

MATERIAIS NATURAIS E ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS NA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL NA AMÉRICA DO SUL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA (2015/2025)

NATURAL MATERIALS AND BICLIMATIC STRATEGIES IN SUSTAINABLE ARCHITECTURE IN SOUTH AMERICA: A SYSTEMATIC REVIEW (2015-2025)

MATERIALES NATURALES Y ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS EN LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE EN AMÉRICA DEL SUR: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA (2015-2025)

Fernanda Temo da Silva¹, Luísa Beatriz Paixão Leite², Vitória Cristhine Freitas da Silva³, Renato Abreu Lima⁴, Juliane Kayse Albuquerque da Silva Querino⁵

DOI: 10.54899/dcs.v23i93.6316

Recibido: 23/07/2026 | Aceptado: 24/07/2026 | Publicación en línea: 11/08/2026.

RESUMO

A crescente preocupação com os impactos ambientais e com o consumo energético das edificações tem impulsionado a busca por soluções arquitetônicas baseadas em princípios bioclimáticos e no uso de materiais naturais. Esta revisão sistemática analisou a produção científica publicada entre 2015 e 2025 sobre materiais de origem natural, elementos biológicos e estratégias passivas aplicadas ao conforto térmico e à eficiência energética, com ênfase em estudos desenvolvidos ou aplicáveis ao contexto sul-americano. A revisão foi conduzida conforme as diretrizes do PRISMA 2020, por meio de buscas nas bases Scopus, Web of Science e ScienceDirect. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram incluídos 20 estudos, sendo nove provenientes da Scopus e 11 da Web of Science. Os trabalhos analisados abordaram fibras vegetais, resíduos agroindustriais, madeira, adobe, argila e vegetação incorporada a coberturas, fachadas e espaços urbanos. Entre as estratégias bioclimáticas mais recorrentes destacaram-se o isolamento térmico natural, a ventilação, o sombreamento, a inércia térmica e o uso da vegetação para redução dos ganhos de calor. Os resultados indicam potencial de integração entre materiais naturais, conhecimentos vernaculares e tecnologias contemporâneas, embora persistam lacunas relacionadas ao contexto amazônico, à durabilidade, à viabilidade econômica, à análise de ciclo de vida e à aplicação em maior escala. Conclui-se que a sistematização dessas evidências contribui para identificar tendências, limitações e possibilidades de inovação arquitetônica associadas à biodiversidade e às condições ambientais da América do Sul.

¹ Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, Amazonas, Brasil. E-mail: frnndtemo@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-8810-7684>

² Mestranda em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, Amazonas, Brasil. E-mail: luisabeatrizpl@gmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-4209-7764>

³ Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Faculdade Interamericana de Porto Velho, Porto Velho, Rondônia, Brasil. E-mail: arquitetaepaisagista.vc@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-7822-4464>

⁴ Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, Amazonas, Brasil. E-mail: renatoal@ufam.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0006-7654>

⁵ Doutora em Física Ambiental pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Humaitá, Amazonas, Brasil. E-mail: julianekayse@ufam.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2312-4818>

Palavras-chave: Arquitetura Bioclimática. Materiais Naturais. Conforto Térmico. Biomateriais. América do Sul.

ABSTRACT

Growing concern about the environmental impacts and energy consumption of buildings has driven the search for architectural solutions based on bioclimatic principles and the use of natural materials. This systematic review analysed scientific literature published between 2015 and 2025 on natural-origin materials, biological elements and passive strategies applied to thermal comfort and energy efficiency, with an emphasis on studies conducted in or applicable to the South American context. The review followed the PRISMA 2020 guidelines and included searches of the Scopus, Web of Science and ScienceDirect databases. After the eligibility criteria were applied, 20 studies were included, nine from Scopus and 11 from Web of Science. The studies examined plant fibres, agro-industrial residues, timber, adobe, clay and vegetation incorporated into roofs, façades and urban spaces. The most recurrent bioclimatic strategies included natural thermal insulation, ventilation, shading, thermal mass and the use of vegetation to reduce heat gains. The findings indicate the potential for integrating natural materials, vernacular knowledge and contemporary technologies, although gaps remain regarding the Amazonian context, durability, economic feasibility, life-cycle assessment and large-scale application. It is concluded that the systematisation of this evidence contributes to identifying trends, limitations and opportunities for architectural innovation associated with biodiversity and the environmental conditions of South America.

Keywords: Bioclimatic Architecture. Natural Materials. Thermal Comfort. Biomaterials. South America.

