# EFEITO DA ESPÉCIE *HEDERA HELIX* NO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE PAREDES EM CLIMA QUENTE E SECO

**Mariana Lima Vieira (1); Ricardo Victor Rodrigues Barbosa (2)**
(1) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo– Dinâmicas do Espaço Habitado (PPGAU/DEHA) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Arquiteta, arquitetura.mavi@gmail.com
(2) Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Dinâmicas do Espaço Habitado (PPGAU/DEHA), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, rvictor@fau.ufal.br
Universidade Federal de Alagoas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins, Maceió-AL CEP 57072-900

## RESUMO

A infraestrutura verde está conceituada entre um dos elementos da qualidade ambiental incorporado na construção civil para o desenvolvimento sustentável. Dentre elas, o jardim vertical se destaca enquanto estratégia bioclimática capaz de reduzir o consumo energético e amenizar temperaturas significantes de um edifício enquanto mitigatórias das mudanças climáticas. A tipologia da fachada verde equivale a um sistema constituído de um tipo de vegetação que percorrem as paredes. Nesse contexto, este artigo objetivou analisar o efeito da espécie *Hedera Helix*, popularmente denominada *Falsa Hera*, no desempenho térmico de paredes em clima quente e seco. Para tanto, foi realizada pesquisa experimental em uma clínica de saúde na cidade de Piripiri-PI. O método adotado foi de caráter exploratório a partir de coleta de dados *in loco*, com a presença de paredes verde, externa e interna à edificação, voltada para oeste. Foi realizado monitoramento da temperatura superficial da parede oeste da clínica, com a presença e ausência da espécie vegetal, em 04 horários por dia, durante 04 dias no período de verão. Os resultados obtidos mostraram a relevância da espécie *Hedera Helix* na minimização dos ganhos térmicos em até 5 °C para a geração de conforto térmico no ambiente interno. Na face externa do muro obteve uma redução de 6 °C quando há a presença da espécie vegetal.

Palavras-chave: jardim vertical, redução de temperatura, influência térmica, microclima.

## ABSTRACT

Green infrastructure is conceptualized as one of the elements of environmental quality incorporated in civil construction for sustainable development. Among them, the vertical garden stands out as a bioclimatic strategy capable of reducing energy consumption and reducing significant temperatures in a building while mitigating climate change. The typology of the green façade is equivalent to a system made up of a type of vegetation that runs along the walls. In this context, this article aimed to analyze the effect of the Hedera Helix species, popularly known as Falsa Hera, on the thermal performance of walls in hot and dry weather. Therefore, experimental research was carried out in a health clinic in the city of Piripiri-PI. The method adopted was of an exploratory nature based on data collection in loco, with the presence of green walls, external and internal to the building, facing west. Monitoring of the surface temperature of the west wall of the clinic was carried out, with the presence and absence of the plant species, at 04 times a day, for 04 days in the summer period. The results obtained showed the relevance of the Hedera Helix species in minimizing thermal gains by up to 5 °C for the generation of thermal comfort in the indoor environment. On the external face of the wall, it obtained a reduction of 6 °C when there is the presence of the plant species.

Keywords: vertical garden, temperature reduction, thermal influence, microclimate.

## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável pode ser integrado ao contexto do ambiente construído reduzindo resíduos e poluições, minimizando o uso de água e energia elétrica e organização sistemática de espaços públicos (SHUHAIMI,2022). Segundo o autor, dentre as estratégias para desenvolver uma cidade sustentável, os espaços verdes dentro de áreas urbanas promovem benefícios ambientais, sociais e de saúde, bem como estratégia mitigatória de combate às mudanças climáticas e efeitos de ilhas de calor.

A Agência de Proteção ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2008) define ilha de calor em fenômeno na qual grandes diferenças de temperatura podem ser encontradas dentro de uma cidade ou entre cidades que pode ser mitigada com sistemas verdes integrados às edificações pois a vegetação possibilita o sombreamento, redução de temperatura e aumento da captação de carbono, gerando ambientes mais saudáveis. Segundo a EPA (2008) o fenômeno classifica-se em duas categorias: o que afeta as superfícies e o que afeta o ar.

De acordo com o relatório dos objetivos de Desenvolvimento Sustentável de 2022 da *Sustainable Development Goals* (SDG) que fornece a situação global do progresso de implementação da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável destaca que as mudanças climáticas estão impactando a saúde, educação, alimentação e nutrição afetando todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

A regulação dos parâmetros climáticos e a redução da temperatura através de técnicas baseadas na natureza no ambiente construído oferecem benefícios que afetam o balanço de emissões local e globalmente melhorando a qualidade do ar previstos dentre os fatores do desenvolvimento sustentável (COSOLA et al, 2022).

