XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Desempenho de fachadas verdes quanto a atenuação solar: estudo experimental com a espécie *Ipomoea cairica*

Desempeño de fachadas verdes en la atenuación solar: estudio experimental con la especie Ipomoea cairica

Performance of green façades in solar attenuation: experimental study with the species Ipomoea cairica

Conforto térmico / *Confort termico / Thermal comfort*

Oliveira, Júlio Rodrigues de

Arquiteto e Urbanista, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil, julio.r.oliveira@unesp.br

Fontes, Maria Solange Gurgel de Castro

Professora Doutora, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil, solange.fontes@unesp.br

Nozawa, Isadora Aparecida

Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil, isadora.nozawa@unesp.br

Pereira Junior, Antonio Carlos

Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual Paulista, Bauru, Brasil, antonio.c.pereira@unesp.br

Resumo

As fachadas verdes são tipologias de jardins verticais que utilizam plantas trepadeiras para cobrir superfícies. Embora sejam reconhecidas como estratégias eficazes de sombreamento e atenuação solar, ainda são escassos os estudos que investigam o desempenho de espécies nativas. Nesse contexto, este estudo objetivou analisar o desempenho de fachadas verdes indiretas com a espécie *Ipomoea cairica*, presente no Cerrado, por meio de um experimento com estruturas simples e dupla, conduzido em Bauru - SP. A metodologia incluiu o monitoramento mensal do desenvolvimento da espécie, medições da radiação incidente e protegida e cálculos do Índice de Área Foliar e da Densidade de Área Foliar. Os resultados mostraram excelente cobertura vegetal (acima de 90% no terceiro mês) e atenuação solar entre 157 W/m² (67%) e 583 W/m² (82%). Embora a fachada dupla tenha apresentado desempenho superior, a atenuação na estrutura simples foi semelhante, representando uma opção mais econômica.

Palavras-chave: Fachadas verdes. Atenuação solar. Espécie nativa. Estudo experimental.

Resumen

Las fachadas verdes son tipologías de jardines verticales que utilizan plantas trepadoras para cubrir superficies. Aunque son reconocidas como estrategias eficaces de sombreamiento y atenuación solar, aún son escasos los estudios que investigan el desempeño de especies nativas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar el desempeño de fachadas verdes indirectas con la especie Ipomoea cairica, presente en el bioma Cerrado, en relación con la atenuación solar, mediante un experimento con estructuras simple y doble, ubicado en Bauru - SP. La metodología incluyó el monitoreo mensual del desarrollo de la especie, mediciones de la radiación incidente y protegida, y cálculos del Índice de Área Foliar y de la Densidad de Área Foliar. Los resultados mostraron una excelente cobertura vegetal (superior al 90% en el tercer mes) y una atenuación solar entre 157 W/m² (67%) y 583 W/m² (82%). Aunque la fachada doble presentó un desempeño superior, la atenuación en la estructura simple fue similar, representando una opción más económica.

Palabras clave: *Fachadas verdes. Atenuación solar. Especie nativa. Estudio experimental*

Abstract

Green façades are typologies of vertical gardens that use climbing plants to cover surfaces. Although they are recognized as effective strategies for shading and solar attenuation, studies investigating the performance of native species are still scarce. In this context, the present study aimed to analyze the performance of indirect green façades with the species Ipomoea cairica, found in the Cerrado biome, regarding solar attenuation, through an experiment with single and double structures, conducted in Bauru – SP. The methodology included monthly monitoring of the species' development, measurements of incident and protected solar radiation, and calculations of the Leaf Area Index and Leaf Area Density. The results showed excellent vegetative coverage (above 90% in the third month) and solar attenuation between 157 W/m² (67%) and 583 W/m² (82%). Although the double façade performed better, the attenuation in the simple structure was similar, representing a more economical option.

Keywords: *Green façades. Solar attenuation. Native species. Experimental study.*

1. Introdução

Atualmente observa-se uma crescente busca pela reinserção de vegetação nas cidades, com o objetivo de amenizar as temperaturas, melhorar a qualidade do ar e manter o equilíbrio ecológico. Como estratégia possível para áreas adensadas estão os jardins verticais, que constituem soluções eficazes para a criação de espaços verdes verticais. Além de colaborarem na regulação térmica, esses jardins também atuam como importantes estratégias de sombreamento e atenuação solar, contribuindo para o conforto térmico dos edifícios e reduzindo a necessidade de sistemas de climatização.