RESUMEN

La creciente preocupación por los impactos ambientales y el consumo energético de los edificios ha impulsado la búsqueda de soluciones arquitectónicas basadas en principios bioclimáticos y en el uso de materiales naturales. Esta revisión sistemática analizó la producción científica publicada entre 2015 y 2025 sobre materiales de origen natural, elementos biológicos y estrategias pasivas aplicadas al confort térmico y a la eficiencia energética, con énfasis en estudios desarrollados en el contexto sudamericano o aplicables a este. La revisión se llevó a cabo conforme a las directrices PRISMA 2020, mediante búsquedas en las bases de datos Scopus, Web of Science y ScienceDirect. Tras la aplicación de los criterios de elegibilidad, se incluyeron 20 estudios, nueve procedentes de Scopus y 11 de Web of Science. Los trabajos analizados abordaron fibras vegetales, residuos agroindustriales, madera, adobe, arcilla y vegetación incorporada a cubiertas, fachadas y espacios urbanos. Entre las estrategias bioclimáticas más recurrentes destacaron el aislamiento térmico natural, la ventilación, el sombreado, la inercia térmica y el uso de vegetación para reducir las ganancias de calor. Los resultados indican el potencial de integración entre materiales naturales, conocimientos vernáculos y tecnologías contemporáneas, aunque persisten lagunas relacionadas con el contexto amazónico, la durabilidad, la viabilidad económica, el análisis del ciclo de vida y la aplicación a gran escala. Se concluye que la sistematización de estas evidencias contribuye a identificar tendencias, limitaciones y posibilidades de innovación arquitectónica vinculadas a la biodiversidad y a las condiciones ambientales de América del Sur.

Palabras clave: Arquitectura Bioclimática. Materiales Naturales. Confort Térmico. Biomateriales. América del Sur.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A intensificação dos impactos ambientais e o aumento da demanda energética no setor da construção têm ampliado a necessidade de soluções capazes de conciliar desempenho térmico, eficiência energética e redução dos impactos associados ao ambiente construído. Nesse contexto, a arquitetura bioclimática se destaca por considerar as condições climáticas locais e empregar estratégias passivas de condicionamento ambiental, como ventilação natural, sombreamento, controle da radiação solar, inércia térmica e adequação da envoltória, reduzindo a dependência de sistemas mecânicos de climatização (Olgyay, 2015; Givoni, 1998).

Paralelamente, o uso de materiais naturais, fibras vegetais, resíduos agrícolas e outros componentes de origem biológica tem despertado interesse como alternativa aos materiais convencionais. Além da disponibilidade regional e do potencial de aproveitamento de resíduos, esses recursos podem apresentar propriedades térmicas, acústicas e mecânicas adequadas à aplicação arquitetônica, contribuindo para o desenvolvimento de soluções construtivas adaptadas às condições ambientais e culturais de cada território (Barros *et al.*, 2023; Ba *et al.*, 2025).

A América do Sul constitui um contexto particularmente relevante para esse debate, em razão de sua diversidade climática, cultural e biológica. Regiões tropicais, amazônicas, altoandinas e semiáridas apresentam demandas distintas de conforto térmico e, ao mesmo tempo, dispõem de recursos naturais, práticas vernaculares e matérias-primas locais com potencial de aplicação no ambiente construído. A aproximação entre arquitetura sustentável, conhecimentos tradicionais e bioprospecção pode favorecer a identificação de biomateriais e estratégias construtivas compatíveis com as especificidades regionais.

Embora tenham ocorrido avanços nas pesquisas sobre materiais naturais e estratégias bioclimáticas, a produção científica ainda se apresenta dispersa entre diferentes países, métodos, escalas de análise e tipos de aplicação. Essa diversidade dificulta a comparação dos resultados e a identificação de tendências consolidadas, especialmente quanto ao desempenho térmico, à eficiência energética, à durabilidade, à viabilidade econômica e à possibilidade de aplicação em

maior escala. Também permanecem lacunas relacionadas à baixa representatividade de determinados contextos, como a região amazônica, apesar de seu potencial para o desenvolvimento de biomateriais e soluções arquitetônicas associadas à biodiversidade.

Diante desse cenário, torna-se necessário sistematizar a produção científica recente, identificando os materiais empregados, as estratégias bioclimáticas mais recorrentes, os métodos de avaliação utilizados e as principais contribuições e limitações apontadas pelos estudos. Esse mapeamento pode ampliar a compreensão sobre a integração entre recursos naturais, desempenho construtivo e inovação arquitetônica no contexto sul-americano.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar sistematicamente a literatura científica publicada entre 2015 e 2025 sobre o uso de materiais naturais e estratégias bioclimáticas na arquitetura sustentável, com ênfase em estudos desenvolvidos ou aplicáveis à América do Sul. Busca-se identificar os tipos de materiais e elementos biológicos investigados, as estratégias passivas empregadas, as abordagens metodológicas adotadas e os resultados relacionados ao conforto térmico e à eficiência energética das edificações. Para isso, a revisão foi conduzida de acordo com as diretrizes do PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), visando assegurar transparência e rigor no processo de identificação, seleção e análise dos estudos.

