XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8262

Atenuação solar de pergolados vegetados em espaços públicos de permanência

Solar attenuation by vegetated pergolas in public stay spaces

Júlio Rodrigues de Oliveira
Universidade Estadual Paulista, UNESP | Bauru | Brasil | julio.r.oliveira@unesp.br
Vinícius dos Santos Mantovani
Universidade Estadual Paulista, UNESP | Bauru | Brasil | vs.mantovani@unesp.br
Maria Solange Gurgel de Castro Fontes
Universidade Estadual Paulista, UNESP | Bauru | Brasil | solange.fontes@unesp.br

Resumo

Pergolados vegetados constituem uma estratégia de sombreamento para espaços públicos, porém são escassos os estudos que quantificam sua capacidade de atenuação da radiação solar. Este trabalho objetivou quantificar a atenuação da radiação solar promovida por pergolados vegetados com a trepadeira *Dolichandra unguis-cati*, no Jardim Botânico Municipal de Bauru, São Paulo, Brasil. A metodologia consistiu em um estudo de caso experimental com medições de radiação incidente e protegida em duas estruturas com diferentes níveis de recobrimento vegetal, determinados a partir do Fator de Visão do Céu (FVC). As medições ocorreram durante três dias na primavera e três dias no verão, em intervalos de uma hora (11h às 14h). Os resultados mostraram que o pergolado com cobertura mais densa manteve atenuação solar média de 88,7% na primavera e 93,5% no verão, enquanto o outro pergolado atenuou 81,5% da radiação na primavera e 91,3% no verão. Os dados confirmam o potencial dos pergolados vegetados como estratégia eficiente para a atenuação solar, constituindo espaços de amenidades para a permanência, especialmente em condições de tempo quente.

Palavras-chave: Atenuação solar. Estratégias de sombreamento. Vegetação nativa.

Abstract

Vegetated pergolas are a promising shading strategy for public spaces; however, experimental studies quantifying their solar radiation attenuation performance remain scarce. This study aimed to quantify the solar radiation attenuation provided by pergolas vegetated with the climber Dolichandra unguis-cati at the Municipal Botanical Garden of Bauru, São Paulo, Brazil. The methodology consisted of an experimental case study involving measurements of incident and protected radiation across two structures with different levels of vegetative coverage, determined by the Sky View Factor (SVF). Measurements were carried out over three days in spring and three days in summer, at one-hour intervals (from 11:00 AM to 2:00 PM). The results indicated that the pergola with denser coverage maintained an average solar attenuation of 88.7% in spring and 93.5% in summer, while the other structure attenuated 81.5% and 91.3% in the same periods, respectively. The data confirm the potential of vegetated pergolas as an efficient strategy for solar mitigation, creating comfortable amenity spaces for human stay, especially under hot weather conditions.

Keywords: Solar attenuation. Shading strategies. Native vegetation.

INTRODUÇÃO

A qualificação microclimática dos espaços urbanos, especialmente em áreas densamente urbanizadas, constitui estratégia fundamental para a promoção do conforto térmico e da habitabilidade dos espaços urbanos, sobretudo em cidades de clima quente [1]. Soluções voltadas ao sombreamento, à ventilação e à redução da radiação solar direta mostram-se particularmente relevantes em espaços públicos de permanência, como praças, bosques e parques, uma vez que o desempenho térmico desses ambientes influencia diretamente a sensação de conforto dos usuários, favorecendo a permanência, a socialização e o bem-estar [2] [3].

Dentre as estratégias para a melhoria do conforto térmico nesses espaços, destaca-se o sombreamento, capaz de atenuar a radiação solar direta e reduzir a temperatura do ar e das superfícies. Nesse contexto, os elementos naturais de mitigação térmica constituem soluções mais eficazes e sustentáveis, como o uso de arborização, ao promover sombreamento, evapotranspiração e melhoria da qualidade ambiental [4]. Além dos benefícios microclimáticos, a utilização de espécies nativas pode contribuir, ainda, para a biodiversidade urbana, oferecendo abrigo e recursos para a fauna e funcionando como corredores ecológicos [5].

Entretanto, os benefícios da arborização estão condicionados ao porte e ao tempo de desenvolvimento das espécies, o que representa um desafio em áreas com baixa cobertura vegetal ou em projetos recentemente implantados. Nesses casos, estruturas construídas de sombreamento como toldos, telas, coberturas leves e pergolados, vêm sendo empregadas como soluções complementares ou provisórias, capazes de proporcionar sombreamento imediato enquanto a vegetação arbórea se desenvolve [1]. Estudos experimentais indicam que a redução da radiação solar direta constitui o principal fator para a mitigação do estresse térmico em espaços abertos [6] [7], sendo que estruturas associadas à vegetação podem potencializar esse efeito ao associar bloqueio físico da radiação solar e processos evaporativos [8].