Os jardins verticais são constituídos pelas tipologias: parede viva (*living wall*) e fachada verde (*green façade*) (Perini *et al.*, 2013). A principal diferença entre elas está na aplicação, no tipo de vegetação, na complexidade estrutural e nos requisitos de manutenção. As paredes vivas (sistemas intensivos) são mais dispendiosas e exigem cuidados específicos, enquanto as fachadas verdes (sistemas extensivos) têm menor custo e manutenção facilitada (Pérez *et al.*, 2011; Scherer, 2014). Estas, em particular, utilizam plantas trepadeiras ou pendentes e podem ser diretas, quando a vegetação cresce sobre a parede, ou indiretas, quando se desenvolve em suportes independentes, como treliças ou redes de cabos (Cruciol-Barbosa; Fontes, 2016).

Dessa forma, as fachadas verdes se destacam como estruturas economicamente viáveis que proporcionam a redução das temperaturas superficiais em razão da interceptação da radiação solar, ocasionando sombreamento (Silva, 2018). Além disso, somam-se os efeitos de isolamento térmico e resfriamento pela evapotranspiração da vegetação, trazendo melhoria aos microclimas (Pérez *et al.*, 2011). Nesse contexto, pesquisas sobre o desempenho térmico dessas infraestruturas têm sido conduzidas em diversos países por meio de simulação computacional (Petrovic *et al*., 2023) e estudos experimentais (Chung *et al.* 2021; Convertino *et al.* 2022).

Em relação às pesquisas experimentais desenvolvidas no Brasil, destacam-se os estudos de Scherer (2014), Muñoz (2019), Gallardo *et al.* (2021), Marchioretto *et al.* (2022) e Pereira Junior (2024). Essas pesquisas avaliaram o desempenho de fachadas verdes compostas por diferentes espécies de trepadeiras, demonstrando que cada espécie apresenta níveis variados de atenuação da radiação solar. Essa diferença ocorre em função das características como densidade foliar, taxa de crescimento e capacidade de sombreamento.

Entretanto, dentre essas pesquisas, apenas Marchioretto *et al*. (2022) e Pereira Junior (2024) destacam a importância do uso de fachadas verdes com espécies nativas do bioma local, por estarem naturalmente adaptadas ao clima da região. Segundo Pérez *et al*. (2011), entender o comportamento da vegetação no contexto climático é essencial para a eficiência das fachadas verdes. Portanto, estudos experimentais com estes dispositivos são fundamentais não apenas

para avaliar o desempenho térmico de diferentes espécies, mas também verificar a sua adaptabilidade e resistência, contribuindo com a criação de um repertório vegetal adequado ao uso em fachadas verdes nos diversos biomas brasileiros, promovendo também a biodiversidade.

Outra lacuna apontada, especificamente no estudo de Pereira Junior (2024), se refere a eficiência de fachadas verdes com diferentes camadas, no que diz respeito ao desenvolvimento da vegetação, densidade foliar e eficiência da atenuação solar.

Nesse contexto, este estudo apresenta uma pesquisa experimental realizada com a espécie *Ipomoea cairica* (L.) Sweet, nativa do Brasil e naturalmente encontrada em Bauru, cidade onde o experimento foi realizado. A espécie foi utilizada em fachadas verdes indiretas com diferentes camadas (simples e dupla), com o objetivo de avaliar seu potencial de aplicação e eficácia na atenuação da radiação solar.

2. Materiais e Métodos

Para alcançar o objetivo da pesquisa, foi conduzido um estudo experimental que contemplou cinco etapas metodológicas detalhadas nos subitens a seguir.