REFERENCIAL TEÓRICO

O crescimento dos impactos ambientais e a crise energética global têm impulsionado a busca por soluções arquitetônicas sustentáveis capazes de conciliar conforto térmico, eficiência energética e redução da pegada ecológica (Tsoka, 2015). Nesse contexto, a arquitetura bioclimática destaca-se pela aplicação de estratégias passivas de climatização e pelo uso de materiais naturais, considerando as condições locais de temperatura, radiação solar, ventilação e umidade para promover o conforto térmico com menor demanda energética (Olgyay, 2015; Givoni, 1998).

A literatura evidencia que a integração entre recursos naturais e princípios bioclimáticos pode contribuir para a redução do consumo energético das edificações, especialmente em construções de pequeno porte e habitações sociais localizadas em regiões tropicais e subtropicais (Zallio; Clarkson, 2021). Estratégias relacionadas ao sombreamento, à ventilação natural, à adequação da envoltória e à escolha dos materiais construtivos permitem melhorar as condições

ambientais internas e reduzir a dependência de sistemas mecânicos de climatização.

A América do Sul apresenta ampla diversidade de recursos naturais e biológicos com potencial para aplicação no desenvolvimento de materiais construtivos sustentáveis. Nesse cenário, a bioprospecção pode contribuir para a identificação e valorização de matérias-primas de origem regional, aproximando a inovação tecnológica das características ecológicas, econômicas e culturais dos territórios sul-americanos.

O uso de fibras vegetais, resíduos agrícolas e outros compostos de origem biológica tem demonstrado potencial em razão de fatores como disponibilidade regional, aproveitamento de resíduos e desempenho térmico e acústico, favorecendo o conforto ambiental em diferentes tipologias construtivas (Barros *et al.*, 2023). A utilização desses recursos também pode contribuir para a redução do descarte de resíduos e para a substituição parcial de materiais convencionais de maior impacto ambiental.

A compreensão das propriedades físicas, mecânicas e térmicas desses materiais é fundamental para avaliar sua viabilidade de aplicação na construção civil. Além do desempenho técnico, devem ser consideradas sua durabilidade, disponibilidade, forma de processamento e compatibilidade com as condições climáticas locais. Essa abordagem favorece o desenvolvimento de soluções arquitetônicas mais adaptadas às especificidades ecológicas e culturais das regiões sul-americanas (Ba *et al.*, 2025).

Apesar dos avanços relacionados ao emprego de materiais naturais na construção sustentável, os estudos apresentam diferentes abordagens metodológicas, escalas de avaliação e contextos climáticos. Essa diversidade dificulta a comparação direta entre os resultados e evidencia a necessidade de sistematizar o conhecimento sobre o desempenho térmico e energético desses materiais, sobretudo em contextos amazônicos e andinos (Agopyan *et al.*, 2015). O mapeamento da produção científica permite, portanto, reconhecer tendências de pesquisa, métodos predominantes e aspectos ainda pouco explorados (Barros, 2023).

METODOLOGIA

Esta revisão sistemática foi conduzida entre agosto e novembro de 2025, seguindo as diretrizes do protocolo PRISMA 2020. Foram consultadas as bases de dados Scopus, Web of Science e ScienceDirect, selecionadas em razão de sua abrangência internacional e relevância para os campos da arquitetura, engenharia, sustentabilidade e ciências ambientais.

As estratégias de busca utilizaram combinações booleanas entre os seguintes descritores: (“bioclimatic architecture” OR “passive design” OR “sustainable architecture” OR “green building”) AND (“natural materials” OR “vernacular materials” OR “biobased materials” OR “local materials”). As expressões de busca foram adaptadas à sintaxe e aos recursos específicos de cada base de dados, mantendo-se os eixos temáticos.

Foram adotados como critérios de inclusão: a) artigos científicos publicados entre 2015 e 2025; b) publicações revisadas por pares; c) estudos desenvolvidos ou aplicáveis ao contexto sul-americano; d) pesquisas envolvendo materiais naturais e/ou estratégias bioclimáticas aplicadas à arquitetura e à construção; e) estudos que apresentassem relação com o desempenho térmico, energético ou ambiental das edificações; e f) publicações disponíveis em texto completo. Foram excluídos registros duplicados, revisões narrativas, documentos institucionais, estudos exclusivamente laboratoriais de engenharia de materiais sem aplicação arquitetônica e publicações sem relação com os temas térmico, energético, ambiental ou construtivo.