Considerando essa premissa, a vegetação enquanto regulador da temperatura através de processos de evapotranspiração torna-se um modo promissor para mitigar os efeitos de ilha de calor, amenizar a demanda de refrigeração dos edifícios e proporcionar conforto térmico para os usuários. A literatura sugere que os sistemas de vegetação verticais têm grande potencial para resfriar superfícies e reduzir o consumo energéticos das edificações durante o verão (Pan L et al, 2018).

Os sistemas de vegetação vertical estão entre os sistemas disponíveis de vegetação urbana integrados aos edifícios, que podem reduzir a transferência de calor para espaços internos e que atuam como barreira natural para evitar a radiação solar excessiva diminuindo a demanda de energia para a refrigeração do espaço interno. Portanto, os sistemas de vegetação vertical fazem parte de uma das estratégias capazes de melhorar o desempenho térmico e energia operacional dos edifícios.

Os jardins verticais são constituídos por duas tipologias denominadas “paredes vivas” e “fachadas verdes”. As paredes vivas são formadas por sistema rico em espécies vegetais aplicados diretamente na parede por meio de camadas (perfil metálicos, placas estruturantes, vegetação e feltro) com cavidade de ar entre a edificação e o jardim (CRUCIAL BARBOSA, 2019). Quanto às fachadas verdes possuem uma estrutura simples composta por um tipo de vegetação, como as trepadeiras, plantas no vaso ou solo, que se apoiam diretamente na parede ou por estrutura auxiliar. No entanto, a eficiência de seja qual for a tipologia depende não apenas da estrutura a ser escolhida como também o clima local e a orientação da fachada CRUCIOL BARBOSA et al, 2023).

A motivação desta pesquisa se deu pela busca de compreender a capacidade dos jardins verticais de tipologia fachada verde de minimizar os ganhos térmicos e, consequentemente, gerar conforto térmico no interior do ambiente interno. Objetivou-se identificar o desempenho térmico de uma fachada oeste com parede verde, constituído pela espécie *Hedera Helix* de nome popular “falsa Hera”, nas alterações térmicas de uma clínica de saúde com alguns ambientes ventilados naturalmente em cidade de clima subtropical com verão quente, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger (ALVARES et al., 2013).

## 2. OBJETIVO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar o efeito da presença da espécie *Hedera Helix* na redução de ganhos térmicos em paredes, em clima quente e seco, tendo como estudo caso uma clínica de saúde localizada município de Piripiri-PI.

## 3. MÉTODO

Para atingir o objetivo deste trabalho que é identificar o desempenho térmico de uma fachada verde no ambiente construído, foi analisado a implantação da trepadeira *Hedera Helix* na face externa oeste de uma clínica de saúde de caráter comparativo com os ambientes de face oeste sem fachada verde, ambos naturalmente ventilados. A trepadeira encontra-se interna e externa do muro bem como o mesmo muro voltado para o oeste possui segmentos de faces sem a trepadeira que permitem aferir o efeito da presença da trepadeira.

## 3.1. Objeto de estudo

O estudo de caso foi realizado em uma clínica de saúde para consultas e exames, localizada no município de Piripiri, estado do Piauí. A cidade está inserida na Zona Bioclimática 7, de acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e possui clima do tipo tropical quente e seco, segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al, 2013).

A clínica de saúde tem como sistema construtivo estrutura em alvenaria para vedação externa, gesso acartonado como divisórias na parte interna, acesso principal pela fachada sul desenvolvido em jardineiras, estas na fachada sul e leste, bem como cobertura metálica do tipo termoacústica. O edifício de área construída total de 1445,23 m² e taxa de ocupação de 45,69% possui 15 consultórios de tamanhos variados e salas de administração e exames, dos quais 04 consultórios possuem a vista lateral da face oeste com a presença das trepadeiras no recuo interno entre a parede dos consultórios e o muro. Estas possuem as seguintes dimensões: 04 consultórios com comprimento de 3,40m, largura de 3,20m e altura do forro de 2,70m; o recuo interno entre consultório e muro com 1,90m de largura; Altura do muro de 5,10m. Enquanto objeto de estudo, foi analisado o consultório 10 voltado para a face oeste (figura 01).

O edifício foi implantado simetricamente orientadas longitudinalmente do eixo Leste-Oeste conforme a figura 02 e com layouts similares dos consultórios.