2.1 Desenvolvimento e execução do projeto experimental

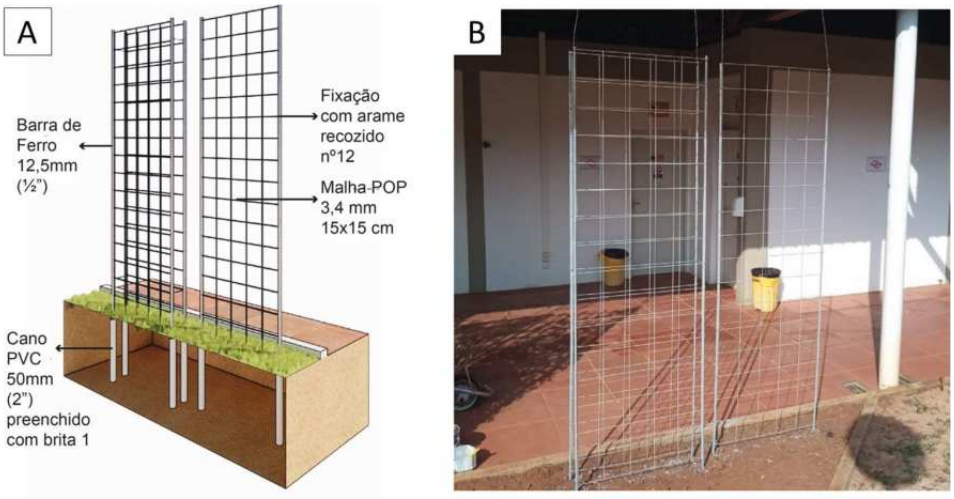
O estudo experimental foi desenvolvido no pátio da Central de Laboratórios da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design (FAAC), no Campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP), localizado em Bauru, centro-oeste do estado de São Paulo. A cidade é caracterizada por um clima Cfa (clima subtropical com verão quente), segundo a classificação de Köppen, e apresenta temperatura média anual de 21,1°C (Alvares *et al.*, 2014).

As fachadas verdes foram implantadas na face oeste de um espaço de transição que circunda toda a parte interna do edifício, utilizado cotidianamente para acesso aos laboratórios. Essa face foi escolhida para proteger o espaço de transição da radiação solar intensa no período da tarde. A implantação nesse local também se justifica pela disponibilidade do espaço na universidade e pela proximidade com o laboratório de pesquisa, o que facilitou o acesso aos equipamentos e a logística durante as campanhas de medição. Além disso, a intervenção foi posicionada em um setor já utilizado para outros estudos experimentais.

Foram desenvolvidas duas estruturas treliçadas independentes de ferro e tela pop (malha 15 x 15 cm, aço 3,4 mm), nas dimensões 2,40 m x 0,75m, fixadas com arame recozido em barras de aço 12,5 mm (3 m). Para avaliar a atenuação solar da fachada verde indireta em diferentes camadas

foram construídas duas estruturas de tela pop, uma de camada simples e outra dupla. As estruturas foram fixadas ao solo com canos de PVC 50 mm, preenchidos com brita, enterradas a 60 cm e posicionadas a 18 cm do espaço de transição (Figura 1).

Figura 1: Projeto (A) e execução (B) da estrutura do experimento

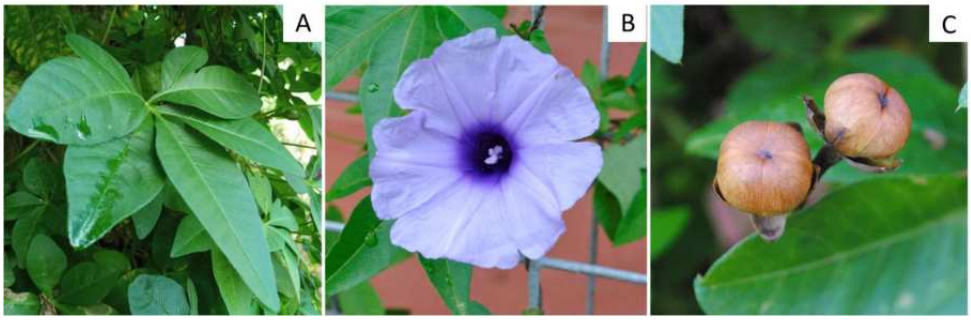


Fonte: Autores (2023).