Embora o recorte da revisão tenha privilegiado a América do Sul, também foram incluídos estudos realizados em outros países quando os materiais, métodos ou estratégias analisadas apresentavam potencial de aplicação no contexto climático e construtivo sul-americano. Essa decisão permitiu incorporar evidências sobre biomateriais e soluções bioclimáticas disponíveis ou tecnicamente transferíveis para a região.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas. Inicialmente, foram removidos os registros duplicados. Em seguida, realizou-se a leitura dos títulos e resumos para verificar sua correspondência com os critérios de elegibilidade. Na terceira etapa, os artigos potencialmente pertinentes foram analisados em texto completo, com ênfase na metodologia, nos resultados e na aplicabilidade arquitetônica das soluções investigadas.

A busca identificou inicialmente 230 registros, dos quais dois foram removidos por duplicidade. Após a triagem por título e resumo, 54 estudos foram selecionados para leitura do texto completo. Nessa etapa, 34 artigos foram excluídos por não apresentarem relação suficiente com o objeto da revisão, resultando em uma amostra final de 20 estudos.

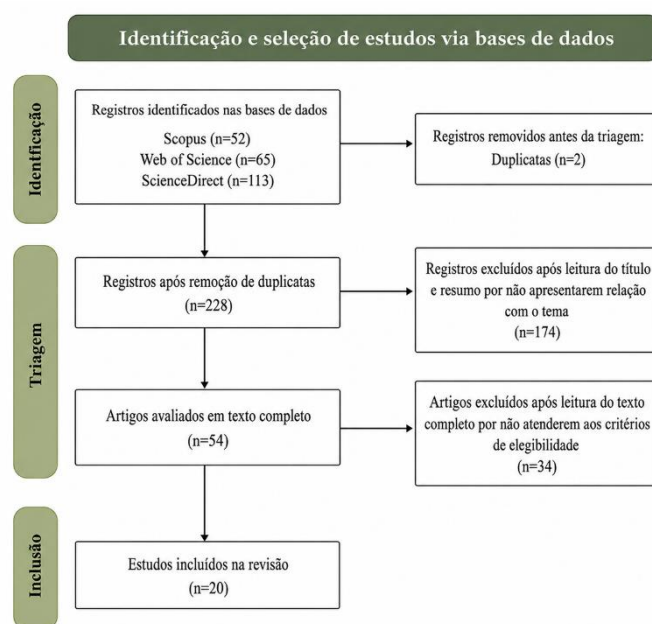
A extração dos dados foi realizada manualmente por meio de um formulário padronizado, contendo as seguintes informações: autoria, ano de publicação, país ou região de aplicação, tipo de estudo, materiais naturais empregados, estratégias bioclimáticas analisadas, métodos de avaliação, principais resultados e aplicações arquitetônicas. Os dados foram organizados em uma síntese narrativa e comparativa, permitindo identificar convergências, divergências, tendências

metodológicas e lacunas entre os estudos incluídos.

A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada a partir de cinco critérios: clareza dos objetivos, adequação dos procedimentos metodológicos, transparência na apresentação dos dados, justificativa das condições climáticas consideradas e aplicabilidade arquitetônica dos resultados. Cada critério foi avaliado de forma binária, conforme seu atendimento ou não pelo estudo. Os trabalhos que cumpriram pelo menos quatro dos cinco critérios foram classificados como de alta qualidade metodológica.

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos foi organizado conforme as etapas recomendadas pelo PRISMA 2020. Ao todo, foram identificados 230 registros nas três bases consultadas, dos quais dois foram removidos por duplicidade. Após a leitura de títulos e resumos, 54 artigos foram encaminhados para avaliação em texto completo, resultando na inclusão final de 20 estudos. A síntese desse processo é apresentada na **Figura 1**.

Figura 1. Fluxograma do processo de identificação, triagem e inclusão dos estudos, conforme as diretrizes do PRISMA 2020.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As buscas realizadas nas três bases de dados resultaram em 230 registros. Após a remoção das duplicatas e a aplicação dos critérios de elegibilidade, foram incluídos 20 artigos na revisão, sendo nove provenientes da Scopus e 11 da Web of Science. Embora a ScienceDirect tenha

retornado 113 registros, nenhum dos estudos recuperados por meio da estratégia de busca adotada atendeu integralmente aos critérios de elegibilidade após a leitura do texto completo. Esse resultado demonstra a importância da utilização de diferentes bases de dados para ampliar a abrangência da revisão.

Dos 20 estudos incluídos, 14 foram desenvolvidos exclusivamente na América do Sul, correspondendo a 70% da amostra. Houve maior concentração de pesquisas no Peru, na Colômbia, no Chile e no Brasil. Os demais estudos foram realizados no México ou envolveram parcerias internacionais, mas foram mantidos por investigarem materiais, métodos ou estratégias com potencial de aplicação no contexto climático e construtivo sul-americano.