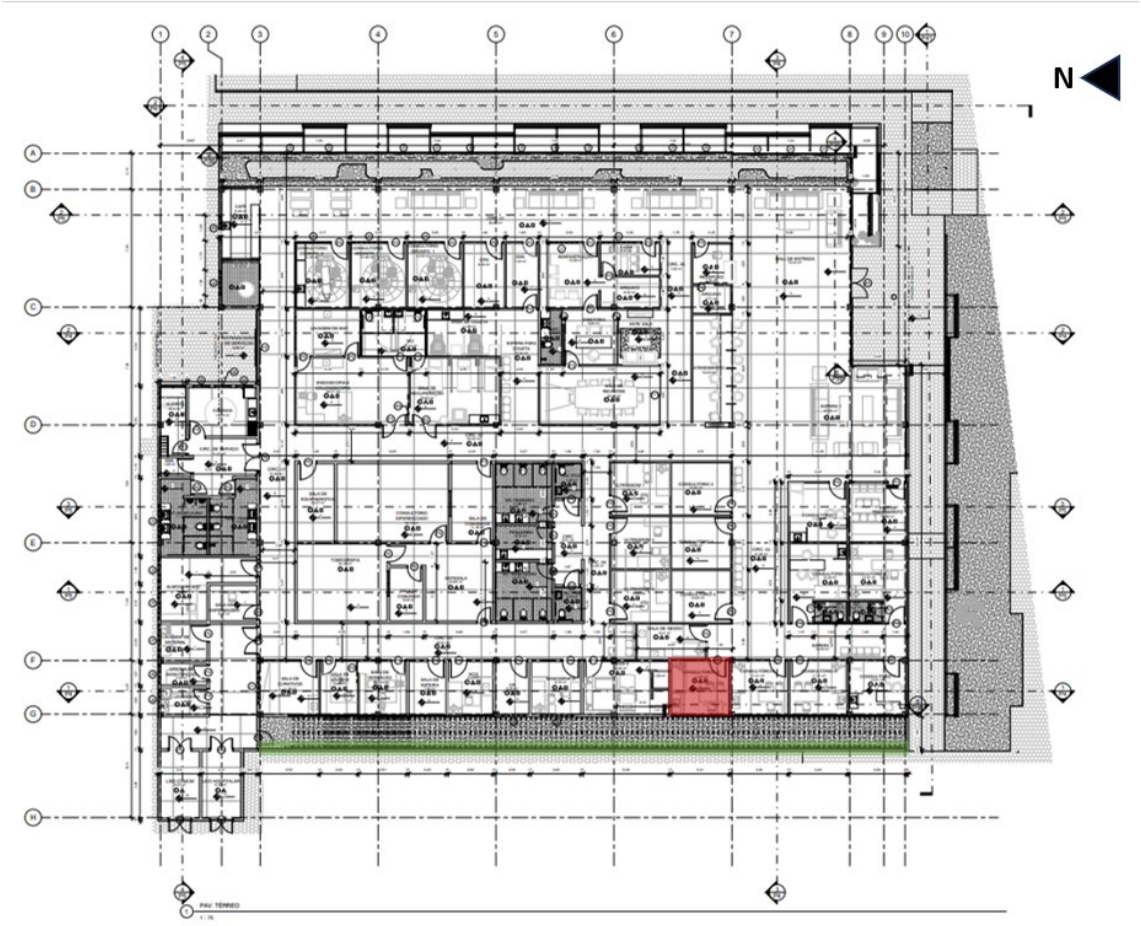



Figura 1: Planta baixa da clínica de saúde com indicação da parede verde, destacada em verde, bem como a sala, destacada em vermelho, onde foram realizadas as medições




Figura 2: Localização da área de estudo

Os acessos dos consultórios ocorrem por porta de abrir de 80 x 210 cm em vidro temperado adesivado. Os consultórios são iluminados naturalmente por esquadrias fixas ou de abrir de dimensão 3,40 m em vidro temperado que dá visibilidade para um jardim situado no recuo lateral (Figura 3A), o qual é caraterizado por um átrio com muro voltado para fachada oeste, na qual a parede verde possui altura de 5,10 m (Figura 3B).

(A) (B)

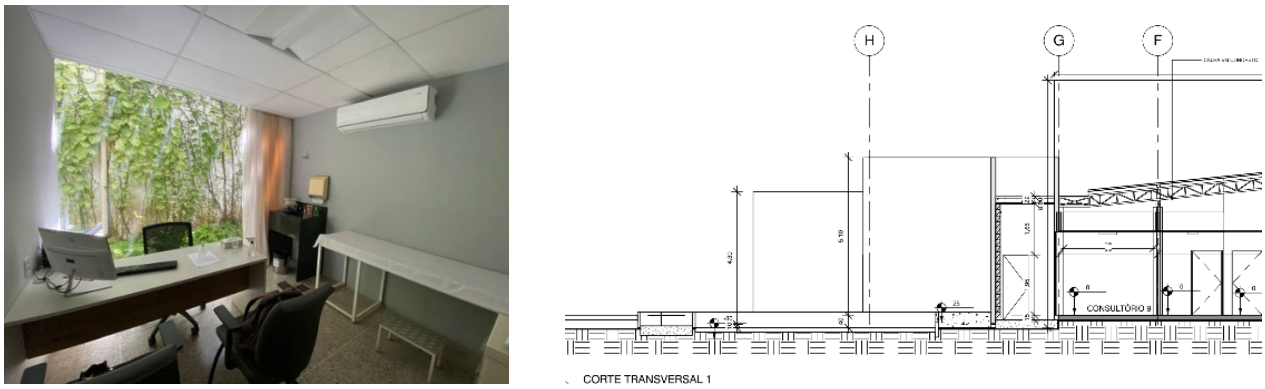



Figura 3: (A) Layout do consultório e (B) corte transversal do consultório e recuo lateral externo de face oeste.