2.2 Seleção e plantio da espécie a ser testada

A seleção da espécie vegetal teve como principal critério sua ocorrência no domínio fitogeográfico local, o Cerrado, que atualmente é o segundo bioma mais ameaçado no Brasil. Considerando que o experimento buscou avaliar o desempenho de uma espécie em fachadas verdes sob condições reais de clima, optou-se por uma espécie que já apresentasse adaptação às características ambientais da região. Sendo assim, identificou-se a trepadeira herbácea *Ipomoea cairica* (L.) Sweet, da família Convolvulaceae (Figura 2), amplamente distribuída no Brasil, incluindo os biomas Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa (Simão-Bianchini, 2023).

Figura 2 - Folha (A) flor (B) e sementes (C) da espécie *Ipomoea cairica* (L.) Sweet



Fonte: Autores (2023).

Além de sua ocorrência no Cerrado, a espécie é caracterizada como perene, muito florífera (com grandes flores róseo-arroxeadas), rústica, resistente a escassez hídrica, sem exigência de nutrição, podendo até ser considerada invasora, quando cresce de forma espontânea onde não foi desejada (Lorenzi, 2015). Essas características fazem com que a espécie seja frequentemente observada na área antrópica, onde pode ser observada em fundos de vale, taludes, terrenos baldios, alambrados e outros espaços urbanos. Este fato possibilita o seu uso sem necessidade de aquisição de mudas a partir de compra em viveiros, aumentando o potencial de utilização em fachadas verdes como estratégia bioclimática de baixo-custo.

Diante desse conjunto de atributos — adaptação ao bioma local, facilidade de obtenção, baixa exigência de manutenção e rusticidade em ambientes urbanos —, a *Ipomoea cairica* foi considerada adequada para os objetivos do estudo e selecionada como espécie-teste para o experimento.

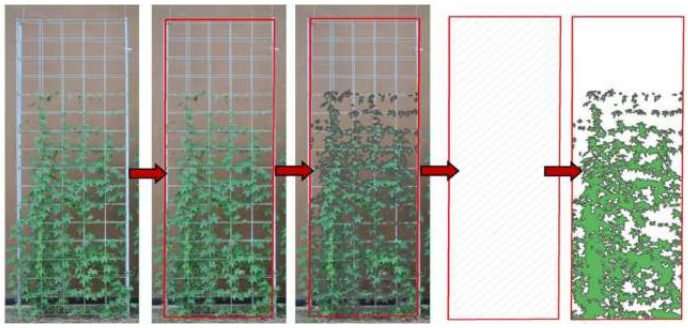
As mudas, coletadas em um terreno baldio nas proximidades da universidade, foram plantadas junto às estruturas (11/09/2023), cujo solo da base foi misturado com substrato da marca CIANEX ®. Sequencialmente, foram dispostas três mudas na fachada simples, e seis na fachada dupla, distribuídas a cada 20 cm. As mudas dispostas na fachada dupla eram menores, o que influenciou o crescimento nos dois primeiros meses após o plantio.

2.3 Monitoramento mensal do desenvolvimento da espécie

Para monitorar o desenvolvimento da espécie e determinar o seu potencial de crescimento, foi adotada a metodologia de Muñoz (2019), com o cálculo do Percentual de Cobertura Verde (PCV). O PCV mensal foi determinado através de um levantamento fotográfico de cada uma das fachadas (simples e dupla), a partir do primeiro mês após o plantio. As fotografias foram inseridas no *software* AutoCAD ® e com a ferramenta *Polyline*, foi feita a delimitação da área de análise, correspondente aos limites da estrutura treliçada.

Em seguida, a área de folhagem foi delimitada com a mesma ferramenta, criando uma máscara sobre a vegetação. Na sequência, a ferramenta *hatch* foi utilizada para aplicar hachuras tanto na área coberta por vegetação quanto na área delimitada para análise, sendo possível obter as áreas e correlacionar os valores encontrados (Figura 3). Para o cálculo, a área de análise da estrutura da fachada correspondeu sempre a 100%.

Figura 3 - Delimitação da área de análise e da área de folhagem



Fonte: Autores (2024).