Os estudos abordaram fibras vegetais, como coco, fique e fibras derivadas de espécies florestais; resíduos agroindustriais, incluindo casca de arroz e bagaço de cana; materiais de origem mineral e biológica, como argila, adobe e conchas; além de madeira e vegetação incorporada a coberturas, fachadas e espaços urbanos. As estratégias bioclimáticas mais recorrentes envolveram isolamento térmico com materiais naturais, ventilação natural, sombreamento, controle da radiação solar, aproveitamento da inércia térmica e emprego da vegetação para redução dos ganhos de calor.

Em relação ao desempenho térmico, os estudos apresentaram resultados favoráveis à utilização de materiais naturais e estratégias passivas em diferentes escalas de análise, incluindo reduções das temperaturas internas ou superficiais e diminuição da demanda energética destinada à climatização. Entretanto, os resultados variaram conforme o material empregado, as condições climáticas, a configuração construtiva e os métodos de avaliação utilizados. As abordagens metodológicas incluíram simulações computacionais, experimentações laboratoriais, ensaios em campo e análises comparativas com materiais convencionais.

As abordagens metodológicas incluíram ensaios laboratoriais, monitoramentos em campo, avaliação de protótipos, simulações computacionais e análises comparativas com materiais convencionais. A combinação entre procedimentos experimentais e ferramentas de simulação permitiu avaliar propriedades físicas e térmicas dos materiais, além de estimar seu comportamento quando incorporados às edificações.

Entre os estudos provenientes da base Scopus, observou-se predominância de pesquisas experimentais, estudos de campo e simulações voltadas à avaliação de materiais naturais, coberturas vegetadas e técnicas construtivas vernaculares. Os principais materiais, estratégias bioclimáticas e métodos empregados nesses estudos estão sistematizados na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Extração de dados dos estudos selecionados na base Scopus.

ID	Autor (Ano)	País	Tipo de Estudo	Materiais naturais, resíduos ou elementos biológicos	Estratégias Bioclimáticas	Métodos
S1	Stocco, Cantón & Correa (2015)	Argentina	Estudo de campo e simulação	Vegetação urbana (árvores, gramíneas, áreas verdes)	Relação entre áreas sombreadas e superfícies seladas	Medições fixas e móveis, COMFA, SVF, sensores T-HR
S2	Quiñones-Bolaños <i>et al.</i> (2021)	Colômbia	Estudo experimental + simulação computacional	Fibras de coco em argamassa	Materiais naturais como isolantes térmicos em habitação social	Ensaio térmico e mecânico, DSC, EnergyPlus
S3	Aza-Medina <i>et al.</i> (2023)	Peru	Estudo experimental de laboratório	Totora (<i>Schoenoplectus californicus</i>)	Desenvolvimento de painéis isolantes naturais para frio extremo	Ensaio de condutividade térmica, resistência mecânica e fogo
S4	de Souza <i>et al.</i> (2025)	Brasil	Experimental (modelos reduzidos em escala 1:5)	Cobertura verde (grama esmeralda)	Redução da carga térmica por evapotranspiração	Sensores HOBO®, índices THI, BGHI, HCI e TRL
S5	Ramos & Montoya (2025)	Peru	Experimental	Bagaço de cana + gesso + mucilagem de cacto	Materiais residuais biotérmicos em coberturas	Ensaio térmico e mecânico, medições com termohigrômetros
S6	Porras <i>et al.</i> (2025)	México	Experimental de laboratório	Resíduos agrícolas (casca de arroz, fibra de coco, bagaço)	Aproveitamento de biomassa como isolante térmico/acústico	Ensaio térmico e mecânico (densidade, condutividade, resistência, absorção sonora)
S7	Pari-Quispe <i>et al.</i> (2023)	Peru	Experimental de laboratório	Argila, areia, esterco de ovelha e chilligua	Misturas de solo e fibras vegetais para conforto térmico	Ensaio de compressão e condutividade térmica; regressão polinomial
S8	Barrientos & Montoya (2024)	Peru	Estudo de campo + simulação computacional	Madeira (malocas) e alvenaria confinada	Comparação entre tipologias vernaculares e modernas	Medições in situ, CBE Thermal Comfort Tool, Rayman
S9	González-Quiroga <i>et al.</i> (2024)	Colômbia	Revisão teórica e crítica interpretativa	Madeira, palha, barro e fibras naturais	Soluções passivas herdadas de saberes tradicionais	Revisão bibliográfica interdisciplinar

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os estudos selecionados na Web of Science apresentaram maior diversidade de abordagens, incluindo ensaios laboratoriais, modelagem térmica, avaliações de ciclo de vida,

análises arquitetônicas e estudos com protótipos. Também foram identificadas aplicações de fibras vegetais, madeira, terra, vegetação e outros materiais de origem natural no desempenho térmico e ambiental das edificações. A caracterização desses trabalhos é apresentada na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Extração de dados dos estudos selecionados na base Web of Science.