A fachada oeste é voltada para um estacionamento e possui muro revestido com a trepadeira *Hedera Helix* até a altura de 5,10 m (Figura 4A). Entretanto, a parcela do muro oeste, na esquina com a fachada norte, não possui trepadeira (Figura 4B). Essa parcela do muro oeste possui acesso à clínica por meio de portas metálicas para o ambiente dos funcionários e materiais de limpeza.

Na parte interna do muro, o recuo lateral entre o muro oeste e a parede dos consultórios possui trepadeiras nas faces externa e interna, sombreadas por pergolado de concreto em pintura branca. Nesse trecho, o piso é em terra e a parede verde possui irrigação automatizada. A vegetação do recuo lateral possui outras espécies além da falsa hera (nome popular da espécie *Hedera Helix*), como samambaias, trepadeira elefante e jiboias (Figura 4C).

Outra parcela do recuo lateral não possui trepadeira na face interna, entretanto possui trepadeira na face externa. Nessa parcela, os consultórios não possuem visibilidade para o recuo lateral (Figura 4D). Por fim, o espaço que contempla o depósito de materiais de limpeza integrado à área de funcionários e lavanderia equivale à face interna do muro que não possui trepadeira externa e interna (Figura 4E). Nessa área há ventilação natural,

pois não há parede paralela a esta face.

