

Paredes verdes implantadas em pátio: estratégia de resfriamento evaporativo para edificações em clima tropical

Green walls in internal courtyards: evaporative cooling strategy for buildings in tropical climate

Recibido: julio 04 de 2025 • Evaluado: septiembre 11 de 2025 • Aceptado: junio 05 de 2026

CÓMO CITAR

Nunes, G. K., Callejas, I. J. A., y Durante, L. C. (2026). Paredes verdes instaladas en patio: estrategia de enfriamiento evaporativo para edificios en clima tropical. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 28(2), 135-152. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2026.28.7112>

Gabriela Kehrwald Nunes*
Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá
(Brasil)
<https://ror.org/01mqvjv41>

Luciane Cleonice Durante***
Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá
(Brasil)
<https://ror.org/01mqvjv41>

Ivan Julio Apolonio Callejas**
Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá
(Brasil)
<https://ror.org/01mqvjv41>

RESUMO

Pátios internos constituem uma estratégia bioclimática amplamente utilizada em regiões de clima quente por favorecerem a ventilação natural, o sombreamento e a regulação das condições ambientais. Neste contexto, o presente estudo analisa a contribuição de paredes vegetadas para o desempenho microclimático de uma edificação histórica localizada em Cuiabá, Mato Grosso, inserida em clima tropical de savana. A pesquisa foi desenvolvida por meio de modelagem computacional no software ENVI-met, calibrada com dados meteorológicos obtidos em campo, o que permitiu a comparação entre a configuração existente do edifício e um cenário com a implantação de paredes vegetadas em um dos pátios internos. Foram avaliadas as alterações nas variáveis temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média, velocidade do ar e no índice de conforto térmico PET, considerando suas distribuições horizontal e vertical. Os resultados evidenciaram que a vegetação vertical promove modificações microclimáticas localizadas, associadas principalmente aos processos de evapotranspiração e sombreamento, contribuindo para a formação de condições térmicas mais amenas nos espaços diretamente influenciados pela intervenção. Também foi observada a propagação parcial desses efeitos para corredores e ambientes adjacentes, condicionada pelas características de ventilação e de permeabilidade da edificação. Conclui-se que a associação entre pátios e paredes vegetadas representa uma estratégia passiva capaz de qualificar o ambiente construído em regiões tropicais, reforçando o papel integrado da vegetação e da arquitetura na adaptação às condições de calor urbano.

Palavras-chave

arquitetura bioclimática; clima tropical; pátios internos; simulação computacional; temperatura equivalente fisiológica (PET); vegetação vertical

ABSTRACT

Internal courtyards are a bioclimatic strategy widely adopted in hot-climate regions due to their ability to enhance natural ventilation, provide shading, and regulate environmental conditions. In this context, the present study investigates the contribution of vegetated walls to the microclimatic performance of a historic building located in Cuiabá, Mato Grosso, within a tropical savanna climate. The research was conducted through computational modeling using the ENVI-met software, calibrated with on-site meteorological data, allowing comparison between the existing configuration and a scenario with vegetated walls installed in one of the internal courtyards. Changes in air temperature, relative humidity, mean radiant temperature, air velocity, and the Physiological Equivalent Temperature (PET) index were evaluated, considering both their horizontal and vertical distribution. The results demonstrated that vertical vegetation promotes localized microclimatic modifications, primarily associated with evapotranspiration and shading processes, thereby contributing to more favorable thermal conditions in areas directly influenced by the intervention. Partial propagation of these effects into adjacent corridors and indoor spaces was also observed, depending on the building's ventilation patterns and spatial permeability. It is concluded that the integration of courtyards and vegetated walls represents a passive strategy that can enhance the environmental performance of buildings in tropical regions, reinforcing the complementary role of vegetation and architecture in adapting the built environment to urban heat conditions.

Keywords

bioclimatic architecture; computational simulation; internal courtyards; physiological equivalent temperature (PET); tropical climate; vertical greenery

- ✦ Arquiteta e Urbanista, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá (Brasil)
Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET)
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=EdoLz6QAAAAJ&hl>
📄 <https://orcid.org/0009-0002-4168-3058>
✉ gabriela.nunes@sou.ufmt.br / gabriela.kehrwald@outlook.com
- ✪✪ Engenheiro Civil, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá (Brasil)
Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET)
Doutor em Física Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, UFMT.
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=TCieA78AAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0001-7877-7029>
✉ ivancalejas1973@gmail.com / ivan.callejas@ufmt.br
- ✪✪✪ Engenheira Civil, Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Cuiabá (Brasil)
Docente do Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET)
Doutora em Física Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, UFMT.
◆ <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=pUvjITIQAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0002-4998-4587>
✉ luciane.durante@hotmail.com / luciane.durante@ufmt.br

INTRODUÇÃO

O pátio é considerado um espaço de transição, um ambiente externo fechado ou semifechado, cercado pela edificação e aberto ao céu, que atua como elemento integrador entre interior e exterior (Rodríguez-Algeciras et al., 2018). É comum em regiões de clima quente, como o Mediterrâneo e áreas desérticas, onde contribui para o conforto térmico ao promover ventilação cruzada, iluminação natural e áreas sombreadas protegidas para permanência e socialização (Rivera-Gómez et al., 2019). Do ponto de vista bioclimático, os pátios influenciam o microclima ao regular as trocas térmicas com o meio externo, modificando a ventilação, a temperatura do ar e a umidade relativa (Markus, 2016; Callejas et al., 2020).

O pátio tem sido utilizado como estratégia bioclimática passiva, atuando como modificador do microclima e contribuindo para a melhoria do conforto térmico (Diz-Mellado et al., 2021). Sua geometria, em especial a razão entre altura (H) e largura (W), e sua orientação solar influenciam diretamente o sombreamento e o ganho de radiação nas envoltórias, afetando a temperatura interna dos espaços adjacentes (Rivera-Gómez et al., 2019). Além disso, as características estéticas, como composição morfológica (cores, texturas e materiais) e elementos naturais (vegetação, flores e água), podem ser manipuladas para otimizar seu desempenho.

Assim, as características físicas e estéticas do pátio constituem alguns dos principais fatores que influenciam o conforto térmico de seus ocupantes. Nesse sentido, a vegetação implantada nos pátios, além de melhorar sua composição paisagística, diminui a temperatura do ar e aumenta a umidade do ar devido aos processos de evapotranspiração, influenciando também a dinâmica dos padrões de vento (Li & Song, 2019; Haseh et al., 2018; Shashua-Bar et al., 2011). Além disso, a sombra proporcionada pela vegetação reduz a absorção de radiação solar do envoltório interno, reduzindo as temperaturas das superfícies. Esses efeitos dependem das espécies de árvores, volume da copa e índices de área e densidade foliar (Haseh et al., 2018), sendo um recurso relevante tanto para ambientes externos quanto internos.

Nesse contexto, destaca-se o potencial dos sistemas de vegetação vertical, também conhecidos como jardins verticais, paredes verdes ou fachadas vivas. Esses sistemas são elementos que, além de diversificarem a paisagem, têm potencial para trazer benefícios às edificações. Eles podem ser aplicados diretamente nas fachadas das edificações ou em estruturas independentes e são classificados principalmente em dois tipos: fachadas verdes, nas quais plantas trepadeiras crescem com apoio nas superfícies, e paredes vivas, que

utilizam substratos incorporados à estrutura para sustentar espécies não trepadeiras (Loh, 2008; Köhler, 2008; Manso; Castro-Gomes, 2015; Besir; Cuce, 2018). Classificam-se ainda em sistemas extensivos (mais leves, simples e de manutenção reduzida) e intensivos (mais espessos, que demandam maior investimento e manutenção) (Scherer; Alves; Redin, 2018).

Estudos evidenciam o desempenho térmico das paredes verdes. Jesus, Lourenço e Ruiz (2016) investigaram a redução térmica no meio urbano com presença de parede viva, por meio de medições in situ de parâmetros climáticos de temperatura, umidade e velocidade do vento de um jardim vertical e uma fachada convencional localizados em Madri, que possui clima mediterrâneo continental. Os resultados indicaram uma redução térmica, com reduções de temperatura entre -2,5°C e -2,9°C. De modo semelhante, Barbosa et al. (2018), em região de clima tropical, encontraram uma redução de até -2,5°C na temperatura do ar e de até -7,4°C na temperatura média radiante no entorno próximo ao jardim, em relação a uma parede sem jardim vertical.

A literatura destaca que a vegetação vertical proporciona benefícios em diferentes escalas, tanto na escala urbana quanto na do edifício. De acordo com Wood, Bahrami, e Safarik, 2014, embora as fachadas vegetadas ofereçam vantagens para o entorno imediato e para os ambientes internos, seus efeitos variam conforme o clima da região, a geometria e orientação, o tipo de sistema e as espécies utilizadas.

Na escala urbana, um dos principais impactos consiste na minimização dos efeitos das ilhas de calor, uma vez que a incorporação de vegetação nos edifícios atua como reguladora térmica ao suavizar as variações de temperatura e elevar a umidade do ar, o que favorece a qualidade ambiental dos meios urbanos (Haseh et al., 2018). Além disso, outros efeitos positivos considerados na escala urbana são o impacto psicológico positivo causado pela vegetação nos habitantes dos centros urbanos, a promoção da biodiversidade devido ao potencial das fachadas vegetadas de serem habitats de pequenos animais, e, ainda, a contribuição da vegetação para amenizar ruídos provenientes do meio urbano (Wood, Bahrami, e Safarik, 2014).

Em relação aos benefícios na escala da edificação, os autores citam a melhora na eficiência energética do edifício, uma vez que os sistemas de vegetação vertical promovem a redução do fluxo de calor por evaporação e sombreamento, minimizando a necessidade de climatização artificial (Wong et al., 2010). A vegetação também protege a fachada, atuando como

barreira contra a radiação ultravioleta, reduzindo a flutuação diária de temperatura e outros possíveis danos (Li & Song, 2019). Entre outros efeitos, destacam-se o potencial de valorização do imóvel e a contribuição para a obtenção de certificações ambientais, como o selo *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) (Scherer; Alves; Redin, 2018).