ID	Autor (Ano)	País	Tipo de Estudo	Materiais naturais, resíduos ou elementos biológicos	Estratégias Bioclimáticas	Métodos
W1	Guerra-García <i>et al.</i> (2019)	Colômbia	Estudo de campo experimental	Alvenaria, fibrocimento e concreto leve	Ventilação natural, sombreamento e isolamento térmico	Medições in situ, índices WBGT e psicrometria
W2	Rodríguez Neira <i>et al.</i> (2025)	Chile	Experimental e analítico	Fibra de casca de arroz	Subproduto agrícola como isolamento térmico e energético	Ensaio térmicos e simulação energética
W3	Miranda <i>et al.</i> (2024)	Chile	Experimental e computacional	Borracha reciclada e conchas marinhas	Reaproveitamento de resíduos sólidos e redução da pegada de carbono	Ensaio mecânicos e térmicos; modelagem numérica
W4	Alfaro (2024)	Chile	Revisão teórica + estudo de caso	Adobe, pedra, madeira, palha e esterco	Proteção contra frio (isolamento e massa térmica)	Revisão bibliográfica e análise climática regional
W5	Sanyé-Mengual <i>et al.</i> (2024)	Colômbia, Brasil, Espanha, Países Baixos, Alemanha e Portugal	Experimental (protótipo urbano)	Solo, substratos vegetais e água	Mitigação do calor urbano pela evapotranspiração	Monitoramento microclimático com sensores de temperatura e umidade
W6	Molina <i>et al.</i> (2025)	Chile	Experimental de laboratório	Madeira <i>Pinus radiata</i> impregnada com PCM biofase	Armazenamento térmico e isolamento acústico	Ensaio térmicos (DSC, Hot Disk), acústicos e mecânicos
W7	Naranjo <i>et al.</i> (2020)	Colômbia	Experimental (protótipos)	Substrato vegetal com espécies nativas	Redução do ganho térmico por cobertura verde	Medições de temperatura e umidade, imagens térmicas
W8	García Sanchez <i>et al.</i> (2021)	Colômbia	Experimental e simulação	Fibras de fique (<i>Furcraea andina</i>)	Isolamento térmico natural e sustentável	Ensaio térmicos e simulação em EnergyPlus

W9	Dipasquale <i>et al.</i> (2025)	Chile	Experimental e LCA	Madeira certificada, lã vegetal e isolamento natural	Orientação solar e ventilação cruzada	Ferramentas LCA (SimaPro), EnergyPlus e SketchUp
W10	Florez <i>et al.</i> (2021)	Colômbia e Espanha	Experimental e modelagem matemática	Madeira e lona de algodão	Isolamento e ventilação natural em cúpulas geodésicas	Modelagem térmica e análise Monte Carlo
W11	Wieser <i>et al.</i> (2021)	Peru	Experimental de laboratório/protótipo	Materiais locais e naturais	Analisa estratégias bioclimáticas passivas	Validação de protótipo; avaliação do desempenho térmico e das estratégias bioclimáticas passivas

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A comparação entre as duas bases evidencia que os estudos incluídos apresentam variedade de materiais, escalas de aplicação e procedimentos metodológicos. Enquanto parte das pesquisas se concentra na caracterização experimental de fibras, madeiras e materiais de terra, outras avaliam soluções em escala de edificação ou espaço urbano, como coberturas verdes, ventilação natural e estratégias de controle climático. Conforme sintetizado nas Tabelas 1 e 2, essa diversidade metodológica amplia a compreensão sobre as possibilidades de integração entre materiais naturais e estratégias bioclimáticas no contexto sul-americano.

Discussão

Os estudos analisados indicam que a integração entre materiais naturais, elementos biológicos e estratégias bioclimáticas apresenta potencial para melhorar o desempenho térmico das edificações sul-americanas. A predominância de estudos experimentais, monitoramentos em campo e simulações computacionais demonstra um esforço crescente de validação técnica dessas soluções, permitindo avaliar propriedades térmicas, físicas, mecânicas e energéticas em diferentes contextos climáticos.

A ausência de estudos provenientes da ScienceDirect na amostra final não deve ser interpretada como inexistência de pesquisas sobre o tema nessa base, mas como resultado da combinação entre a estratégia de busca, o recorte geográfico e os critérios de elegibilidade adotados. Ainda assim, esse resultado reforça a importância da consulta a múltiplas bases, uma

vez que a produção científica relevante pode apresentar distribuição desigual entre diferentes plataformas de indexação.

A concentração de estudos em regiões altoandinas, tropicais e semiáridas evidencia maior atenção a contextos caracterizados por condições climáticas extremas ou por limitações de acesso a sistemas convencionais de climatização. No entanto, foram identificados poucos trabalhos diretamente relacionados à região amazônica, apesar da diversidade de recursos biológicos e da disponibilidade de resíduos agrícolas e florestais potencialmente aplicáveis ao desenvolvimento de biomateriais. Essa baixa representatividade aponta possibilidades para pesquisas futuras envolvendo fibras regionais, resíduos florestais e outros materiais de origem biológica.