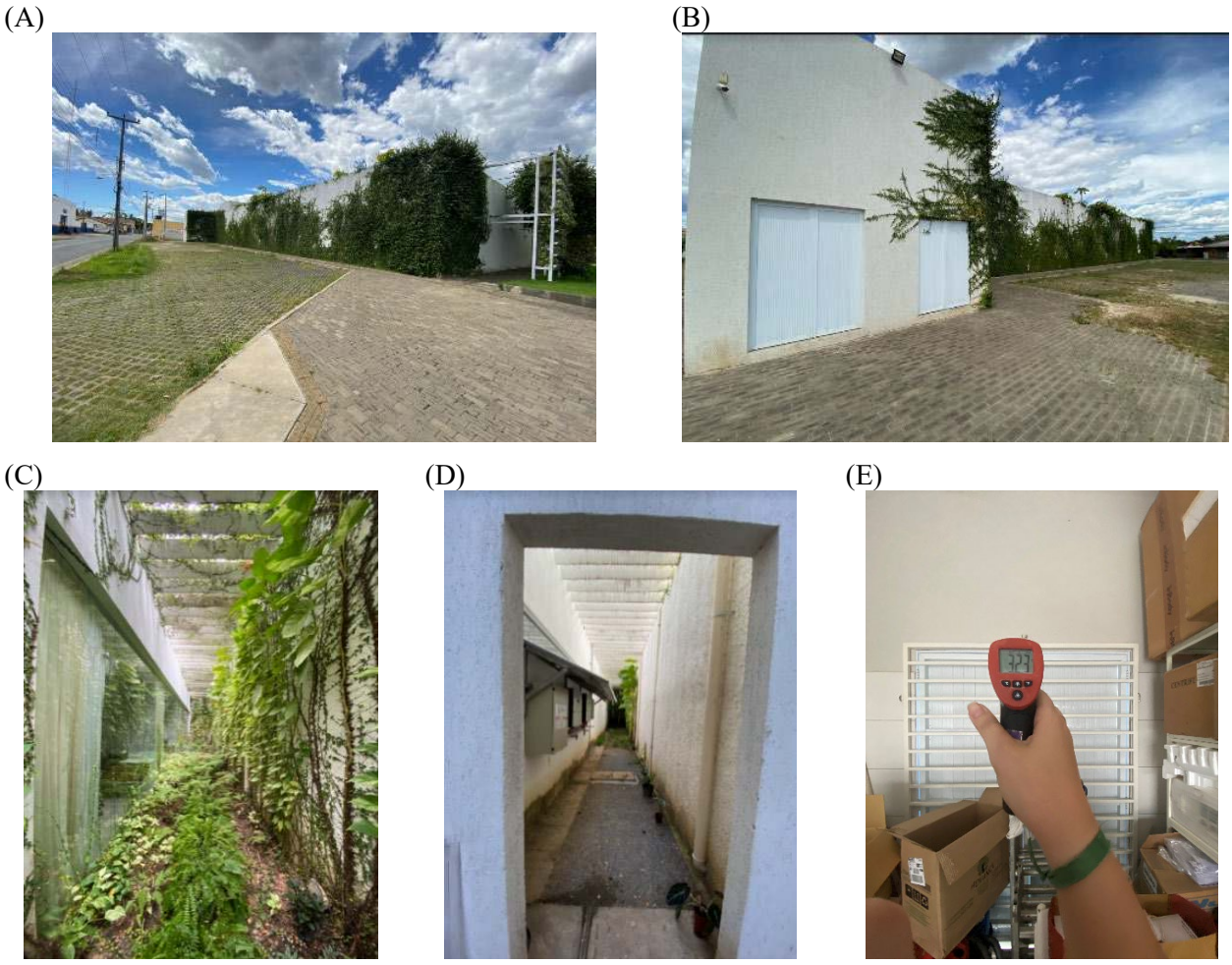



Figura 4: (A) Fachada oeste com trepadeira na parede; (B) Fachada oeste sem trepadeira na parede; (C) Recuo lateral contendo trepadeira na parede interna da fachada oeste; (D) Recuo lateral sem trepadeira na parede interna da fachada oeste; Parede interna da fachada oeste lisa sem trepadeira.

## 3.2. Descrição da parede verde

A parede verde está voltada para o oeste, a qual recebe forte insolação ao longo de todo o período da tarde. Ela é caracterizada pela espécie trepadeira *Hedera Helix*, popularmente conhecida como Falsa Hera (figura 5A), muito utilizada em muros, cercas de condomínios fechados e pergolados. A espécie possui grande potencial paisagístico, baixa manutenção e rápido desenvolvimento (MUÑOZ, 2019). Vale ressaltar que não existem vegetações de grande porte e nem sombreamento de construções no entorno da clínica (Figuras 5B e 5C).

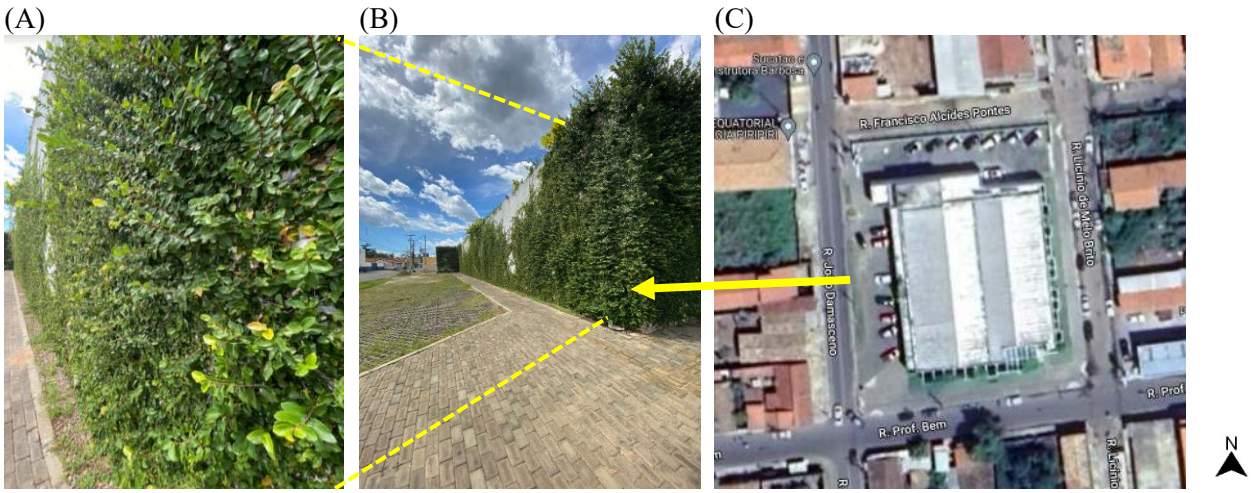



Figura 4: (A) Espécie *Hedera Helix* (nome popular Falsa Hera) usada na parede verde; (B) Fachada oeste da clínica de saúde protegida com espécie vegetal; (C) Vista superior da clínica de saúde.

Para a composição da fachada verde, a parede foi chapiscada em cimento para dar aderência à trepadeira e pintada com cor branca. A irrigação é realizada por sistema automatizado com uso de temporizador de programação por meio de mangueiras com furos sob o canteiro. A parede verde tem altura de 5,25 m e está orientada para a face oeste da clínica, voltada para o estacionamento externo e paralela às salas dos consultórios. Entretanto, como nem toda extensão da face externa e interna da fachada oeste possui presença da espécie vegetal, na presente investigação foram analisadas as seguintes combinações:

(1) Ext muro verde/verde - face externa do muro com trepadeira externa e interna
(2) Ext muro liso/liso - face externa do muro sem trepadeira externa e interna
(3) Int muro verde/verde - face interna do muro com trepadeira externa e interna
(4) Int muro verde/liso - face interna do muro com trepadeira externa e sem trepadeira interna
(5) Int muro liso/liso - face interna do muro sem trepadeira externa e interna.