No contexto das mudanças climáticas, em que condições extremas de calor têm se tornado frequentes, a busca por estratégias passivas de resfriamento evaporativo voltadas ao arrefecimento do espaço urbano e do ambiente construído torna-se cada vez mais relevante. Pesquisas apontam o pátio como uma estratégia arquitetônica capaz de proporcionar ambientes térmicos mais amenos em relação ao ambiente externo (Diz-Mellado et al., 2021; Callejas et al., 2020; Rivera-Gómez et al., 2019). Apesar dos avanços no campo das estratégias bioclimáticas, ainda são escassos os estudos que investigam, de forma integrada, os efeitos da aplicação de paredes vegetadas no interior de pátios e a influência sobre o microclima de edificações em clima tropical. Essa lacuna

mostra-se relevante no contexto atual de emergência climática, marcado pela intensificação de eventos extremos de calor.

Assim, esta pesquisa tem como objetivo analisar os impactos microclimáticos decorrentes da implantação de paredes vegetadas do tipo “paredes vivas” no interior de um pátio localizado em Cuiabá, cidade de clima tropical. A metodologia adota simulações computacionais por meio do *software* ENVI-met, possibilitando a comparação entre dois cenários: o existente, com condições atuais, e o hipotético, com a introdução de paredes vegetadas. Pretende-se quantificar as alterações nas variáveis de temperatura do ar, umidade relativa, temperatura radiante média, velocidade do ar e sensação térmica (índice PET), tanto no pátio quanto nos ambientes adjacentes, considerando sua propagação horizontal e vertical. Dessa forma, o estudo busca contribuir para o avanço do conhecimento sobre estratégias bioclimáticas aplicadas a edificações em clima tropical, enfatizando a sustentabilidade do ambiente construído e a promoção do conforto térmico passivo por meio da integração entre arquitetura e vegetação.

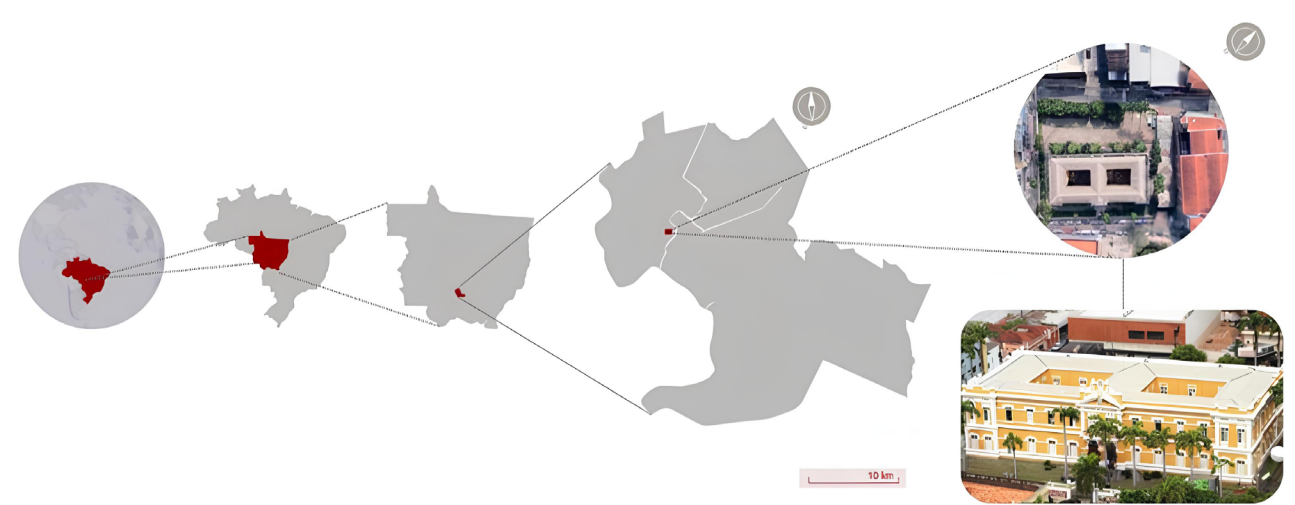
METODOLOGIA

Área de estudo

A pesquisa foi realizada no município de Cuiabá (15°36'36" S; 56°11'04" W), capital do Estado de Mato Grosso, no Centro-Oeste do Brasil (Figura 1). A região é caracterizada por um clima Tropical Semiúmido ou Tropical de

Savana (Köppen-Geiger Aw), com duas estações distintas: uma chuvosa (quente e úmida, de outubro a abril) e uma seca (quente e seca, de maio a setembro). A temperatura média anual, mínima e máxima é, respectivamente, 27,9°C, 23°C e 30°C (Callejas et al., 2019).

Figura 1. Localização de Cuiabá e do edifício Palácio da Instrução



Fonte: Google imagens. Adaptado pelos autores (2025).

Caracterização do objeto e local de pesquisa

O Edifício do Palácio da Instrução, construído em 1913, constitui objeto da pesquisa. O edifício é composto por dois pavimentos e dois pátios

internos posicionados de forma simétrica, cada um contando com 10 m de largura (W), 13,70 m de comprimento (L) e 11,80 m de altura (H), apresentando uma relação de aspecto (RA), definida como a razão entre a altura e a largura dos pátios (H/W), igual a 1,18. Os espaços

internos possuem aberturas (portas e janelas) que conectam-se aos pátios. Na condição atual, ambos possuem configurações paisagísticas distintas, uma vez que o pátio direito (a) possui uma fonte de água desativada e o pátio esquerdo (b) possui dois exemplares de

palmeiras (família Arecaceae) (Figura 2). Essa simetria dos pátios permitiu uma comparação direta dos impactos proporcionados pela estratégia bioclimática estudada, uma vez que apenas o pátio direito recebeu a implantação da parede vegetada no seu perímetro.

Figura 2. Características dos pátios internos, sendo (a) direito e (b) esquerdo



Fonte: Os autores (2025).

Coleta de dados meteorológicos

Duas estações meteorológicas (da marca OnsetComp, modelos Hobo U-30 e U-13) foram utilizadas para registrar as variáveis ambientais dentro e fora do pátio e calibrar o modelo computacional (Figura 3). Uma delas foi posicionada na cobertura do edifício (Est. 01), a 14 metros de altura, registrando temperatura (Ta), umidade (UR%), velocidade do ar (va) e radiação solar (Rg). Outra, no pátio da ala direita (Est. 02),

a 1,4 metros de altura, registrando temperatura e umidade relativa do ar (Figura 3). Todos os sensores atendem às recomendações da International Organization for Standardization (ISO 7726, 2007; ISO 8996, 2004) e foram calibrados antes das medições. O monitoramento foi realizado continuamente ao longo de 2019, com registros horários das variáveis ambientais, o que permitiu identificar os dias representativos das condições térmicas da cidade, posteriormente utilizados nas simulações computacionais.

Figura 3. Posicionamento das estações meteorológicas na cobertura do edifício (Est. 01) e no pátio da ala direita (Est. 02), selecionado para a calibração do modelo computacional e para as simulações com inserção das paredes verdes



Fonte: Os autores (2025).

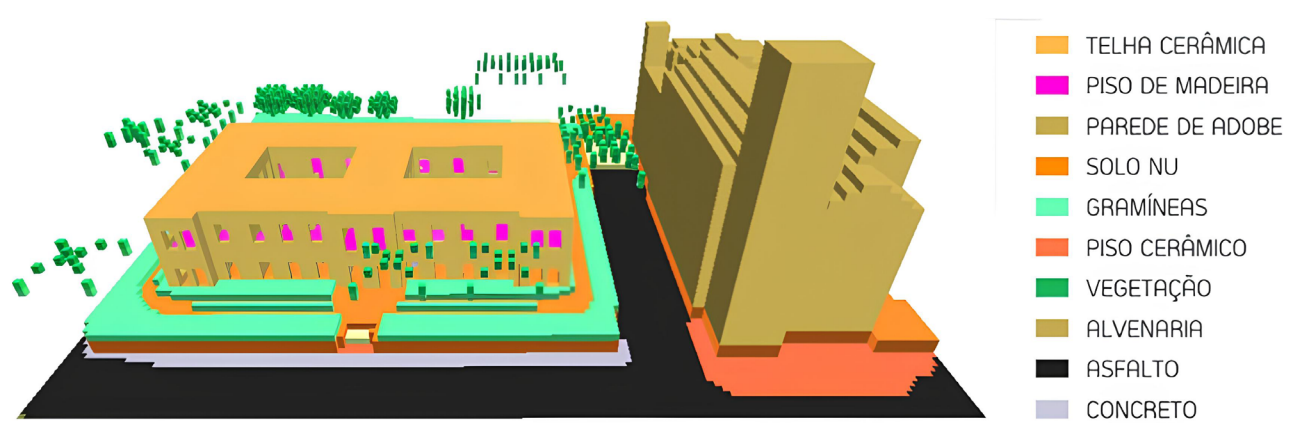
Modelagem computacional no software ENVI-met

Determinação dos parâmetros do entorno do local pesquisado

Para a modelagem do local de estudo no software ENVI-met (Figura 4), identificou-se a tipologia da edificação a partir da planta baixa e de seu entorno imediato, com auxílio de fotografias e imagens de satélite, categorizando os elementos constituintes da área a ser modelada

por meio de levantamento de campo, definindo as propriedades termofísicas dos materiais construtivos e dos revestimentos existentes. Paralelamente, conduziu-se um levantamento das condições topográficas do terreno e da vegetação existente no entorno das áreas de interesse. Ao final, os elementos foram categorizados em: revestimentos (solo nu, asfalto e concreto), vegetação (forração, arbustos e arbórea), sistema de cobertura (telhas cerâmicas e forro de madeira) e sistema de vedação vertical (parede de adobe e sistema de vedação vertical (parede de adobe de 0,80 m de espessura).

Figura 4. Modelagem 3D da edificação estudada e seu entorno no software ENVI-met



Fonte: Os autores (2025).