Outro aspecto observado foi a valorização de conhecimentos e técnicas construtivas vernaculares. Materiais como adobe, madeira, palha, fibras vegetais e esterco já são historicamente utilizados em edificações adaptadas às condições climáticas locais. Quando associados a ensaios laboratoriais, monitoramentos e simulações computacionais, esses conhecimentos podem contribuir para o desenvolvimento de soluções híbridas que conciliem desempenho técnico, disponibilidade regional e adequação cultural.

As coberturas e fachadas vegetadas também se destacaram como estratégias baseadas na incorporação de elementos biológicos às edificações. Os estudos demonstraram que processos como sombreamento e evapotranspiração podem contribuir para a redução das temperaturas superficiais e dos ganhos térmicos. No entanto, o desempenho dessas soluções depende de fatores como espécie vegetal, disponibilidade hídrica, espessura do substrato, manutenção e condições climáticas locais.

Apesar dos resultados favoráveis, permanecem limitações relacionadas à avaliação de custos, durabilidade, manutenção, impactos ambientais e possibilidade de aplicação em larga escala. Poucos estudos realizaram análises de ciclo de vida ou comparações econômicas abrangentes entre materiais naturais e convencionais. A ausência dessas informações dificulta a formulação de recomendações mais conclusivas para políticas públicas, certificações ambientais e programas de incentivo à utilização de biomateriais na construção civil.

CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática indicou que materiais naturais, elementos biológicos e estratégias bioclimáticas apresentam potencial para contribuir com o conforto térmico e a eficiência

energética das edificações, especialmente em contextos sul-americanos. Os estudos analisados relataram melhorias no desempenho térmico, redução da necessidade de climatização em determinados casos e valorização de práticas construtivas locais, evidenciando possibilidades de integração entre recursos naturais, conhecimentos vernaculares e tecnologias contemporâneas.

Também foram identificadas lacunas relacionadas à baixa representatividade do contexto amazônico e à escassez de análises econômicas, avaliações de ciclo de vida, estudos de durabilidade e investigações sobre a aplicação dos materiais em maior escala. Essas limitações indicam a necessidade de pesquisas que avancem além da caracterização térmica e mecânica, incorporando aspectos ambientais, econômicos e de viabilidade construtiva.

Pesquisas futuras podem ampliar a investigação de biomateriais regionais, fibras vegetais e resíduos agrícolas e florestais, além de aprofundar a relação entre biodiversidade, desempenho construtivo e inovação arquitetônica. Ao sistematizar a produção científica recente, este estudo contribui para a compreensão das principais abordagens, métodos e limitações da arquitetura bioclimática associada ao uso de materiais naturais, oferecendo referências para o desenvolvimento de pesquisas e soluções arquitetônicas mais adequadas às condições ambientais e culturais da América do Sul.

AGRADECIMENTOS

Este estudo contou com o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), por meio de fomento à pesquisa de pós-graduação. A autora agradece à instituição pelo incentivo à produção científica na Amazônia.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. *et al.* **Materiais de construção sustentáveis**: desafios e oportunidades. São Paulo: IPT/USP, 2015. 178 p.

ALFARO-MALATESTA, S. El proyecto de Magdalena Gutiérrez: poética del habitar en el Desierto de Atacama. Los cuatro modos de gestión del clima. **Arquitecturas del Sur**, v. 42, n. 66, p. 60-77, jul. 2024.

AZA-MEDINA, L. C. *et al.* Characterization of the thermal behavior, mechanical resistance, and reaction to fire of totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Sojak) panels and their potential use as a sustainable construction material. **Journal of Building Engineering**, v. 69, p. 105984, jun. 2023.

BA, L. *et al.* Thermal performance of bio-based materials for sustainable building insulation: a numerical study. **Fibers**, v. 13, n. 5, p. 52, abr. 2025.

BARROS, J. G. *et al.* Viabilidade do uso de fibras vegetais para construções sustentáveis: uma revisão. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 11, p. 19754-19771, nov. 2023.

CASTRO BARRIENTOS, N. L.; MONTOYA TORRES, V. S. Revaluation of vernacular architecture in a hot humid climate in Villa Rica - Peru: a study of thermal comfort compared to confined masonry. **Civil Engineering and Architecture**, v. 12, n. 6, p. 3888-3903, out. 2024.

DE SOUZA, M. A. *et al.* Effect of green roofs on the thermal environment of prototype broiler houses. **AgriEngineering**, v. 7, n. 1, p. 16, jan. 2025.

DIPASQUALE, L. *et al.* Sustainable design of a tiny house: using a life cycle assessment approach to compare the environmental performance of industrial and earth-based building systems. **Buildings**, v. 15, n. 3, p. 491, fev. 2025.