2.4 Monitoramento da radiação solar incidente e protegida

A atenuação solar foi determinada com medições em três pontos centrais, externa e internamente, em cada uma das fachadas verdes, nas alturas de 0,30 m, 1,10 m e 2,15 m (baixo, médio e alto). O instrumento utilizado foi o medidor de radiação solar da marca INSTRUTHERM ®, MES-100 (escala: 2000 W/m², resolução: 1 W/m², precisão: tipicamente ±10 W/m²).

As medições foram feitas durante o período de incidência solar nas fachadas com intervalos de 1 hora (13, 14, 15 e 16h) em 6 dias com condições de tempo quente, em que as médias diárias de temperatura superaram os valores médios climatológicos daquele mês, conforme dados fornecidos pelo IPMet (Instituto de Pesquisas Meteorológicas de Bauru). Para que os resultados fossem adequados, os dias selecionados foram de céu claro com pouca ou nenhuma nebulosidade, conforme a ABNT NBR 15.215-2 (2021), verificados antes das medições a partir da observação direta da abóbada celeste.

2.5 Determinação do Índice de Área Foliar (IAF) e Densidade de Área Foliar (DAF)

O Índice de Área Foliar (IAF) é um valor adimensional que caracteriza a estrutura e a densidade da folhagem em diferentes tipos de vegetação (Pérez *et al.*, 2022). Esse índice varia entre as espécies, pois as folhas possuem áreas de superfície distintas e distribuição espacial específica. Trata-se de um parâmetro essencial para estimar o desempenho de fachadas verdes em programas de simulação computacional e que pode ser utilizado em futuros trabalhos. Para isso, o IAF foi obtido por meio da Equação 1, apresentada por Weerakkody *et al.* (2017):

$$IAF = La \times \frac{NI}{Qa} \quad (1)$$

Em que : La – Área Média das Folhas; NI– Número Total de Folhas; Qa– Área total da fachada;

Outro parâmetro importante refere-se à Densidade de Área Foliar (DAF), que consiste na área de folhas (unilateral) encontradas em um determinado volume, influenciando diretamente o sombreamento e o percentual de atenuação proporcionado pela espécie na fachada verde. Silva (2018) destaca que esse parâmetro é um dado de entrada, essencial para a parametrização da vegetação no modelo, ainda que possa estar irregularmente distribuída na fachada. Para este estudo, a DAF foi calculada conforme a Equação 2, apresentada por Silva (2018):

$$DAF = \frac{NI \; x \; La}{VFV} \quad (2)$$

Em que : NI – Número Total de Folhas; La – Área média das folhas; VFV – Volume da fachada verde

A determinação da Área Média das Folhas (La), necessária aos cálculos do IAF e DAF, foi feita a partir da coleta de 100 folhas de ambas fachadas, de posições distintas para abranger todas as áreas. Na sequência, as folhas foram dispostas em um papel de tamanho A4, marcadas com uma escala gráfica real de 3 cm. Após serem escaneadas, as imagens foram inseridas no *software* Image J ® onde a imagem foi ajustada ao real, criando uma relação de pixel/cm. Por fim as imagens foram editadas em *Image > Adjust > Threshold*, de forma a possibilitar a aplicação do comando *Measure* que apresenta a área de cada folha ao clicar na imagem.

Quanto à determinação do Número Total de Folhas (NI), foi realizado o método direto destrutivo (Bréda, 2003) para cada uma das fachadas (simples e dupla), no qual as fachadas verdes experimentais são desfolhadas e as folhas contabilizadas manualmente. Por fim, foi determinado o volume ocupado por cada fachada verde (em m³), necessário ao cálculo da Densidade de Área Foliar (DAF). A medição da espessura ocupada pela folhagem foi calculada a partir do valor médio registrado em diferentes alturas (0,30 m, 1,10 m e 2,15 m) para cada fachada (simples e dupla), quando o PCV da espécie estava próximo a 100% .