As propriedades físicas e térmicas dos materiais identificados na área de pesquisa foram obtidas conforme a Norma Brasileira ABNT NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2005), vigente no período de realização do estudo. Para a modelagem computacional, foram considerados, conforme aplicável a cada material, os parâmetros de condutividade térmica, densidade, calor específico, espessura e absorvância superficial, necessários à caracterização do comportamento térmico dos componentes construtivos. Para os demais materiais, como solo, revestimento asfáltico e concreto, utilizaram-se os valores padrão disponibilizados no banco de dados do software ENVI-met. Para

captar a influência microclimática do entorno no edifício, consideraram-se os parâmetros de modelagem (Tabela 1), com um grid de 142 x 103 x 55 (x,y,z). Estabeleceu-se um grid unitário de 1 x 1 x 1 m para representar as edificações e as superfícies existentes a serem modeladas.

Optou-se, na modelagem, por manter todas as aberturas da edificação (portas e janelas) abertas, uma vez que o enfoque é identificar a extensão do impacto da estratégia para além do pátio, nos corredores e salas adjacentes. Foi considerada a rotação de -54° em relação ao norte, com base na sua localização obtida por meio da ferramenta Google Earth (Latitude: -15.60 | Longitude: -56.10).

Tabela 1. Descrição dos parâmetros de modelagem utilizados no software

Parâmetros	Dados
Número de grid totais	142 x 103 x 55
Tamanho do grid unitário	1 x 1 x 1 m
Nesting grids	5
Rotação do modelo em relação ao norte	-54°

Fonte: Os autores (2025).

Determinação dos parâmetros da vegetação e parede vegetada

A vegetação estabelecida dentro e ao redor da área do edifício foi identificada quanto às características taxonômicas e dendrológicas. O parâmetro de entrada para a vegetação do modelo é a densidade da área foliar (DAF), expressa em m²/m³. Os valores de DAF foram determinados a partir de um índice de área foliar (IAF) obtido em uma pesquisa anterior conduzida em exemplares locais de árvores na região (Rosseti et al., 2019; Callejas et al., 2014). As árvores foram classificadas em termos de DAF, em três categorias: a) baixa densidade – DAF ≤ 3,45 m²/m³, b) densidade média – 3,5 m²/m³ < DAF ≤ 4,9 m²/m³, e c) alta densidade – DAF

> 4,9 m²/m³. Os valores de DAF e as características dendrológicas de cada árvore (altura do tronco e da copa, por exemplo) foram ajustados no banco de dados de plantas para representar cada exemplar existente no local pesquisado. A classificação dos exemplares em baixa, média ou alta densidade foliar foi realizada com base nos intervalos de DAF previamente definidos, sendo essa categorização utilizada como parâmetro de entrada para a representação da vegetação no modelo computacional. Além disso, a espécie de grama foi ajustada para a simulação, considerando um tipo encontrado na região - grama-batatais (*Paspalum notatum*) - cujo valor do índice de área foliar está indicado (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros da espécie grama-batatais (*Paspalum notatum*)

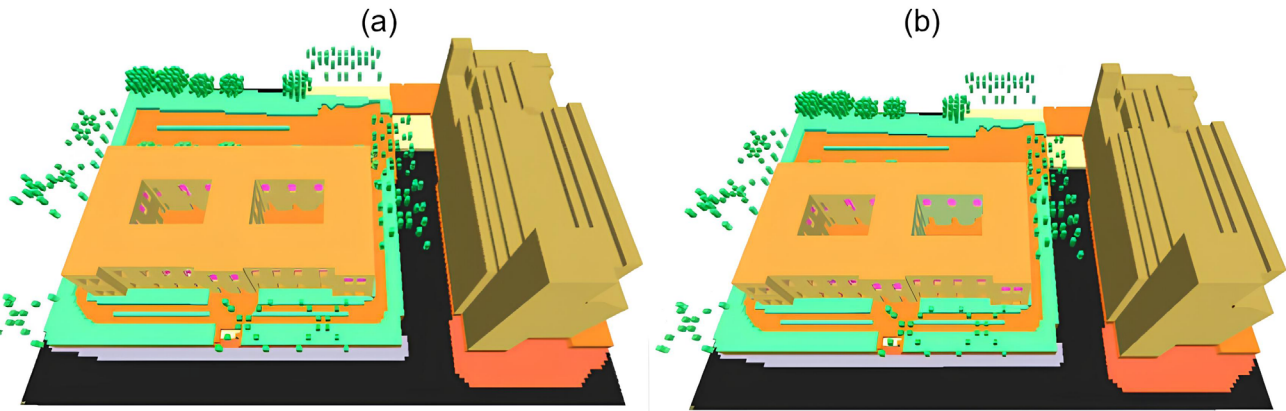
Parâmetros	Valor
IAF (índice de área foliar)	3,0 m ² /m ²
DAF (considerado homogêneo na altura)	0,30 m ² /m ³
Altura	0,10 m

Fonte: Os autores (2025).

As vegetações do tipo gramíneas e os espécimes arbóreos foram considerados na calibração do modelo real da edificação (Figura 5a). Já para o cenário hipotético, considerou-se a implantação de um jardim vertical do tipo paredes vivas contínuas em todas as paredes do pátio direito (Figura 5b), com espécie do tipo gramínea, conforme parâmetros de modelagem padrão do software, com suas respec-

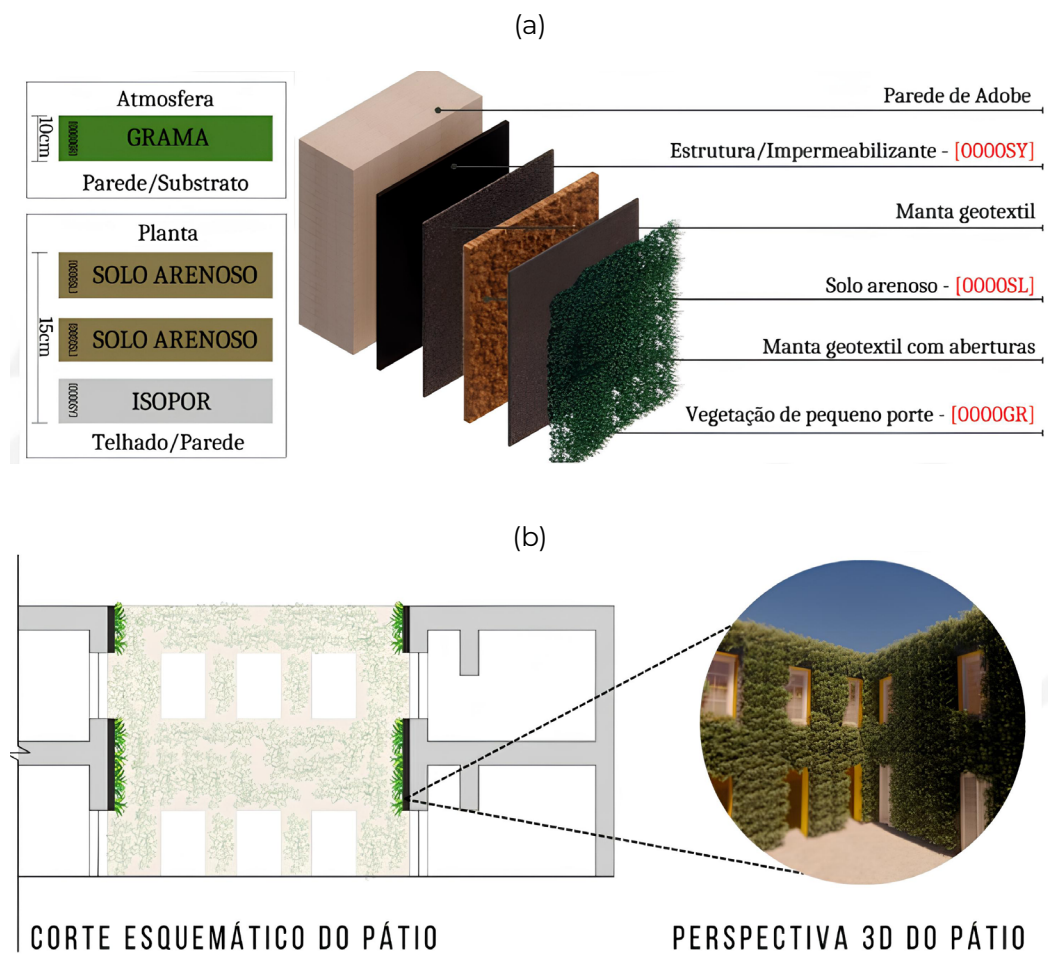
tivas camadas de substrato especificadas na Figura 6. O solo considerado nas camadas de base é o “solo franco”, designação dada àqueles cujas texturas e composições se aproximam do solo ideal para efeitos de cultivo. Com vistas a isolar e impermeabilizar as camadas de solo da superfície superior do telhado, o programa considera também a presença de uma camada de isopor (EPS).

Figura 5. Modelagem dos cenários atual (a – pátio direito sem paredes vegetadas) e hipotético (b – paredes vegetadas no pátio direito) do edifício



Fonte: Os autores (2025).

Figura 6. Especificação das camadas de vegetação (cor verde floresta), substrato (cor verde oliva) e impermeabilizante (cor cinza) e (b) representação do jardim vertical no pátio



Fonte: Os autores (2025).

Procedimento de calibração do modelo simulado

Para a simulação, utilizou-se o ENVI-guide, incorporando as abas: "Configurações Gerais" e "Forçamento Completo". Na primeira, foram estabelecidas as configurações iniciais para o período de simulação e as condições atmosféricas observadas no dia anterior à data desejada (Tabela 3). O dia selecionado apresenta

condições sinópticas para o período pesquisado (céu aberto, sem interferência de nebulosidade). Na aba seguinte, são introduzidos dados meteorológicos de temperatura e umidade do ar observados in loco, visando “forçar” os dados simulados a se aproximarem dos medidos e calibrar o modelo. Consideraram-se as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, medidas no interior do pátio para conduzir o procedimento de calibração.

Tabela 3. Parâmetros de entrada para simulação no *software* ENVI-met

Parâmetros	Valor
Data de início da simulação	11/07/2019
Hora de início da simulação	20h00min0s
Duração total	28 horas
Intervalo de registro	60 min
Velocidade do vento a 10 m	1,94 m/s
Direção do vento	317°
Rugosidade z0 no ponto de referência	0,1
Temperatura inicial da atmosfera	27,24°C

Parâmetros	Valor
Umidade específica a 2500m	7,36 g/kg
Umidade relativa a 2m	50%

Fonte: Os autores (2025).