ESENARRO, D. *et al.* Management techniques of ancestral hydraulic systems, Nasca, Peru; Marrakech, Morocco; and Tabriz, Iran in different civilizations with arid climates. **Water**, v. 15, n. 19, p. 3407, set. 2023.

FLOREZ, F. *et al.* Passive strategies to improve the comfort conditions in a geodesic dome. **Mathematics**, v. 9, n. 6, p. 663, mar. 2021.

GARCÍA SÁNCHEZ, G. F.; GUZMÁN LÓPEZ, R. E.; GONZALEZ-LEZCANO, R. A. Figue as a sustainable material and thermal insulation for buildings: study of its decomposition and thermal conductivity. **Sustainability**, v. 13, n. 13, p. 7484, jul. 2021.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1998. 464 p.

GUERRA-GARCÍA, L. M.; FERREIRA-TINÔCO, I. F.; OSORIO-SARAZ, J. A.; OSORIO-HERNÁNDEZ, R. Thermal comfort in buildings for wet processing of coffee. **Revista de Arquitectura**, Bogotá, v. 21, n. 2, p. 101-111, 2019.

HERNÁNDEZ PORRAS, R.; MARTINEZ OSORIO, P. A.; GUERRERO, A. J. Confort térmico desde la perspectiva de la arquitectura vernácula. Descolonizando tecnologías sostenibles. **Módulo arquitectura - CUC**, v. 32, p. 98-118, fev. 2025.

JARAMILLO, H. Y. *et al.* Thermoacoustic, physical, and mechanical properties of bio-bricks from agricultural waste. **Buildings**, v. 15, n. 13, p. 2183, jun. 2025.

MIRANDA, A. *et al.* High-performance concrete from rubber and shell waste materials: experimental and computational analysis. **Materials**, v. 17, n. 22, p. 5516, nov. 2024.

MOLINA, P. *et al.* Enhancement of thermal-acoustic properties of *Pinus radiata* by impregnation of bio-phase-change materials. **Buildings**, v. 15, n. 8, p. 1320, abr. 2025.

NARANJO, A. *et al.* Evaluation of semi-intensive green roofs with drainage layers made out of recycled and reused materials. **Coatings**, v. 10, n. 6, p. 525, maio 2020.

OLGYAY, V. **Design with climate**: bioclimatic approach to architectural regionalism. Updated ed. Princeton: Princeton University Press, 2015. 208 p.

PAGE, M. J. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, London, v. 372, n. 71, 2021.

PARI-QUISPE, D. K. *et al.* Percepción térmica de usuarios en la vivienda vernácula de la comunidad Uro del lago Titicaca en Perú. **Revista Hábitat Sustentable**, p. 22-33, jun. 2024.

QUIÑONES-BOLAÑOS, E. *et al.* Potential use of coconut fibre modified mortars to enhance thermal comfort in low-income housing. **Journal of Environmental Management**, v. 277, p. 111503, out. 2020.

RAMOS, A. D. B.; TORRES, V. S. M. Use of biopanel in bagasse-derived ceilings for thermal comfort in homes in the Sierra - Altoandina, Aramachay, Jauja. **Civil Engineering and Architecture**, v. 13, n. 2, p. 1305-1316, mar. 2025.

RODRÍGUEZ NEIRA, K. *et al.* Characterization and energy performance of rice husk fiber insulation applied by the blowing technique in an industrialized modular housing system. **Applied Sciences**, v. 15, n. 9, p. 4602, abr. 2025.

SANYÉ-MENGUAL, E. *et al.* Urban horticulture in retail parks: environmental assessment of the potential implementation of rooftop greenhouses in European and South American cities. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3081-3091, jan. 2018.

SOSA, M. B.; CORREA, E. N.; CANTÓN, M. A. Neighborhood designs for low-density social housing energy efficiency: case study of an arid city in Argentina. **Energy and Buildings**, v. 168, p. 137-146, jun. 2018.

STOCCO, S.; CANTÓN, M. A.; CORREA, E. N. Design of urban green square in dry areas: thermal performance and comfort. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, n. 2, p. 323-335, 2015.

TSOKA, S. Optimizing indoor climate conditions in a sports building located in continental Europe. **Energy Procedia**, v. 78, p. 2802-2807, nov. 2015.

WIESER, M.; RODRÍGUEZ-LARRAÍN, S.; ONNIS, S. Estrategias bioclimáticas para clima frío tropical de altura. Validación de prototipo de vivienda. Puno, Perú. **ESTOA**, v. 10, n. 19, p. 9-19, jan. 2021.

ZALLIO, M.; CLARKSON, P. J. Inclusion, diversity, equity and accessibility in the built environment: a study of architectural design practice. **Building and Environment**, v. 206, p. 108352, set. 2021.