Os pergolados vegetados são elementos versáteis que proporcionam a criação de espaços de amenidades no ambiente urbano, que favorecem a socialização dos usuários. Embora estudos recentes tenham investigado o desempenho térmico de estruturas vegetadas [8] [9], ainda são escassas as pesquisas experimentais que quantificam a atenuação da radiação solar promovida por essas estruturas em contextos urbanos brasileiros, sobretudo ao considerar variações sazonais da cobertura vegetal.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo quantificar a atenuação da radiação solar promovida por pergolados vegetados localizados no Jardim Botânico Municipal de Bauru (SP). A partir de medições experimentais realizadas nas estações de primavera e verão, foi analisada a influência das variações sazonais da vegetação sobre o desempenho quanto à atenuação térmica das estruturas.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é caracterizada como aplicada, com abordagem quantitativa, e para atingir seu objetivo foi conduzida por meio de um estudo de caso exploratório, estruturado em quatro etapas metodológicas descritas a seguir.

ESCOLHA E CARACTERIZAÇÃO DO PERGOLADO VEGETADO

O estudo de caso foi realizado no município de Bauru, cidade do centro-oeste do estado de São Paulo, caracterizada pelo clima do tipo Cwa, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger [10], com verões quentes e chuvosos e invernos amenos e secos. Segundo a classificação bioclimática brasileira [11], o município está inserido na zona bioclimática 3B (mista e seca).

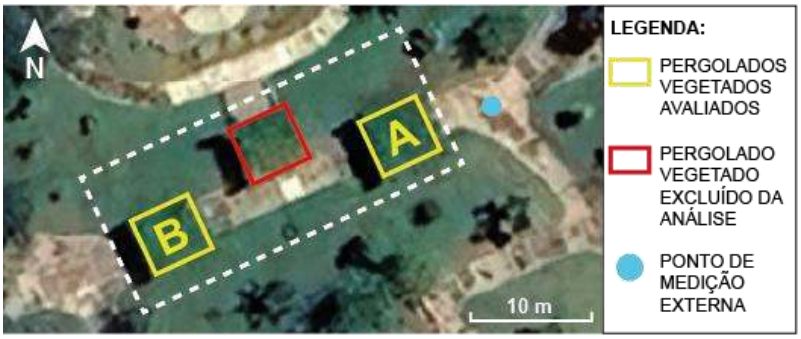
Dentre os espaços públicos do município, tem destaque o Jardim Botânico Municipal (JBMB), uma instituição de caráter científico voltada à conservação de plantas e ambientes naturais, que também integra atividades de pesquisa e educação ambiental. Considerado uma das maiores reservas de cerrado do estado de São Paulo, o JBMB possui cerca de 280 hectares preservados, incluindo fragmentos de floresta estacional semidecidual e vegetação paludosa [12]. Além de seu papel ecológico e científico, o espaço também favorece atividades de lazer e bem-estar, como caminhadas, leitura e contemplação, contando com pergolados vegetados distribuídos ao longo dos percursos, que proporcionam áreas sombreadas e suporte ao desenvolvimento de espécies trepadeiras nativas.

A seleção dos pergolados analisados considerou critérios de padronização e controle de interferências externas, priorizando estruturas localizadas nas proximidades da Praça da Conservação, onde a vegetação arbórea circundante é jovem e não gera sombreamento sobre as estruturas. Implantados em 2021, os pergolados possuem as mesmas dimensões e espécie de trepadeira, o que permite uma análise comparativa da atenuação solar, tendo em vista que apresentam diferentes graus de recobrimento vegetal.

Para avaliação, selecionaram-se duas estruturas dispostas no mesmo eixo e dotadas de mobiliário de permanência identificadas como pergolados vegetados A e B (Figura 1). O pergolado central que integra o grupo foi excluído da análise por apresentar variáveis distintas, como a presença de painéis informativos e o cultivo de trepadeiras em jardineiras de fundo aberto, diferindo do plantio direto no solo observado nos outros dois pergolados.

As estruturas dos pergolados são de madeira de eucalipto tratada, compondo tanto os elementos verticais quanto os horizontais. O suporte para o desenvolvimento da vegetação consiste em uma trama de ripas de bambu e fios de arame galvanizado. As unidades apresentam dimensões de 3,15 m x 3,80 m entre eixos de pilares, com beirais de 0,75 m e 1,05 m (Figuras 2 e 3).