3. Resultados e Discussão

3.1 Desenvolvimento da trepadeira *Ipomoea cairica* nas fachadas verdes

A espécie recebeu regas espontâneas de uma a duas vezes por semana, podas e condução dos ramos, apresentando um rápido crescimento, com a primeira inflorescência em torno de 1 mês após o plantio e grande floração após dois meses. A atração de insetos polinizadores e demais

invertebrados, além de beija-flores, também foi observada. No mês de fevereiro de 2024, completou seu ciclo fenológico, produzindo grande quantidade de sementes.

3.2 Cálculo do Percentual de Cobertura Verde (PCV) mensal

A diferença inicial no crescimento da trepadeira nas duas estruturas foi ocasionada pelos diferentes tamanhos de mudas, e pela morte de outras que foram substituídas ainda nos primeiros dias. No entanto, no terceiro mês, o PCV em ambas as fachadas verdes foi semelhante, superior a 90%. Com quatro meses chegou próximo a 100%. No entanto, reduziram o seu percentual nos meses subsequentes, mas sem ficar abaixo de 95%. Observou-se que até o mês de abril (fim do monitoramento) a espécie manteve estabilidade no seu PCV (Figura 4).

A justificativa para a leve redução do PCV é a formação de vazios na parte inferior das fachadas verdes, enquanto a parte superior apresentou um preenchimento quase completo. Isso ocorre pelo desenvolvimento ascendente da trepadeira que tende a cair quando atinge a parte superior da estrutura, deixando-a com maior densidade de folhagem.

Figura 4 - Gráfico com o Percentual de Cobertura Verde (PCV)



Fonte: Autores (2024).

3.3 Monitoramento da radiação solar incidente e protegida

As medições da radiação solar foram realizadas nos meses de dezembro/23 (19 e 20), janeiro/24 (08 e 09) e março/24 (14 e 15), totalizando 6 dias de coleta de dados. As temperaturas médias registradas nesses dias foram, respectivamente, de 27,6 °C e 27,15 °C em dezembro, 29,65 °C e 29,3 °C em janeiro, e 28,85 °C e 30,2 °C em março. Esses valores superaram as médias climatológicas mensais de temperatura para os mesmos períodos, que foram de 24,8 °C em dezembro, 25,25 °C em janeiro e 24,75 °C em março, conforme dados do IPMet.

Os valores de radiação incidente encontrados nas fachadas simples e dupla nos diferentes pontos foram unificados, com o fim de minimizar imprecisões decorrentes do equipamento utilizado. Assim, para fins de cálculo foi utilizado o mesmo valor para a radiação incidente nas fachadas dupla e simples, variando conforme o horário. Quanto à radiação protegida, foi feita uma média por horário dos resultados obtidos nos três pontos monitorados e em cada dia de medição, considerando individualmente cada uma das fachadas (Tabela 1).

Tabela 1: Valores de radiação incidente, protegida e atenuada nas fachadas verdes.

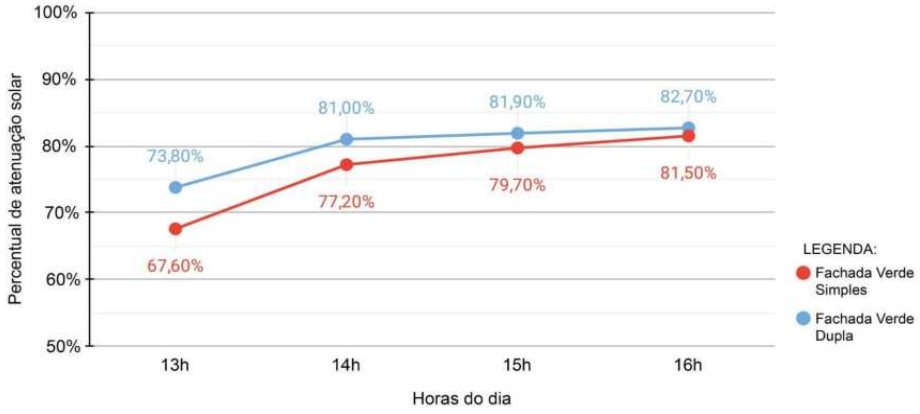
Horários	Radiação Incidente (W/m²)	Radiação Protegida FVS (W/m²)	Atenuação FVS (W/m²)	Atenuação FVS (%)	Radiação Protegida FVD (W/m²)	Atenuação FVD (W/m²)	Atenuação FVD (%)
13h	232,2	75,2	157	67,6	60,8	171,4	73,8
14h	439	100	339	77,2	83,3	355,7	81
15h	601,2	122,3	478,9	79,7	108,9	492,3	81,9
16h	705,7	130,9	574,8	81,5	122,1	583,6	82,7

FVS - Fachada Verde Simples; FVD - Fachada Verde Dupla

Fonte: Autores (2025).

