tais técnicas a partir de uma abordagem socioambiental (Barbosa, 2005).

Para que o desenvolvimento sustentável se efetive de maneira integrada entre os aspectos ecológicos, sociais e econômicos, é essencial que ocorra uma mudança interior no indivíduo, que o leve ao autoconhecimento e à consciência de suas responsabilidades com o meio ambiente e com a sociedade (Braun, 2005). Nesse processo, é igualmente importante valorizar os profissionais e comunidades que mantêm vivas as técnicas construtivas tradicionais com terra e outros materiais naturais, reconhecendo a sabedoria popular como parte fundamental desse caminho sustentável. Reverenciar esse legado cultural e romper com os preconceitos que o cercam é um passo crucial para a construção de um futuro mais equilibrado (Grappi, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo abordar e analisar a bioconstrução como um meio construtiva viável para o contexto urbano, visando a eficiência energética e o conforto ambiental, levando em consideração aspectos técnicos, ambientais e sociais. A pesquisa se justificou pela relevância do tema diante do alto consumo de recursos naturais e da significativa geração de resíduos pela construção civil, evidenciando a necessidade de alternativas que conciliem habitação, sustentabilidade e qualidade de vida para as presentes e futuras gerações.

Os objetivos propostos foram alcançados de maneira satisfatória. Foi possível compreender a importância da bioconstrução em residências urbanas para a sua popularização, explorar seus princípios e contribuições além de identificar materiais e técnicas sustentáveis aplicáveis, avaliar a eficiência energética por meio de estratégias como ventilação natural, isolamento térmico e uso de energias renováveis, além de analisar barreiras que dificultam a implementação dessa prática no contexto urbano. A metodologia bibliográfica e qualitativa mostrou-se adequada, pois permitiu reunir, confrontar e interpretar diferentes perspectivas teóricas, construindo um panorama crítico sobre o tema. Embora limitada pela ausência de dados práticos, essa abordagem foi suficiente para responder ao problema de pesquisa e aprofundar a análise das vantagens e limitações da bioconstrução.

Os resultados destacaram que a bioconstrução, ao integrar princípios da permacultura, design bioclimático e o uso de materiais locais e de baixo impacto, como terra, bambu, madeira plástica e pneus reutilizados, contribui de forma significativa para reduzir impactos ambientais, otimizar o desempenho energético e valorizar saberes tradicionais. Entretanto, ainda enfrenta obstáculos como preconceitos culturais, falta de padronização técnica, escassez de incentivos e carência de profissionais especializados.

A contribuição deste estudo para fins de conhecimento está em evidenciar a bioconstrução como alternativa viável e necessária para o desenvolvimento sustentável das cidades, reforçando sua relevância tanto no campo acadêmico quanto na formulação de políticas públicas habitacionais. Entre os pontos fortes do trabalho, se destaca a ampla revisão teórica e a análise crítica das técnicas construtivas, enquanto a ausência de estudos de caso práticos se apresenta como uma limitação.

609

A pergunta de pesquisa — em que medida a bioconstrução pode auxiliar na melhoria da eficiência energética e no conforto ambiental em residências urbanas, promovendo soluções sustentáveis que reduzam impactos ambientais — foi respondida de forma positiva, mostrando que a técnica tem potencial para contribuir efetivamente, desde que acompanhada por mudanças culturais e institucionais. Por fim, é recomendado que futuras pesquisas explorem na prática a aplicação de técnicas bioconstrutivas em diferentes contextos urbanos, avaliem o desempenho energético de edificações já construídas com tais métodos e investiguem estratégias de incentivo governamental e políticas públicas capazes de ampliar sua aceitação social.

Apesar dessas limitações, os estudos apontam que a bioconstrução tem potencial para transformar positivamente os espaços urbanos, promovendo cidades mais sustentáveis,

inclusivas e equilibradas. Quando integrada a políticas públicas habitacionais, ela pode ampliar o acesso à moradia e reduzir o déficit habitacional sem renunciar à preservação ambiental, já que a bioconstrução vai além de uma técnica construtiva, sendo um caminho para repensar a relação entre a sociedade, arquitetura e meio ambiente. Sua adoção representa uma mudança cultural e estrutural necessária, capaz de beneficiar tanto a geração atual quanto às futuras, ao alinhar desenvolvimento urbano, sustentabilidade e qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

AMARO, Eliane Katayama Pricoli. Vivências de bioconstrução: um caminho para a leitura da paisagem. Programa de pós-graduação em arquitetura e urbanismo. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Bauru, 2017. Disponível em: <https://portalidea.com.br/cursos/2b7341a267ebba3a55a335a15b498f9f.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

AGOPYAN, V. Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta. In: Globo Ciência. 2013. Disponível em: <http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-22> Revista Tecnológica Maringá, v. 23, p. 13-24, 2014. [materia-prima-do-planeta.html](http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-22). Acesso em: 21 de abr. de 2025.