Para validação do modelo, conduziu-se uma análise estatística entre os dados simulados e os observados in loco por meio da derivação do Erro Absoluto Médio (EAM) (Equação 1), que calcula a média dos desvios absolutos entre as variáveis simuladas e observadas, e da Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) (Equação 2), que quantifica o erro quadrático médio entre as variáveis simuladas e observadas, utilizando ainda o Índice de Concordância (d) (Equação 3), uma medida descritiva que avalia a congruência das variáveis simuladas com as observadas (Willmott, 1982). Destaca-se que, quanto menores forem os valores de EAM e REQM, maior será a proximidade entre os valores simulados e observados, enquanto um valor de *d* mais próximo de 1 indica maior concordância entre os dados simulados e observados. Os resultados da calibração serão apresentados posteriormente.

Equação 1
$$EAM = \frac{\sum_{i=1}^n |P_i - O_i|}{N}$$

Equação 2
$$REQM = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2}{N}}$$

Equação 3
$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{O})^2}{\sum_i (P_i - \bar{O}) + |O_i - \bar{O}|^2} \right]$$

Onde:

Pi = valor simulado (denominado de previsto);

Oi = valor medido (observado);

Ō = valor médio medido (observado) pelo intervalo de tempo da calibração;

N = número de medições realizadas.

Avaliação dos impactos ocasionados pela implantação de jardim vertical

Considerado calibrado o modelo computacional, procedeu-se à simulação do modelo hipotético com a implantação da estratégia bioclimática. Para quantificar os benefícios da estratégia passiva de uso de paredes vegetadas nas variáveis ambientais de temperatura do ar (Ta), umidade relativa do ar (UR), temperatura radiante média (Tmr) e velocidade do ar (va), foram confeccionados mapas e cortes temáticos (cromáticos) das diferenças entre as simulações (nos horários das 6, 14 e 20h) para permitir avaliações quantitativas e qualitativas das diferenças observadas, identificando a extensão espacial da influência da estratégia. Complementarmente, elaborou-se o mapa da diferença do índice de Temperatura Equivalente Fisiológica (PET), derivado a partir do *software* Bio-MET. Para o cálculo do índice, consideram-se, para os dados pessoais, os valores de altura, peso e idade, referentes ao homem médio e à mulher média adotados pelo ENVI-met, a vestimenta equivalente a um traje de verão (0,5 clo) e a atividade metabólica equivalente à caminhada leve a 1,34km/h, conforme procedimentos estabelecidos pelo *software*. Além disso, foram elaborados gráficos que exploram a relação vertical entre o local de implantação das paredes e os impactos ocasionados ao longo das diferentes alturas. Assim, buscou-se avaliar a influência das paredes vegetadas no conforto térmico tanto no interior do pátio quanto nos ambientes adjacentes, por meio de análises quantitativas e qualitativas.

RESULTADOS

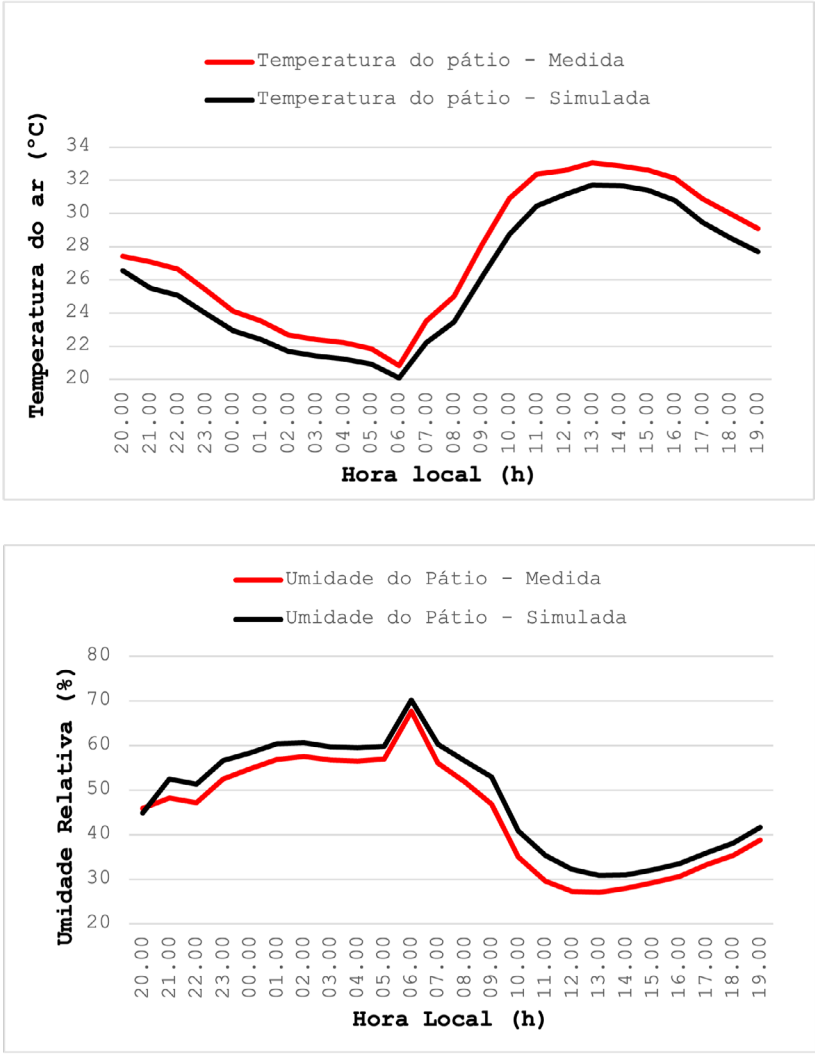
Validação da simulação

O modelo idealizado no ENVI-met, de acordo com os resultados da simulação, é capaz de representar adequadamente a variação diária da temperatura e da umidade do ar, conforme ilustrado na Figura 7. Observa-se que, apesar da similaridade entre as curvas, a temperatura do ar simulada apresentou valores subestimados ao longo do período analisado,

enquanto a umidade relativa do ar apresentou valores superestimados em relação aos dados medidos.

As diferenças médias entre os dados medidos e simulados foram de 1,33°C para a temperatura do ar e de 3,67% para a umidade relativa. Em relação aos desvios máximos, verificou-se diferença de -2,17°C às 10h para a temperatura do ar e de 6,09% às 9h para a umidade relativa.

Figura 7. Curso da temperatura e umidade do ar medidas (vermelho) e simuladas (preto)



Fonte: Os autores (2025).

Conforme a Tabela 4, os indicadores de desempenho apontam baixos valores de erro absoluto médio (EAM) e raiz do erro quadrático médio (REQM), associados a elevados índices de concordância (d), tanto para a

temperatura do ar (EAM = 1,00; REQM = 1,37; d = 0,97) quanto para a umidade relativa (EAM = 0,99; REQM = 3,85; d = 0,98), evidenciando boa correspondência entre os dados medidos e os simulados.

Tabela 4. Indicadores de desempenho da calibração

Variáveis	EAM	REQM	d
Ta (°C)	1,00	1,37	0,97
UR (%)	0,99	3,85	0,98

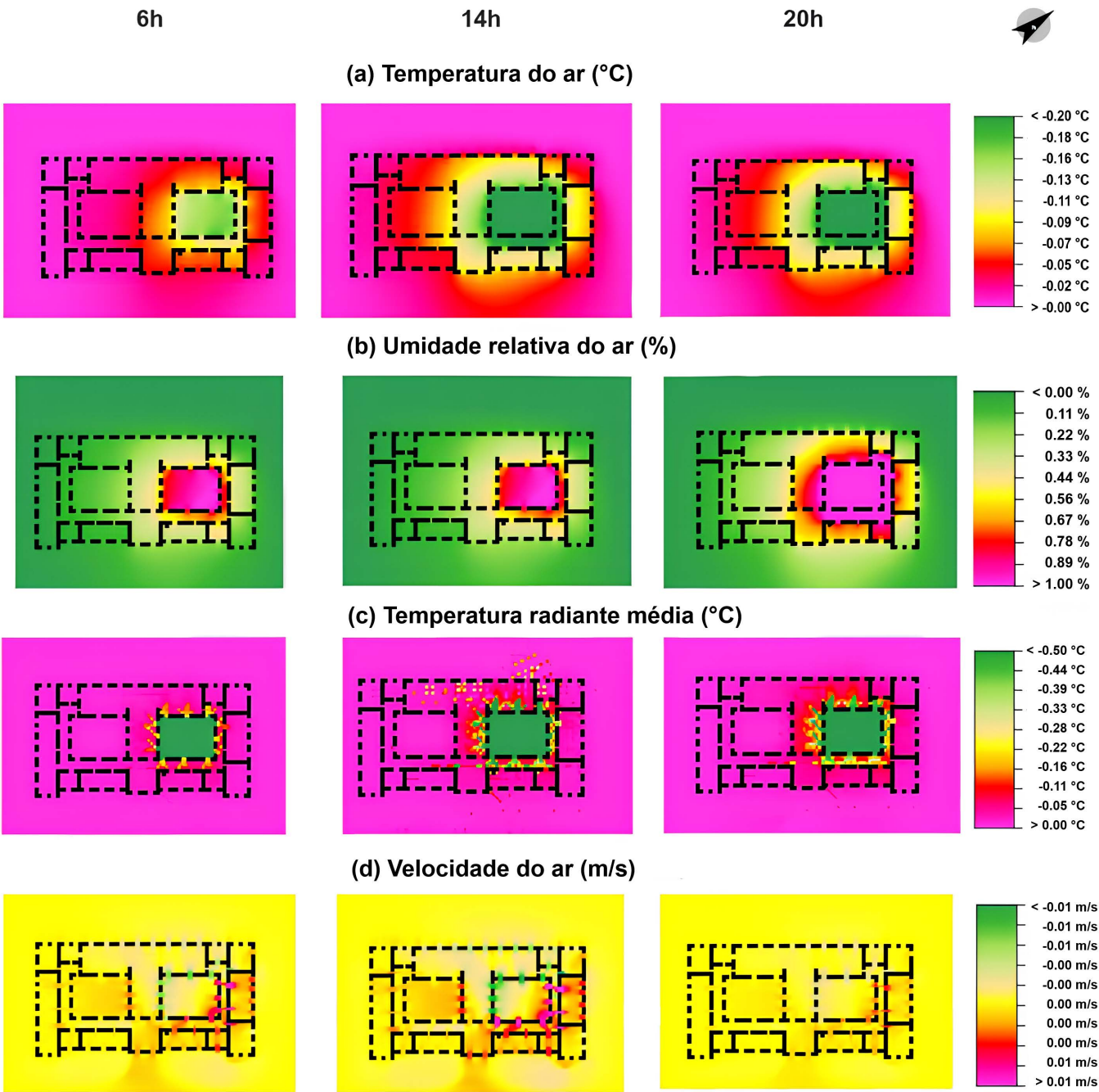
Fonte: Os autores (2025).