A Figura 5 apresenta o percentual de atenuação solar proporcionada por cada fachada, em que é possível observar a variação de 67 a 82%, com desempenho superior (ainda que próximo) da fachada dupla. O percentual de atenuação solar das fachadas verdes tendeu a se aproximar ao longo das horas, e apresentou diferença mínima de 1,2% às 16h. Uma explicação para o aumento da atenuação solar no final da tarde é a posição solar em sua trajetória. Nas condições do experimento, a radiação passou a incidir de maneira mais perpendicular às fachadas verdes, resultando em maior sombreamento e menor radiação atingindo as frestas da folhagem.

Figura 5 -Gráfico com percentual de atenuação solar



Fonte: Autores (2024).

3.4 Cálculo do Índice de Área Foliar (IAF) e Densidade de Área Foliar (DAF)

Para os cálculos dos parâmetros IAF e DAF, foi necessário determinar a Área Média das Folhas (La). Após coleta e escaneamento de 100 folhas, de ambas as fachadas e tratamento no *software* Image J ®, encontrou-se um valor médio de 51,97 cm². Outra variável necessária para os cálculos foi o Número Total de Folhas (NI) de cada uma das fachadas verdes. Aplicou-se método destrutivo, com a retirada manual das folhas, contabilizando 3.040 folhas na fachada simples, enquanto que na fachada dupla o valor foi de 3.285 folhas, com apenas 245 folhas a mais. Por fim, quanto à espessura da folhagem em cada fachada, considerou-se a média das medições realizadas nos três pontos das fachadas, resultando em 39 cm para a fachada dupla, e 30,6 cm para a fachada simples.

A partir destes dados, foi possível calcular o IAF tanto para as fachadas verdes simples e dupla, utilizando a fórmula proposta por Weerakkody, *et al*. (2017). Convertendo o valor de La em m² tem-se 0,0052 m², o NI para a fachada verde simples sendo 3.040 e para a dupla 3.285, e por fim a área total da fachada sendo 1,80 m² (0,75 x 2,40). Os resultados obtidos foram um IAF = 8,78 para a fachada verde simples, e 9,48 para a fachada verde dupla, um valor que corresponde ao maior percentual de atenuação solar.

O cálculo da DAF também foi realizado considerando o volume das fachadas, utilizando da espessura da folhagem encontrada de 30,6 cm para a fachada simples e 39 cm para a fachada dupla, a partir da utilização da fórmula apresentada por Silva (2018). Os resultados encontrados foram de 26,68 m²/m³ para a fachada verde de camada simples e 30,74 m²/m³ para a fachada de camada dupla. Os valores próximos de DAF indicam que a duplicação da camada não resulta em aumento proporcional da densidade, uma vez que a vegetação pouco se desenvolve em função do sombreamento ocasionado por uma camada sobre a outra.

4. Considerações Finais

A espécie *Ipomoea cairica* demonstrou grande potencial para uso em fachadas verdes indiretas devido ao seu rápido crescimento (acima de 90% no terceiro mês), baixa manutenção, resistência à seca e pragas, além de seu valor ornamental e atratividade para polinizadores. Embora pouco difundida comercialmente, sua fácil obtenção em áreas urbanas reduz custos e facilita a utilização dessa estratégia bioclimática com uma espécie de planta trepadeira acessível.