BRAUN, Ricardo. Novos paradigmas ambientais: desenvolvimento ao ponto sustentável. 2. ed. atual. Petrópolis: Vozes, 2005.

610

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 307, de 17 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

BARBOSA, N. P. Considerações sobre materiais de construção convencionais e não convencionais. Departamento de Tecnologia da Construção Civil, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana, UFPB, João Pessoa, 2005.

CORDEIRO, Carol Cardoso Moura; BRANDÃO, Douglas Queiroz; DURANTE, Luciane Cleonice; CALLEJAS, Ivan Júlio Apolonio. Construções vernáculas em terra: perspectiva histórica, técnica e contemporânea da taipa de mão. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019006, jan. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8651212>. Acesso em: 28 mai. 2019.

CASTELNOU, Antônio Manuel N. Arquitetura e Sustentabilidade na sociedade de risco. Terra e Cultura, Londrina: UniFil, v. 22 n. 42, 129-141, 2006. Disponível em: https://web.unifil.br/docs/revista_eletronica/terra_cultura/37/Terra%20e%20Cultura_37-12.pdf. Acessado em: 11 mai. 2025.

ELSHEIKH, Ammar; PANCHAL, Hitesh; SHANMUGAN, S.; MUTHURAMALINGAM T.; EL-KASSAS, Ahmed. M.; RAMESH B. Recent progresses in wood-plastic composites: Pre-processing treatments, manufacturing techniques, recyclability and eco-friendly assessment.

Cleaner Engineering and TechnologyElsevier Ltd, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822000556?via%3Dihub>. Acesso em: 21 abr. 2025.

FREIRE, Wesley; BERALDO, Antonio. Tecnologias e materiais alternativos de construção. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

FREITAS, Vasco Peixoto de; PINTO, Manuel; GUIMARÃES, Ana Sofia. Sistemas de ventilação natural-mistos em edifícios de habitação – Implicações construtivas. Repositório Científico do Instituto Politécnico de Viseu, 2007. Disponível em: <file:///C:/9%C2%AA%20semestre/TCC/Nova%20pasta/Sistemas%20de%20ventila%C3%A7%C3%A3o%20natural-mistos%20em%20edif%C3%ADcios%20de%20habita%C3%A7%C3%A3o%20%E2%80%93.pdf>. Acessado em: 12 mai. 2025.

GHATTAS, Michel Habib; OBATA, Sasquia Hizuru. Bioconstrução: a forma básica para a sustentabilidade das construções. In: XII Safety, Health and Environment World Congress. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/032.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

GRAPPI, Leticia Prata. Arquitetura na prática com a terra: Graduação no canteiro. Faculdade de Arquitetura Universidade Federal da Bahia, Salvador 2020. Disponível em: [file:///C:/Users/oilui/Downloads/Arquitetura_na_pratica_com_a_terra_Gradu%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/oilui/Downloads/Arquitetura_na_pratica_com_a_terra_Gradu%20(2).pdf). Acesso em: 9 abr. 2025.

KIELING, Antonio Claudio; SANTANA, Genilson Pereira; SANTOS, Maria Cristina dos. Compósitos De Madeira Plástica: Parte da tese de doutorando no Curso de Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Scientia Amazonia, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Maria-Dos-Santos/publication/329450950_COMPOSITOS_DE_MADEIRA_PLASTICA_CONSIDERACOES_GERAIS/links/5c093e804585157aci86ad/COMPOSITOS-DE-MADEIRA-PLASTICA-CONSIDERACOES-GERAIS.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025.

LACERDA, Henrique Ribeiro. A bioconstrução como alternativa viável para o desenvolvimento sustentável. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28502/1/bioconstrucaoalternativadesenvolvimentosustentavel.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2025.