Impacto da implantação de paredes vegetadas nas variáveis ambientais

A análise dos mapas cromáticos evidencia que a implantação de paredes vegetadas afeta as variáveis ambientais de forma distinta entre pátio, corredores e salas adjacentes (Figura 8). Valores negativos expressam redução, enquanto positivos elevação nas variáveis pesquisadas (Ta,

UR, Tmr, va e PET). Buscou-se analisar apenas um recorte da área simulada, com enfoque nas proximidades do objeto de estudo, uma vez que, se o objetivo é identificar os efeitos das paredes vegetadas dentro da edificação, é necessário abordar tanto o pátio quanto os corredores e as salas adjacentes, embora seus efeitos se estendam para além do edifício.

Figura 8. Mapas cromáticos com a distribuição das diferenças provocadas pela implantação de paredes vegetadas nas variáveis ambientais analisadas



Fonte: Os autores (2025).

Em relação à variável temperatura do ar, nota-se o efeito de arrefecimento evaporativo devido à presença do jardim vertical, que é capaz de beneficiar tanto o pátio quanto corredores e salas adjacentes em todos os horários (Figura 8a). O impacto é mais expressivo no pátio e nos corredores, com reduções de até -0,2°C, enquanto nas salas adjacentes a redução atinge valores de até -0,1°C. Ainda que com menor intensidade (inferior a -0,05°C), nota-se que o efeito de resfriamento é transportado entre os ambientes, deslocando-se do pátio da direita para o da esquerda e também para fora da edificação, especialmente nos horários das 14h e 20h.

Comportamento semelhante foi observado para a umidade relativa do ar (Figura 8b), que aumentou em todos os ambientes analisados. As maiores elevações são registradas no interior

do pátio, com valores superiores a 1%, enquanto corredores e salas adjacentes apresentam incrementos inferiores a 0,5%. Assim como na temperatura do ar, o efeito de umidificação se propaga entre os espaços, sendo mais evidente entre as 14h e as 20h, com maiores impactos observados às 20h.

A temperatura radiante média apresenta menor sensibilidade à implantação da parede vegetada (Figura 8c), com reduções mais expressivas no pátio, de até -0,5°C, e menores nos corredores, inferiores a -0,25°C. Nas salas adjacentes, a influência é pouco significativa e, diferentemente das demais variáveis, não se observa propagação do efeito para o pátio adjacente nem para o exterior da edificação.

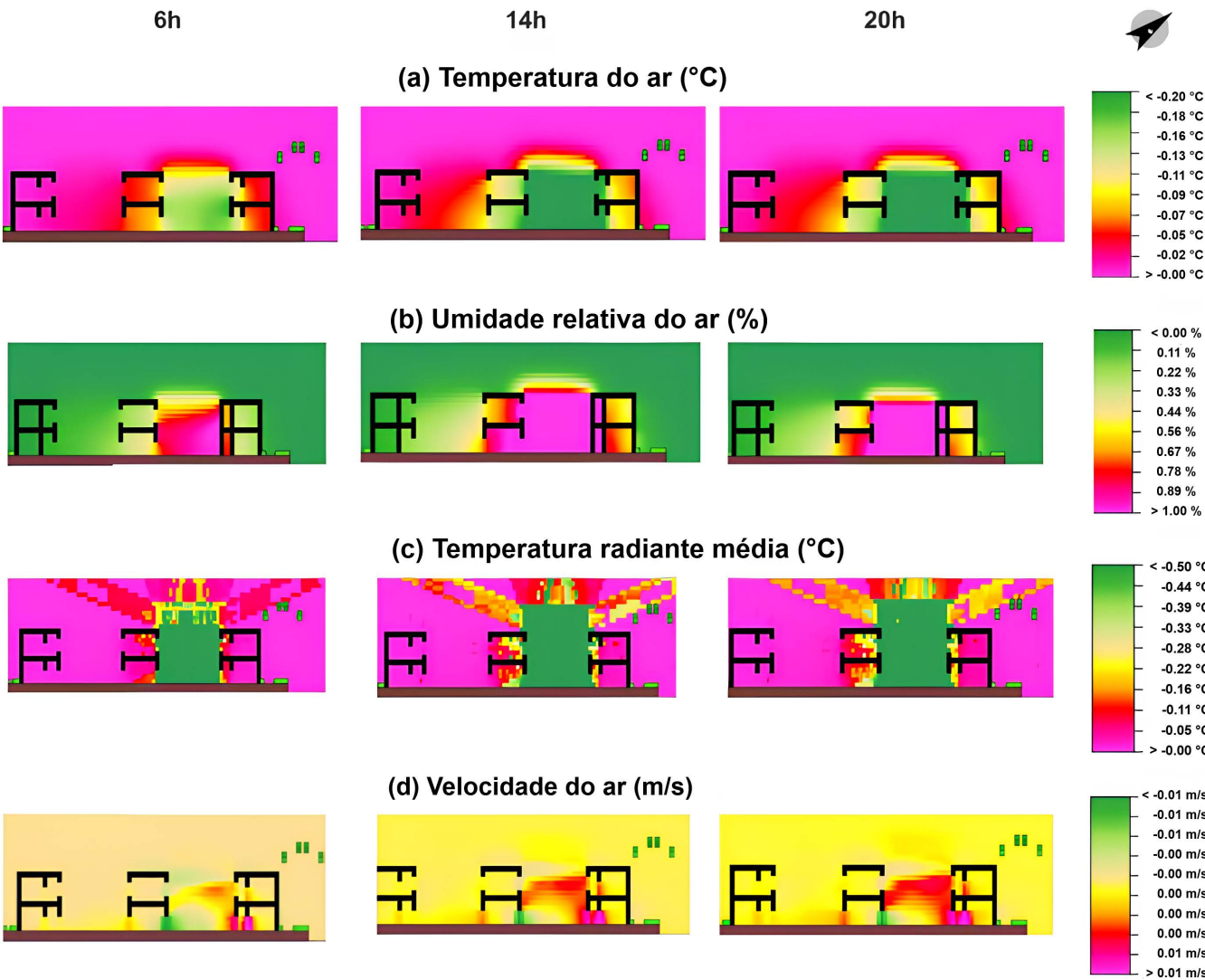
Em relação à velocidade do ar (Figura 8d), a presença do jardim vertical altera o padrão

de escoamento, influenciando principalmente as aberturas de acesso ao pátio. Observa-se redução da velocidade nas regiões de barlavento e aumento nas de sotavento, comportamento perceptível nas aberturas das fachadas. Apesar dessas variações apresentarem baixa magnitude, inferior a 0,01 m/s, elas indicam uma reorganização do fluxo de ar no interior da edificação.

Os cortes cromáticos evidenciam a distribuição vertical das alterações microclimáticas associadas às paredes vegetadas. Verifica-se

redução da temperatura do ar nas áreas adjacentes à parede ao longo de toda sua extensão vertical (Figura 9a), acompanhada pelo aumento da umidade relativa nas mesmas regiões (Figura 9b). Já a temperatura radiante média apresenta redução nas proximidades da vegetação (Figura 9c), com efeitos que se projetam ao longo dos cortes. Além disso, observa-se modificação nos padrões de ventilação (Figura 9d), com redistribuição dos fluxos de ar nas proximidades das aberturas e nas regiões adjacentes à parede.

Figura 9. Cortes cromáticos: diferenças provocadas pela implantação de paredes vegetadas



Fonte: Os autores (2025).

Benefícios para a ambiência e conforto térmico da edificação

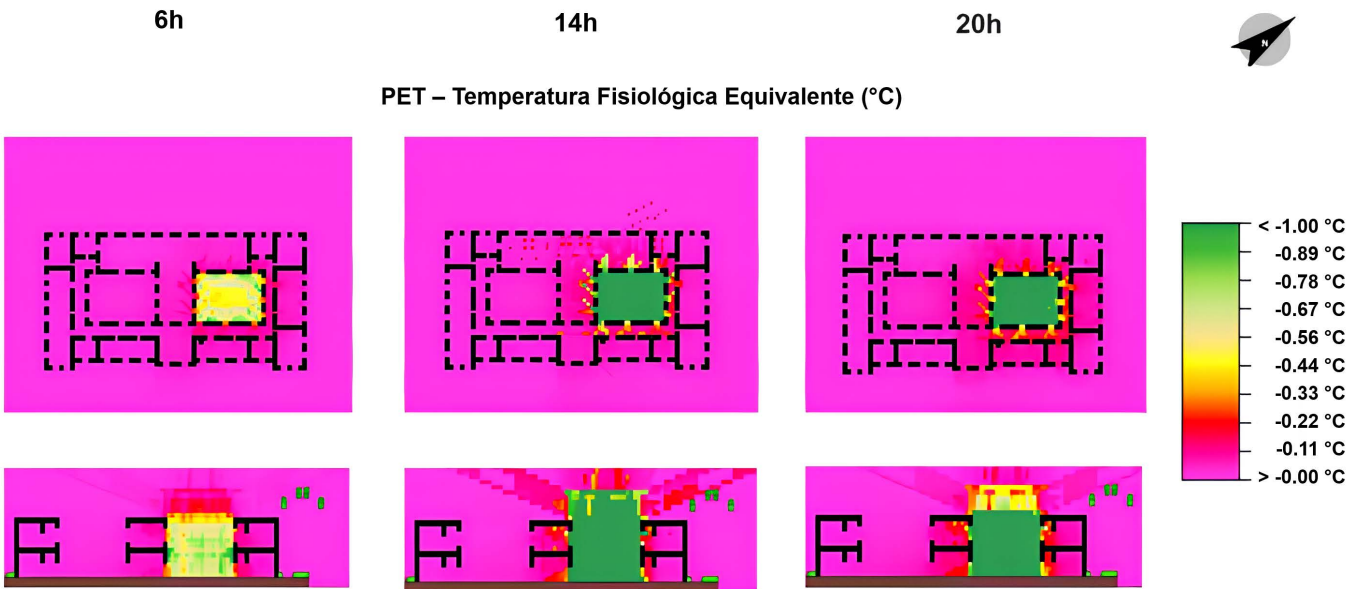
A redução das variáveis ambientais analisadas reflete-se diretamente na sensação térmica, expressa pelo índice PET (Figura 10). Observa-se redução do índice no interior do pátio, nos corredores e, em menor escala, nas salas adjacentes.