### 3.3. Campanha de monitoramento

Para a presente investigação, foram monitoradas variáveis microclimáticas de temperatura do ar (Ta) e temperatura das superfícies (Ts) nos ambientes internos e externos com presença e ausência da espécie vegetal na parede. O equipamento utilizado foi o termômetro de superfície a laser Extech 42545 (precisão da temperatura de -50 a 1.000 °C e resolução máx. da temperatura de ±(2% da leitura + 2 °C/4 °F), para o monitoramento externo e interno das diferentes superfícies (Figura 7). O equipamento foii previamente calibrado. Para o monitoramento das superfícies, o termômetro a laser esteve posicionado a 60 cm de cada superfície a uma altura de 1,10 m do piso.

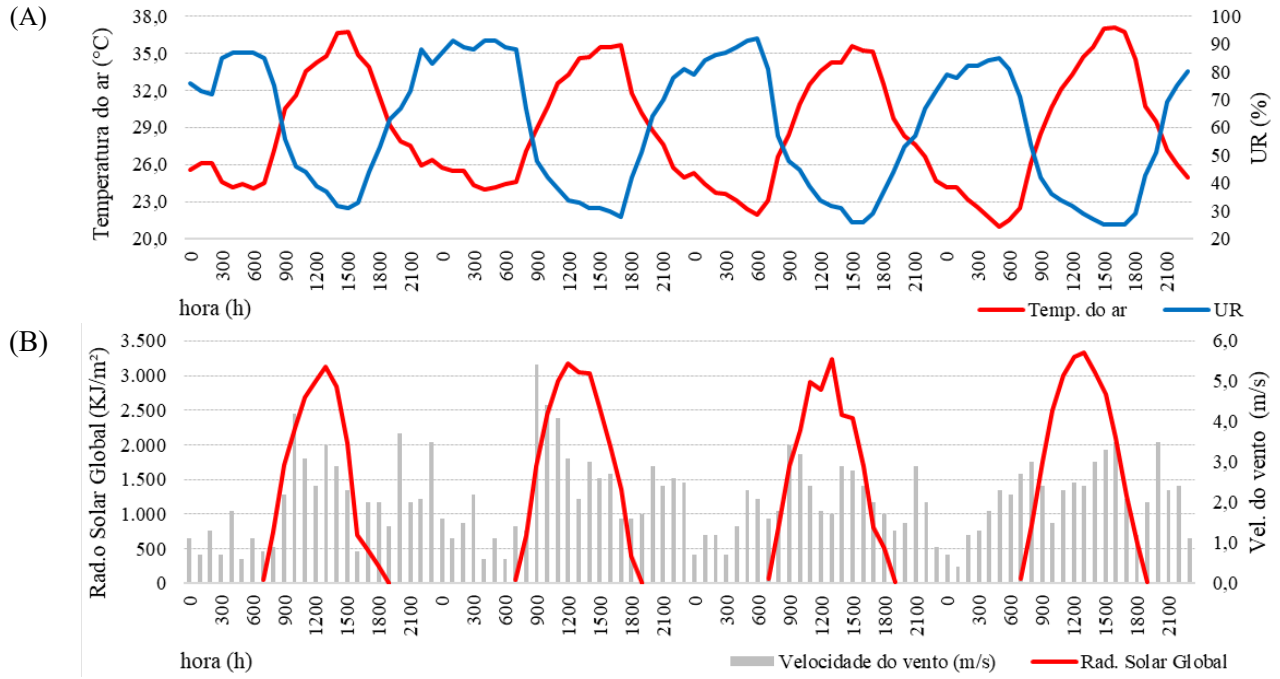


Figura 5: (A) Termômetro a laser Extech 42545 para os monitoramentos microclimáticos externos e internos.

Durante todo o período da campanha, a porta e a janela foram mantidas fechadas, sem a presença de usuários no interior do consultório e sem uso de equipamentos de refrigeração. O período de monitoramento contemplou medições com três dias com irrigação da parede verde e um dia sem irrigação (26 de agosto de 2022), a pedido dos pesquisadores. O registro de temperatura do ar e de superfície foram realizados em quatros horários: 8:00h; 13:00h; 15:00h; e 18:00h.

A campanha de monitoramento foi realizada entre os dias 24 e 27 de agosto de 2022, em condições de céu claro e ar calmo. No período, a temperatura do ar alcançou máxima de 37,1 °C, com média diária em torno de 28,8 °C e amplitude térmica diária de 16,1 °C. A umidade relativa do ar variou entre 92% durante as madrugadas, alcançando 25% no horário de maior aquecimento diurno. Nos quatro dias de campanha o céu permaneceu claro, com baixa nebulosidade e elevada radiação solar global, com máxima superiores a 3000 KJ/m², e ventos calmos com velocidade média de 2,0 m/s. Os dados foram registrados pela estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), na cidade de Piripiri-PI (estação A335). O Gráfico 1 sintetiza da variabilidade climática nos quatro dias da campanha de monitoramento.