As fachadas verdes com a espécie *Ipomoea cairica* apresentaram excelentes valores de atenuação da radiação solar, com médias de 79,65% na fachada dupla e 76,5% na simples, uma diferença de apenas 3,35%. Esse pequeno ganho não justifica o uso da camada dupla, considerando o maior custo estrutural. Destaca-se, ainda, como contribuição da pesquisa o cálculo de parâmetros da espécie (IAF e DAF), essenciais para simulações computacionais de desempenho térmico e, assim, poder fomentar estudos futuros e ampliar a difusão da espécie no Brasil.

Ressalta-se que, como o estudo foi desenvolvido com a espécie plantada diretamente no solo, recomenda-se aprofundar a investigação sobre o uso desta espécie em jardineiras, avaliando sua adaptação a espaços reduzidos para raízes, além de testar sua performance em demais suportes como cabos de aço.

Agradecimentos

À Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPe) da Unesp, pela bolsa PIBIC-RT que financiou e possibilitou esta pesquisa. Ao IPMet pelo fornecimento de dados dos dias de monitoramento e aos membros do NUCAM (Núcleo de Pesquisa em Conforto Ambiental) pelo suporte experimental, monitoramento e discussão dos resultados.

Referências

ÁLVARES, C. A. *et al*. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15.215-2:** Iluminação natural – Parte 2 – Procedimentos de cálculo para a disponibilidade de luz natural e para a distribuição espacial natural. Rio de Janeiro, 2021.

BRÉDA, N. J. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. **Journal of experimental botany**, v. 54, n. 392, p. 2403-2417, 2003.

CHUNG, P. *et al*. Rooting volume impacts growth, coverage and thermal tolerance of green façade climbing plants. **Land**, v. 10, n. 12, p. 1281, 2021.

CONVERTINO, F. *et al*. Thermal behaviour of green façades in winter climatic conditions. **International Journal of Environmental Impacts**, v. 5, n. 1, p. 38-50, 2022a.

CRUCIOL BARBOSA, M.; FONTES, M. S. G. C. Jardins verticais: modelos e técnicas. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 7, n. 2, p. 114-124, jun. 2016. ISSN 1980-6809.

GALLARDO, N. P. *et al*. Evaluation of comfort and thermal efficiency in buildings with plant surroundings: An experimental study report. **Rev. Bras. Gest. Desenvolv. Reg**, v. 17, n. 2, 2021.

LORENZI, H. Ipomoea cairica (L.) Sweet. *In*: **Plantas para jardins no Brasil**: herbáceas, arbustivas e trepadeiras. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2015. p. 557

MARCHIORETTO, J. *et al*. Fachadas verdes: potencial de sombreamento e atenuação solar da espécie Merremia dissecta. **ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 17, p. 1-10, 2023.

MUÑOZ, L. S. **Potencial amenizador térmico de jardim vertical do tipo fachada verde indireta: estudos com diferentes espécies de trepadeiras**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), FAAC, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2019.

PEREIRA JUNIOR, A. C. **Atenuação da radiação solar por fachadas verdes indiretas com diferentes camadas: estudo com a espécie Distimake dissectus (Jacq.) AR Simões & Staples**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), FAAC, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2024.

PÉREZ, G. *et al*. Seasonal influence of leaf area index (LAI) on the energy performance of a green facade. **Building and Environment**, v. 207, p. 108497, 2022.

PERINI, K. *et al*. Vertical greening systems, a process tree for green façades and living walls. **Urban Ecosystems**, v. 16, p. 265-277, 2013.

PETROVIC, N. *et al*. Effects of Different Types of Residential Block Greenery in Summer Conditions in Areas of Moderate Continental Climate on Thermal Comfort. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 32, n. 5, 2023.

SCHERER, M. J. **Cortinas verdes na arquitetura: desempenho no controle solar e na eficiência energética de edificações**. Tese (doutorado). Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2014.

SILVA, P. W. S. **O impacto das fachadas verdes nos microclimas urbanos**. Tese (doutorado). Universidade de São Paulo. 2018.

SIMÃO-BIANCHINI, R. *et al*. Ipomoea *in*: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB7030>. Acesso em: 10 mai. 2025.

WEERAKKODY, U. *et al.* Particulate matter pollution capture by leaves of seventeen living wall species with special reference to rail-traffic at a metropolitan station. **Urban forestry & urban greening**, v. 27, p. 173-186, 2017.