Os maiores impactos ocorrem nos períodos vespertino (14h) e noturno (20h), com reduções

de até -1°C no pátio. Nos corredores, as reduções são inferiores a -0,5°C, enquanto nas salas adjacentes a influência é mínima. Às 6h, os efeitos são pouco expressivos, com reduções inferiores a -0,5°C.

Os cortes cromáticos evidenciam que a redução do PET está associada principalmente às áreas próximas à parede vegetada, o que indica a existência de uma zona de influência térmica localizada.

Figura 10. Mapas e cortes cromáticos com a distribuição das diferenças provocadas pela implantação de paredes vegetadas no índice PET



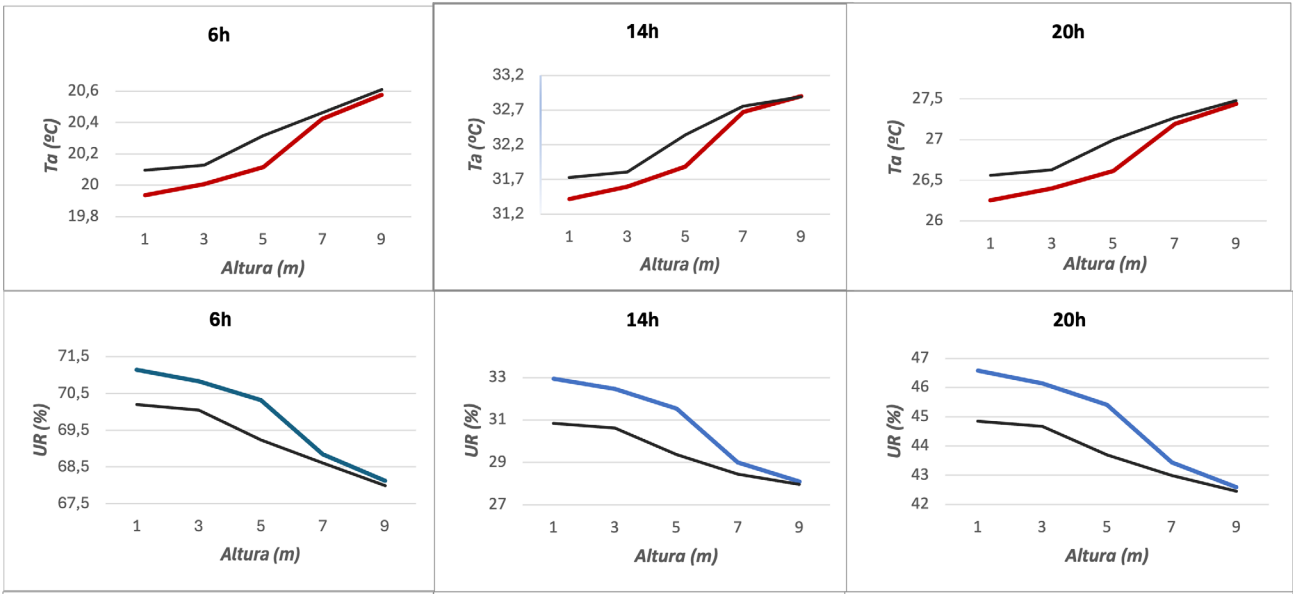
Fonte: Os autores (2025).

Relação entre altura e variáveis ambientais

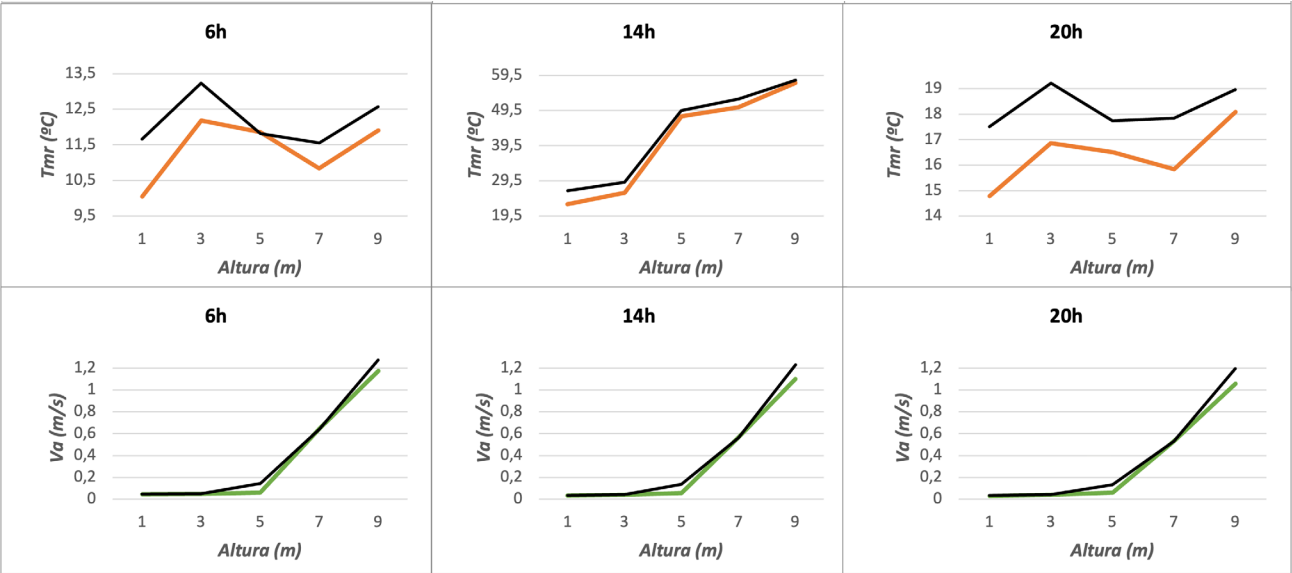
A análise apresentada na Figura 11 evidencia que os impactos decorrentes da implantação das paredes vegetadas se distribuem de forma aproximadamente uniforme ao longo de sua extensão vertical. No entanto, à medida que se aumenta a distância em relação à superfície vegetada, observa-se elevação gradual da temperatura do ar, da temperatura radiante média e da velocidade do ar, concomitante-

mente à redução da umidade relativa. Esse comportamento indica uma tendência de aproximação progressiva dos valores ao cenário de referência, na ausência da estratégia. Dessa forma, configura-se um gradiente espacial dos efeitos microclimáticos, no qual a intensidade das modificações é mais expressiva nas regiões imediatamente adjacentes à parede vegetada, decaindo gradualmente com o afastamento, o que evidencia o caráter localizado da sua atuação no ambiente construído.

Figura 11. Relação da altura da implantação das paredes vegetadas com as diferenças entre as variáveis (curva preta – sem parede; curva colorida – com parede vegetada)



Continua...



Fonte: Os autores (2025).

DISCUSSÕES

A subestimação da temperatura do ar e a superestimação da umidade relativa observadas na simulação indicam um comportamento já reportado na literatura, como no estudo de Forouzandeh (2018), que atribui essas diferenças, em parte, à incidência de radiação solar sobre os abrigos dos sensores. Esse aspecto evidencia a complexidade envolvida na comparação entre dados medidos e simulados, especialmente em ambientes externos, nos quais as variáveis microclimáticas apresentam elevada variabilidade temporal e espacial. Ainda assim, os baixos valores de erro absoluto médio (EAM) e de raiz do erro quadrático médio (REQM), aliados ao elevado índice de concordância, indicam que o modelo apresenta desempenho satisfatório e é capaz de representar adequadamente as tendências do microclima local. Nesse sentido, sua aplicação na simulação de cenários hipotéticos mostra-se adequada, sobretudo para a avaliação de estratégias passivas de condicionamento ambiental, como as paredes vegetadas.

Partindo dessa confiabilidade do modelo, a análise dos resultados evidencia que a implantação de paredes vegetadas atua diretamente sobre as variáveis ambientais por meio de processos combinados de evapotranspiração, sombreamento e modificação das condições de superfície. A redução da temperatura do ar e o aumento da umidade relativa, mais expressivos no interior do pátio, reforçam o papel da vegetação como elemento ativo na regulação do microclima. No entanto, esses efeitos não se restringem ao local de implantação, sendo parcialmente distribuídos aos corredores e, em menor escala, às salas adjacentes. Tal comportamento está diretamente associado à configuração espacial da edificação e à presença de ventilação cruzada, que favorece

a propagação dos efeitos de resfriamento e de umidificação entre os ambientes, evidenciando que a eficácia da estratégia depende não apenas da presença da vegetação, mas também da permeabilidade e das condições de ventilação do edifício.

Nesse contexto, ao analisar a temperatura radiante média, observa-se menor sensibilidade à presença das paredes vegetadas, com efeitos mais localizados e restritos às proximidades da intervenção. Esse resultado sugere que a atuação da vegetação está predominantemente associada aos processos de troca de calor latente, decorrentes da evapotranspiração, em detrimento de alterações mais significativas nas trocas radiativas. Ainda assim, a redução dessa variável nas áreas adjacentes contribui para a melhoria das condições térmicas, sobretudo em espaços semiabertos, onde a interação entre superfícies e radiação desempenha um papel relevante.