LAURE, Chaylane Thayara Silva. Estudo da Viabilidade de Contenção de Taludes com Penus Inservíveis. FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS, Teófilo Otoni, 2020. Disponível em: file:///C:/9%C2%AA%20semestre/TCC/Nova%20pasta/estudo_da_viabilidade_de_contencao_de_taludes_com_penus_inserviveis.pdf. Acesso em: 21 abr. 2025. Disponível em: <file:///C:/Users/oilui/Downloads/CONSIDERACOES SOBRE MATERIAIS DE CONSTRUCAO CONVEN.pdf> Acesso em: 28 mai. 2019.

MATOS, stefany vitória evangelista. Anteprojeto de Ecovila Urbana: Alternativa sustentável de moradia em Nossa Senhora do Socorro/Se. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade

Federal de Sergipe, Laranjeiras, Sergipe, 2022. Disponível em: <https://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/17012>. Acesso em: 21 abr. 2025.

MAURICIO, Cauê Cesar. Bioconstrução. Estudo de caso: Projeto e construção da casa ecológica modelo. Programa de Iniciação Científica. Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Brasília, 2017. Disponível em: file:///C:/Users/oilui/Downloads/Bioconstrucao_Estudo_De_Caso_Projeto_e_C.pdf. Acesso em: 2 abr. 2025.

MINKE, Gernot. Manual de Construção em terra: Uma arquitetura sustentável, São Paulo: B4, 2001.

MURUGKAR, A. R. K. Untapped possibilities of reuse of solid rubber waste in construction. National Conference on Technological Trends (NCTT09), 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/64824233/Final-Final>. Acesso em: 21 abr. 2025.

NEVES, Célia; FARIA, Obede. Técnicas de Construção com Terra. FEB-UNESP/PROTERRA, Bauru, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://redeterrabrasil.net.br/wp-content/uploads/2020/08/T%C3%A9cnicas-de-constru%C3%A7%C3%A3o-com-terra.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

NINA, Juliana F.; EIRES, Rute M. G. Durabilidade da construção em terra - contributo para uma melhor aceitação deste material sustentável. 4º Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis, Salvador, 2022. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/82157/1/Artigo%20Nina%20e%20Eires.pdf>. Acesso em: 15 de fev. de 2025.

NUNES, Andréa Silveira Netto. Bioconstrução como proposta de sistema construtivo para habitação popular aliado ao conceito de moradia digna. Universidade de Passo Fundo, 2022. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/2630>. Acesso em: 11 de fev. de 2025.

OLIVEIRA, Alice Maria de. Tecnologia alternativa, moradia e pauta ambiental: o discurso e a prática. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-04052023-114205/en.php>. Acesso em: 18 de fev. de 2025.

OLIVEIRA, Francicleide. O meio ambiente e o setor industrial - Desafio para o Desenvolvimento Sustentável. Curso de especialização em Administração com Ênfase em Marketing- UFRPE, Recife, Pernambuco, 2013. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/meio-ambiente.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

OLIVEIRA, G. A. Prestes; KAPP, T. F. de Souza; LOMBARDI, Anna Paula. Bioconstrução e sua participação nas práticas sustentáveis. Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, 2022. Disponível em: <https://www.phantomstudio.com.br/index.php/sic/article/view/2828>. Acesso em: 14 de fev. de 2025.

ONU Brasil. Situação do clima em 2018 mostrou aumento dos efeitos da mudança climática, diz relatório. 28/03/2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/situacao-do-clima-em->

2018-mostrou-aumento-dos-efeitos-da-mudanca-climatica-diz-relatorio/. Acesso em 15 de fev. de 2025.

PINHEIRO, Mariel de Melo. Design social e o uso de material não convencional na arquitetura: o bambu. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2020. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13932/2/Mariel_Melo_Pinheiro.pdf Acesso em 14 de ago. de 2025.

SCHULTE, Anielle Luine Perret. Análise de compatibilização do uso de técnicas de bioconstrução em programas de habitação popular no contexto brasileiro do programa Minha Casa Minha Vida. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/211411>. Acesso em: 18 de fev. de 2025.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2013. Disponível em: https://www.ufrb.edu.br/ccaaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%C3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf. Acesso em: 13 de mar. de 2025.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. 2021. Artigo original publicado em Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>. Acesso em: 11 de fev. de 2025.