Gráfico 1: (A) Variação da Temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%); (B) Radiação solar global (KJ/m²) e Velocidade do vento (m/s), no período 24/08/22 a 27/08/22, de acordo com a estação automática do INMET, em Piripiri-PI (A335) (INMET, 2022).




## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 2 apresenta os valores de temperatura superficial referentes às faces externa e interna do muro oeste com presença e ausência da espécie *Hedera Helix*.

Gráfico 2: Médias de temperatura referentes ao microclima externo e interno do muro oeste no período entre 24 e 27 de agosto de 2022



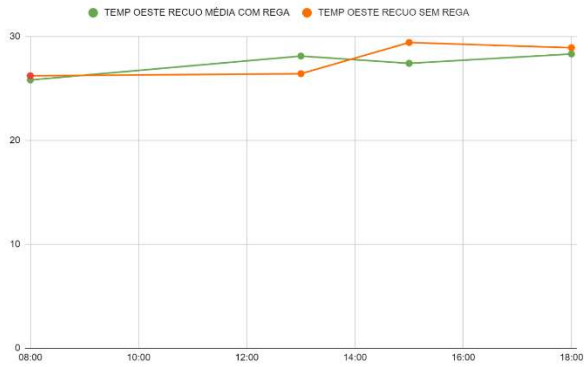
A partir dos dados registrados, observou-se que as maiores temperaturas registradas foram na face externa do muro oeste sem a presença da trepadeira externa/interna, chegando 44,0 °C de temperatura superficial. Com a presença da vegetação sombreando uma seção do muro oeste externo, registrou-se uma média de 38,0 °C no horário de 15h, representando assim uma diferença de 6,0°C comparado com a ausência da trepadeira. Vale ressaltar que a maior temperatura superficial média na presença da vegetação foi no horário de 13h demonstrando assim o resfriamento contínuo da parede a partir da evapotranspiração da vegetação possibilitando uma redução da temperatura no horário de 15h de 3°C.

As menores temperaturas médias superficiais registradas estão representadas pela face interna do muro com presença da vegetação nas duas faces interna/externa. No horário de 15h registrou-se a temperatura média de 30,0 °C na qual seguiu-se elevando a temperatura até o horário de 18h com 32°C devido ao calor latente que o muro absorve. Enquanto isso a face interna que não possui trepadeira externa/interna apresentou uma temperatura média superficial de 33°C e atingiu às 18h a temperatura de 36°C também devido a absorção de calor latente da parede. Nota-se pelo gráfico que no horário de 15h as faces internas sem trepadeiras e face externa com ou sem trepadeira igualam-se a temperatura em 33°C.

No entanto, a face externa que possui trepadeira possibilita que a face interna que não tem trepadeira reduza sua temperatura até o horário de 18h que registrou 34°C. Dessa forma, houve uma diferença de 2°C de redução de temperatura na face interna lisa quando há a presença de vegetação na face externa. Já a comparação da face interna com trepadeira externa/interna e face interna sem trepadeira externa/interna houve uma diferença de 5°C de temperatura reduzida promovida pela presença da vegetação.

O gráfico 03 apresenta o efeito da rega no comportamento da temperatura da temperatura superficial média do recuo lateral considerando que dentre os 04 dias de coletas, 03 dias houve funcionamento normal da rega.

Gráfico 3: Temperaturas médias com a presença ou não da irrigação




A partir dos dados, observou-se que a rega proporcionou a maior temperatura superficial média de 27°C no horário de 13h enquanto sem a rega o mesmo horário apresentou uma redução de 1°C. A maior temperatura sem rega foi de 29°C no horário de 15h enquanto com a rega registrou-se 28°C, uma diferença também de 1°C.

Nota-se que o comportamento térmico médio superficial é crescente ao longo do dia quando não há rega e decrescente ao longo do dia quando há rega. No entanto, a diferença de temperatura nas duas situações é igual registrados em 1°C.

Os resultados obtidos pelos gráficos evidenciam que a trepadeira *Hedera Helix* permite interferir positivamente no microclima interno e externo em relação ao muro, mostrando o potencial de atenuação térmica de paredes. Tais influências são obtidas através do isolamento, evapotranspiração e sombreamento da vegetação na superfície externa e/ou interna da fachada oeste. Vale ressaltar que durante a campanha de medições as trepadeiras apresentavam uma boa cobertura superficial como apresentado nas imagens, com 4 anos de plantio.