De forma complementar, a modificação dos padrões de ventilação, embora de baixa magnitude, evidencia a influência da vegetação na rugosidade superficial e, conseqüentemente, no escoamento do ar. Observa-se redução da velocidade nas regiões de barlavento e aumento nas de sotavento, especialmente nas aberturas, indicando que a presença da parede vegetada interfere na organização dos fluxos internos. Esse comportamento possui implicações importantes, uma vez que a redistribuição do ar contribui tanto para a difusão do efeito de resfriamento quanto para a remoção de calor do interior da edificação. Assim, as aberturas e a configuração espacial assumem um papel estratégico na potencialização dos efeitos microclimáticos promovidos pela vegetação, reforçando a necessidade de

integração entre elementos arquitetônicos e estratégias passivas.

A partir dessas alterações nas variáveis ambientais, os efeitos sobre o conforto térmico tornam-se mais evidentes. A redução do índice PET, especialmente nos períodos vespertino e noturno, indica que a implantação de paredes vegetadas contribui para a diminuição da sensação de calor e, conseqüentemente, para a melhoria da ambiência dos espaços. Embora as reduções observadas sejam relativamente modestas em termos absolutos, sua relevância se amplia quando consideradas no contexto de ambientes sujeitos a condições térmicas críticas. Nesse sentido, a redução da temperatura radiante média desempenha papel central, sendo essa variável um dos principais fatores na percepção de desconforto térmico humano, conforme destacado por Middel et al. (2020). A combinação entre redução da carga térmica, aumento da umidade e modificação do fluxo de ar contribui, portanto, para a formação de microclimas mais amenos, especialmente nas áreas diretamente influenciadas pela vegetação.

Por fim, ao se considerar a distribuição espacial desses efeitos, observa-se que a atuação das paredes vegetadas apresenta caráter predominantemente localizado, com

maior intensidade nas regiões próximas à sua implantação e redução progressiva à medida que se afasta. Esse gradiente de influência, identificado tanto na análise em planta quanto nos cortes verticais, indica que os benefícios microclimáticos tendem a se dissipar à medida que aumenta a distância em relação à vegetação, aproximando-se gradualmente das condições do cenário sem intervenção. Tal comportamento reforça a importância do posicionamento estratégico e da dimensão da área vegetada, uma vez que intervenções pontuais tendem a produzir efeitos limitados, enquanto soluções mais abrangentes podem ampliar significativamente o alcance dos benefícios.

Dessa forma, os resultados consolidam o potencial das paredes vegetadas como estratégia bioclimática para a melhoria das condições microclimáticas e do conforto térmico, especialmente em pátios internos e em espaços de transição. No entanto, sua eficácia depende da integração com outros elementos do projeto arquitetônico, como ventilação natural, orientação solar e permeabilidade espacial. Assim, mais do que um elemento isolado, as paredes vegetadas devem ser compreendidas como parte de um sistema de soluções passivas, capaz de contribuir para a criação de ambientes mais confortáveis, resilientes e ambientalmente qualificados.

CONCLUSÃO

A estratégia de implantação de paredes vegetadas demonstrou potencial como solução passiva de arrefecimento térmico, contribuindo para a melhoria do conforto térmico no pátio e em ambientes adjacentes, especialmente nos períodos mais quentes do dia. O efeito de resfriamento evaporativo promovido pela vegetação resultou na redução da temperatura do ar e no aumento da umidade relativa, configurando um microclima mais ameno. Observou-se, ainda, que a eficácia dessa estratégia é potencializada em edificações com maior permeabilidade, por meio do adequado posicionamento das aberturas, o que favorece a distribuição dos efeitos aos demais ambientes internos.

Embora os maiores benefícios tenham sido registrados no pátio, os resultados indicam que os efeitos de resfriamento e umidificação se estendem, ainda que com menor intensidade, para corredores e salas adjacentes, evidenciando a capacidade da vegetação de influenciar o microclima da edificação de forma mais ampla. Por outro lado, ambientes localizados em setores opostos apresentaram influência reduzida devido às condições de ventilação estabelecidas, o que reforça a importância do posicionamento estratégico das aberturas e das paredes vegetadas para maximizar a eficiência.

Para além da escala da edificação, a adoção de paredes vegetadas configura-se como uma estratégia bioclimática com potencial para contribuir para a sustentabilidade urbana, ao favorecer a redução da demanda por sistemas de climatização artificial, com conseqüente economia de energia e diminuição das emissões de gases de efeito estufa. Ademais, ao promover ambientes mais confortáveis, essa solução pode impactar positivamente a qualidade de vida dos usuários, reduzindo o estresse térmico e favorecendo a permanência e o uso dos espaços.

Os resultados também reforçam o papel do pátio como elemento arquitetônico relevante para a promoção da ventilação cruzada e da regulação térmica, indicando que sua associação a sistemas vegetados verticais constitui uma estratégia complementar eficaz para a mitigação do desconforto térmico, tanto nos ambientes internos quanto nas áreas adjacentes.

Entretanto, algumas limitações do estudo devem ser consideradas. Não foram avaliados aspectos relacionados ao consumo de água para irrigação nem os impactos associados à manutenção dos sistemas vegetados, fatores que podem influenciar diretamente a viabilidade e

a sustentabilidade da aplicação em larga escala. Além disso, variáveis como a frequência de irrigação e a disponibilidade hídrica tornam-se especialmente relevantes em contextos de restrição de recursos.

Dessa forma, recomenda-se que estudos futuros aprofundem a investigação sobre o desempenho das paredes vegetadas em diferentes condições climáticas, incluindo variações de umidade e possíveis cenários de saturação

ambiental. Avaliações de longo prazo que considerem a sazonalidade da vegetação e a diversificação dos sistemas construtivos podem contribuir para um entendimento mais abrangente sobre a aplicabilidade dessa estratégia. Adicionalmente, a análise em distintos contextos urbanos e a incorporação de aspectos relacionados à viabilidade técnica e à manutenção são fundamentais para o fortalecimento de práticas projetuais mais sustentáveis e resilientes às mudanças climáticas.

CONTRIBUIÇÕES E AGRADECIMENTOS

Este artigo baseia-se em pesquisa conduzida na Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, por meio do projeto 'Estratégias Bioclimáticas De Arrefecimento Térmico Passivo/ Ativo Para Pátios De Edifícios Localizados Em Clima Tropical (179/CAP/2022)'. Este projeto foi financiado pela UFMT/Brasil por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Parte dos resultados preliminares deste estudo foi apresentada no congresso conjunto entre o XVIII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e o XIV Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC), sob o título "*Uso de paredes verdes em pátios: solução de resfriamento evaporativo para edificações em climas tropicais*". O trabalho publicado nos anais do evento corresponde a uma versão parcial da pesquisa e apresenta resultados preliminares. O presente artigo amplia e aprofunda as análises realizadas, incorporando detalhamento metodológico, calibração do

modelo computacional, avaliação da distribuição espacial e vertical dos impactos microclimáticos e discussão mais aprofundada dos resultados.

Os autores deste trabalho realizaram as seguintes contribuições: Gabriela Kehrwald Nunes, Concepção; Metodologia; Software; Visualização; Redação – rascunho original; Redação - revisão e edição, Ivan Julio Apolonio Callejas, Concepção; Curadoria de dados; Análise; Coleta de dados; Metodologia; Supervisão; Validação; Visualização; Redação – rascunho original; Redação - revisão e edição, Luciane Cleonice Durante, Análise; Metodologia; Validação; Visualização; Redação – rascunho original; Redação - revisão e edição. Os autores declaram não possuir conflitos de interesse relevantes relacionados à pesquisa apresentada.

Agradecemos à Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo financiamento, por meio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e ao Laboratório de Tecnologia e Conforto Ambiental (LATECA/UFMT) pelo apoio.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005). NBR 15220-2: Desempenho térmico de edificações – Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. ABNT.

Barbosa, M. C., Muñoz, L. S., Santos, A. C., Fontes, M. S. G. C., & Faria, J. R. G. (2018). Jardins verticais: Influência térmica ao nível do pedestre. In *Anais do 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável* (pp. 779–791). Universidade de Coimbra. https://www.researchgate.net/publication/341445970_JARDINS_VERTICAIS_INFLUENCIA_TERMICA_AO_NIVEL_DO_PEDESTRE

Besir, A. B., & Cuce, E. (2018). Green roofs and facades: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 915–939. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.106>

Callejas, I. J. A., Biudes, M. S., Machado, N. G., Durante, L. C., & De Almeida Lobo, F. (2019). Patterns of energy exchange for tropical urban and rural ecosystems located in Brazil central. *Journal of Urban & Environmental Engineering*, 13(1). <https://doi.org/10.4090/juee.2019.v13n1.069079>

- Callejas, I. J. A., Durante, L. C., Diz-Mellado, E., & Galán-Marín, C. (2020). Thermal sensation in courtyards: Potentialities as a passive strategy in tropical climates. *Sustainability*, 12(15), 6135. <https://doi.org/10.3390/su12156135>
- Callejas, I. J. A., Durante, L. C., Nogueira, M. C. J. A., & Nogueira, J. M. C. J. A. (2014). Diversity arboreal and vegetation indices in environment school. *REGET*, 18(1), 454–466. <https://doi.org/10.5902/2236117012537>
- Diz-Mellado, E., López-Cabeza, V. P., Rivera-Gómez, C., Galán-Marín, C., Rojas Fernández, J., & Nikolopoulou, M. (2021). Extending the adaptive thermal comfort models for courtyards. *Building and Environment*, 203, 108094. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108094>
- Forouzandeh, A. (2018). Numerical modeling validation for the microclimate thermal condition of semi-closed courtyard spaces between buildings. *Sustainable Cities and Society*, 36, 327–345. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.07.025>
- Haseh, R. H., Khakzand, M., & Ojaghlo, M. (2018). Optimal thermal characteristics of the courtyard in the hot and arid climate of Isfahan. *Buildings*, 8, 1–22. <https://doi.org/10.3390/buildings8120166>
- International Organization for Standardization. (2007). *ISO 7726: Ergonomics of the thermal environments: Instruments and methods for measuring physical quantities*. International Standards Organization.
- International Organization for Standardization. (2004). *ISO 8996: Ergonomics of the thermal environments: Determination of thermal metabolic rate*. International Standards Organization.
- Jesus, M. P., Lourenço, J. M., & Ruiz, R. M. A. (2016). Fachadas verdes e comportamento térmico urbano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 9(7), 2364–2376. <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20160169>
- Köhler, M. (2008). Green facades: A view back and some visions. *Urban Ecosystems*, 11, 423–436. <https://doi.org/10.1007/s11252-008-0063-x>
- Li, Y., & Song, Y. (2019). Optimization of vegetation arrangement to improve microclimate and thermal comfort in an urban park. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 7(1), 18–30. <https://doi.org/10.14246/irspsd.7.1.18>
- Loh, S. (2008). Living walls – A way to green the built environment. *Environment Design Guide*, TEC 26, 1–7. <https://www.jstor.org/stable/26149051>
- Manso, M., & Castro-Gomes, J. (2015). Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 863–871. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203>
- Markus, B. (2016). A review on courtyard design criteria in different climatic zones. *African Research Review*, 10, 181–192. <https://doi.org/10.4314/afrrrev.v10i5.13>
- Middel, A., Turner, V. K., Schneider, F. A., Zhang, Y., & Stiller, M. (2020). Solar reflective pavements – A policy panacea to heat mitigation?. *Environmental Research Letters*, 15, 064016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab87d4>
- Rivera-Gómez, C., Diz-Mellado, E., Galán-Marín, C., López-Cabeza, V., & Rojas Fernández, J. (2019). Tempering potential-based evaluation of the courtyard microclimate as a combined function of aspect ratio and outdoor temperature. *Sustainable Cities and Society*, 51, 101740. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101740>
- Rodríguez-Algeciras, J., Tablada, A., Chaos-Yeras, M., De La Paz, G., & Matzarakis, A. (2018). Influence of aspect ratio and orientation on large courtyard thermal conditions in the historical centre of Camagüey–Cuba. *Renewable Energy*, 125, 841–851. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.01.082>
- Rosseti, K. C., Scaffi, M. H., Callejas, I. J. A., & Durante, L. C. (2019). Proposta metodológica para levantamento e configuração de Densidade de Área Foliar (DAF) para aplicação no software ENVI-met. *Engineering and Science*, 2(8), 35–46. <https://doi.org/10.18607/ES201988566>
- Shashua-Bar, L., Pearlmutter, D., & Erell, E. (2011). The influence of trees and grass on outdoor thermal comfort in a hot-arid environment. *International Journal of Climatology*, 31(10), 1498–1506. <https://doi.org/10.1002/joc.2177>

- Scherer, M. J., Alves, T. S., & Redin, J. (2018). Envoltórias vegetadas aplicadas em edificações: Benefícios e técnicas. *Revista de Arquitetura IMED*, 7(1), 84–101. <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2018.v7i1.2693>
- Willmott, C. J. (1982). Some comments on the evaluation of model performance. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 63(11), 1309–1313.
- Wood, A., Bahrami, P., & Safarik, D. (2014). *Green walls in high-rise building: An output of the CTBUH Sustainability Working Group*. The Images Publishing Group Ltd. ISBN: 9781864705935
- Wong, N. H., Tan, A. Y. K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P. Y., Chan, D., Chiang, K., & Wong, N. C. (2010). Thermal evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, 45(3), 663–672. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.08.005>



REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

VOL. 28 No. 2

JULIO-DICIEMBRE 2026 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X • PP. 1-173

FACULTAD DE
DISEÑO

REVISTA DE ARQUITECTURA (BOGOTÁ) VOL. 28 NRO. 2 - 2026

UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE COLOMBIA

VIGILADA MINEDUCACIÓN



El español en la arquitectura latinoamericana: visibilidad científica, terminología vernácula y prácticas editoriales en revistas indexadas

Spanish in Latin American Architecture: Scientific Visibility, Vernacular Terminology, and Editorial Practices in Indexed Journals
Anna Maria Cereghino-Fedrigo · Carolina Rodríguez-Ahumada

Realidad virtual para el entrenamiento de las habilidades espaciales en el aprendizaje de la arquitectura

Virtual reality for spatial skills training in architectural learning
Raymundo Alberto Portillo Ríos

A Biomimetic Kinetic Facade Module to Enhance Building Thermoregulation: An Office Building

Módulo de fachada cinética biomimética para mejorar la termorregulación en edificios: un edificio de oficinas
Öznur Karakuş · Semra Arslan-Selçuk · Güneş Mutlu-Avinç

Rediseñando aldeas infantiles: criterios arquitectónico-paisajistas con enfoque pedagógico para el contexto peruano

Redesigning Children's Villages: Architectural and Landscape Criteria with a Pedagogical Approach for the Peruvian Context
Fiorella Margarita Mechato-Lara

Circulación de ideas y relaciones formales entre la arquitectura moderna brasileña y guayaquileña (1950-1980)

Circulation of ideas and formal relations between Brazilian and Guayaquilean modern architecture (1950-1980)
David Hidalgo-Silva · Manoela Massuchetto-Jazar

Semiótica interpretativa para la identificación de categorías de análisis en fenómenos urbanos

Interpretative semiotics for the identification of analysis categories in urban phenomena
Talia Esther Figueroa-Esquinca · Eska Elena Solano-Meneses · Carla Ángela Figueroa-Esquinca

Impacto comparativo de estrategias de diseño y de uso en el requerimiento energético de viviendas en clima cálido-húmedo

Comparative impact of design and use strategies on the energy requirements of houses in a hot-humid climate
Herminia María Alias

Paredes verdes implantadas em pátio: estratégia de resfriamento evaporativo para edificações em clima tropical

Green walls in internal courtyards: evaporative cooling strategy for buildings in tropical climate
Gabriela Kehrwald Nunes · Ivan Julio Apolonio Callejas · Luciane Cleonice Durante

Santa Cruz de Oleiros, la historia olvidada de una iglesia de Miguel Fisac

Holy Cross of Oleiros, the forgotten history of a church by Miguel Fisac
Esteban Fernández-Cobián



@REVARQUCATOLICA

REVISTADEARQUITECTURA_BOGOTA

[HTTPS://WWW.MENDELEY.COM/PROFILES/REVISTA-DE-ARQUITECTURA-BOGOT/](https://www.mendeley.com/profiles/revista-de-arquitectura-bogot/)

[WWW.LINKEDIN.COM/IN/REVISTA-DE-ARQUITECTURA-BOGOTÁ](http://www.linkedin.com/in/revista-de-arquitectura-bogota)



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE COLOMBIA**
VIGILADA MINEDUCACIÓN

**Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones - CIFAR**

Universidad Católica de Colombia
(2026, julio-diciembre).
Revista de Arquitectura (Bogotá), 28(2),
1-188. DOI: 10.14718
ISSN: 1657-0308
E-ISSN: 2357-626X

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
COLOMBIA**

Presidente
Francisco José Gómez Ortiz

Vicepresidente - Rector
Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Administrativo
Edgar Gómez Ortiz

Vicerrector Académico
Gabriel José Angulo Linero

Vicerrector de Talento Humano
Ricardo López Blum

Director de investigaciones
Edwin Daniel Durán Gaviria

Director Editorial
Carlos Arturo Arias Sanabria

FACULTAD DE DISEÑO

Decano
PhD. Arq. Carlos Eduardo Hernández
Rodríguez

**Dirección de Centro de
Investigación**
Cristian David Mayorga Robayo

Director programa de Arquitectura
Cesar Andrés Eligio-Triana

Coordinación de Docencia
Sarah Simarra Montalvo

**Comité asesor externo Facultad de
Diseño**
Antonio Castañeda Buraglia
Germán Téllez García
Samuel Ricardo Velez
Oscar Posada Correa

**REVISTA DE
ARQUITECTURA
(Bogotá)**

Portada:
Título de la imagen:
The Tip of Nordø
Autor: Patricio Orlando
Atribución ©
Realizada el 02/05/2024

Director
PhD. Arq. Carlos Eduardo Hernández
Rodríguez
Decano Facultad de Diseño
Universidad Católica de Colombia

Editora en Jefe
Anna Maria Cereghino-Fedrigio
<https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>

Editores Académicos
Carolina Rodríguez-Ahumada
<https://orcid.org/0000-0002-3360-1465>

Pilar Suescún Monroy
<https://orcid.org/0000-0002-4420-5775>

Flor Adriana Pedraza Pacheco
<https://orcid.org/0000-0002-8073-0278>

Mariana Ospina Ortiz
<https://orcid.org/0000-0002-4736-6662>

Director Editorial
Carlos Arturo Arias Sanabria
Universidad Católica de Colombia

Apoyo editorial
María Paula Méndez R.
Universidad Católica de Colombia

Coordinador editorial
Fabián Andrés Gullavan Vera
Universidad Católica de Colombia

Diseño, montaje y diagramación
Daniela Martínez Díaz

Divulgación y distribución
Anna Maria Cereghino-Fedrigio

CONTACTO

Dirección postal

Avenida Caracas N° 46-72
Universidad Católica de Colombia
Bogotá D. C., (Colombia)
Código postal: 111311

Facultad de Diseño

Centro de Investigaciones (CIFAR)
Sede El Claustro, Bloque "L", 4 piso
Diag. 46A No. 15b-10
Editora: Anna Maria Cereghino-Fedrigo

Teléfonos

+57 (601) 327 73 00 - 327 73 33
Ext. 3109; 3112 o 5146
Fax: +57 (601) 285 88 95

Correo electrónico

revistodearquitectura@ucatolica.edu.co
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB

www.ucatolica.edu.co

Vínculo revistas científicas

<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/revistas-cientificas>
<https://revistodearquitectura.ucatolica.edu.co/>



Impresión

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
Bogotá D. C., Colombia
abril de 2024

Especificaciones

Formato: 34 x 24 cm
Papel: Mate 115 g
Tintas: Policromía