As maiores diferenças de temperatura superficial encontradas foi de 6,0°C na face externa e 5°C na face interna. Este resultado é benéfico pois garante um acentuado conforto térmico aos usuários dos consultórios que possuem a face voltada para o recuo. Portanto, a redução de 5°C do valor da temperatura superficial, interno do recuo lateral, pode contribuir para a redução do consumo energético e condições térmicas mais agradáveis ao conforto humano, demonstrando os efeitos da espécie *Hedera Helix* no microclima interno do

caso estudado e seu destaque enquanto estratégia bioclimática passiva na redução de ganhos térmicos nas superfícies, para o clima analisado.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa apresentou o desempenho térmico de paredes quando há a presença da espécie *Hedera Helix* voltada para o oeste, e outras variáveis, amenizando a temperatura superficial do muro de uma clínica localizado em clima tropical, quente e seco. Constatou-se que a espécie apresentada é um potencial regulador de temperatura através dos processos de evapotranspiração que amenizam não só o desconforto térmico como também a demanda de refrigeração artificial dos edifícios durante o verão. O maior destaque foi na redução média de 5°C na face interna quando há a presença de vegetação externa/interna e 6,0°C na superfície quando há presença da trepadeira externa/interna, que ocorreu à tarde, onde houve maior incidência de radiação solar na face Oeste.

Esses resultados demonstram a eficiência da fachada verde enquanto estratégia mitigadora dos ganhos de calor superficial pela sua atuação de sombreamento, evapotranspiração e isolamento das superfícies, amenizando as temperaturas do microclima. Desse modo, reforça-se que essa tipologia de jardim vertical representa uma técnica de controle térmico que pode contribuir positivamente para o desempenho térmico das edificações bem como em conjunto com outras estratégias de resfriamento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem imensamente ao Departamento de Construção Civil e Arquitetura da Universidade Federal do Piauí pelos equipamentos que foram disponibilizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRI, Eleftheria; JONES, Phil. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Building and environment, v. 43, n. 4, p. 480-493, 2008.

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15220-3: Desempenho Térmico em Edificações - Parte 3: Zonas Bioclimáticas Brasileiras e Diretrizes Construtivas para Casas de Baixo Custo. Rio de Janeiro, 2005.

CRUCIOL BARBOSA, M. Avaliação da Influência Térmica de um Jardim Vertical de Tipologia Parede Viva Contínua. 2019. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista-UNESP, Bauru-SP, 2019.

CRUCIOL BARBOSA, M.; FONTES, MSGdC; AZAMBUJA, MdA. Avaliação Experimental da Influência Térmica de uma Parede Viva Contínua em Clima Subtropical no Brasil. Sustentabilidade. 2023,15, 2985. https://doi.org/10.3390/su15042985

LOTUFO, José Otávio. Habitar nas 'buffer zones': diretrizes eco-sociais para uma arquitetura integrada à infraestrutura verde. Revista LABVERDE, v. 8, n. 2, p. 91-127, 2017.

MARON, A.; RAMIREZ, F. Social perception of living walls in Quito: A study of four vertical gardens. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. p. 012095.

Nations U. Sustainable development Goals (SDG) 2022. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/ Acesso em 20 de setembro de 2022.

OQUENDO-DI COSOLA, V.; OLIVIERI, F.; RUIZ-GARCÍA, L. A systematic review of the impact of green walls on urban comfort: temperature reduction and noise attenuation. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 162, p. 112463, 2022.

PADOVAN, Leonardo Diba Gonçalves; DE CASTRO FONTES, Maria Solange Gurgel; BARBOSA, Murilo Cruciol. Influência térmica da fachada verde no ambiente interno. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 13, p. e022005-e022005, 2022.

PADOVAN, Leonardo Diba Gonçalves. Desempenho térmico de jardins verticais extensivos: estudo com uso da trepadeira Ipomoea horsfalliae. (Dissertação de Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC) da Universidade Estadual Paulista ―Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Campus Bauru, 2020.

PAN, Lan; WEI, Shen; CHU, L. M. Orientation effect on thermal and energy performance of vertical greenery systems. Energy and Buildings, v. 175, p. 102-112, 2018.

PERERA, T. A. N. T. et al. Modelling of vertical greenery system with selected tropical plants in urban context to appraise plant thermal performance. Ecological Indicators, v. 128, p. 107816, 2021.

PEREZ, Gabriel et al. Green vertical systems for buildings as passive systems for energy savings. Applied energy, v. 88, n. 12, p. 4854-4859, 2011.

PRADO, Clarice Gavazza dos Santos. Eficiência energética em edificacões públicas: aplicação em projeto padrão de fóruns do poder judiciário alagoano. 2018. 124 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura: Dinâmica do Espaço Habitado) – Faculdade de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

SHUHAIMI, Nur Dinie Afiqah Mohammad et al. The impact of vertical greenery system on building thermal performance in tropical climates. Journal of Building Engineering, v. 45, p. 103429, 2022.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Reducing urban heat islands: compendium of strategies. Urban HealtIsland Basics; 2008.