Figura 1: Localização dos pergolados vegetados selecionados



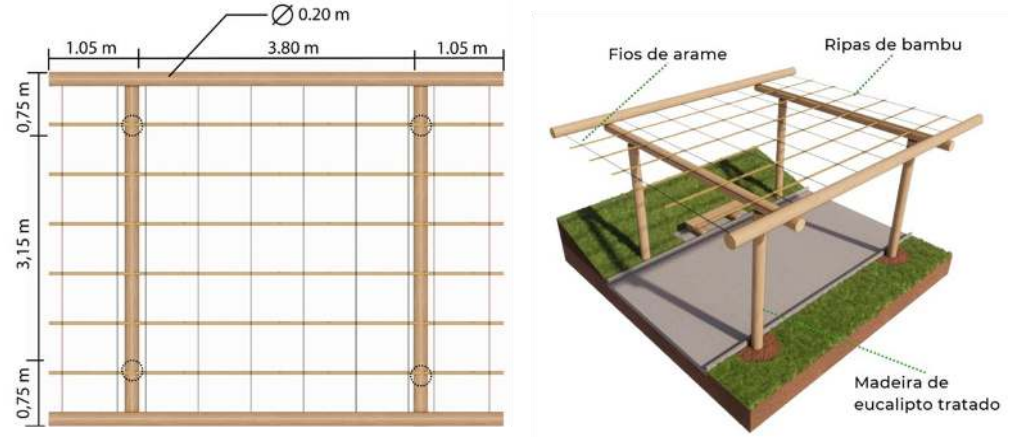
Fonte: os autores.

Figura 2: Pergolado vegetado A (à esquerda) e pergolado vegetado B (à direita).



Fonte: os autores.

Figura 3: Dimensões (à esquerda) e características construtivas dos pergolados (à direita).



Fonte: os autores.

Estes pergolados dão suporte ao desenvolvimento de uma planta trepadeira nativa do Brasil, a *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann, de nome popular unha-de-gato (Figura 4). Essa espécie é caracterizada como liana, ou seja, uma trepadeira lenhosa que apresenta desenvolvimento mais lento quando comparada às trepadeiras herbáceas. Em cada estrutura, foram plantadas duas mudas no dia 29 de janeiro de 2021. Ainda assim, atualmente, as estruturas exibem graus de recobrimento distintos, sendo o Pergolado A aquele com a cobertura vegetal mais desenvolvida.

Embora nativa, a espécie não é endêmica do território nacional, apresentando ampla distribuição geográfica. Ocorre em todos os biomas nacionais e pode ser observada em áreas antrópicas, carrascos, florestas de galeria, florestas estacionais e florestas ombrófilas [13]. Além disso, a espécie apresenta uma floração exuberante, que forma uma cascata de flores amarelas durante a primavera [14].

Figura 4: Flores e folhas (à esquerda), gavinhas (ao centro) e distribuição geral da floração (à direita) da trepadeira *Dolichandra unguis-cati*.



Fonte: os autores.

MONITORAMENTO DA RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE E ATENUADA

Para a determinação da atenuação solar desempenhada por cada pergolado vegetado, foram realizadas campanhas de monitoramento em três dias durante a estação de verão e mais três dias durante a primavera. Considerando o caráter exploratório do estudo, esse recorte temporal foi considerado suficiente para identificar padrões de comportamento da estratégia quanto à atenuação da radiação solar, subsidiando estudos futuros com séries temporais mais extensas. As medições foram realizadas entre 11h e 14h, em intervalos de uma hora, período correspondente aos maiores ângulos de altura solar e, consequentemente, às condições de maior incidência de radiação solar direta sobre as estruturas. Nessas condições, reduz-se a influência da incidência lateral da radiação, permitindo uma avaliação mais representativa da atenuação proporcionada pelo recobrimento vegetal dos pergolados.

O instrumento utilizado foi o medidor de radiação solar INSTRUTHERM® MES-100 (escala de 2000 W/m², resolução de 1 W/m² e precisão típica de ±10 W/m²), posicionado verticalmente sobre um tripé a 1,10 m do solo, altura recomendada pela ISO 7726 para medições de variáveis microclimáticas em altura representativa do usuário [15]. Os dias de medição selecionados foram com condições de céu claro com pouca ou nenhuma nebulosidade [16].

As coletas foram realizadas em seis pontos distintos: um ponto de controle externo, para medição da radiação incidente direta, e cinco pontos internos sob os pergolados A e B, para o registro da radiação atenuada pela vegetação (Figura 5).

Os pontos internos foram distribuídos de forma homogênea sob cada estrutura, de modo a representar diferentes posições sob a vegetação e reduzir a influência de variações localizadas na incidência de radiação. Para a análise, os dados foram agrupados por horário e calculou-se a média aritmética das leituras dos cinco pontos

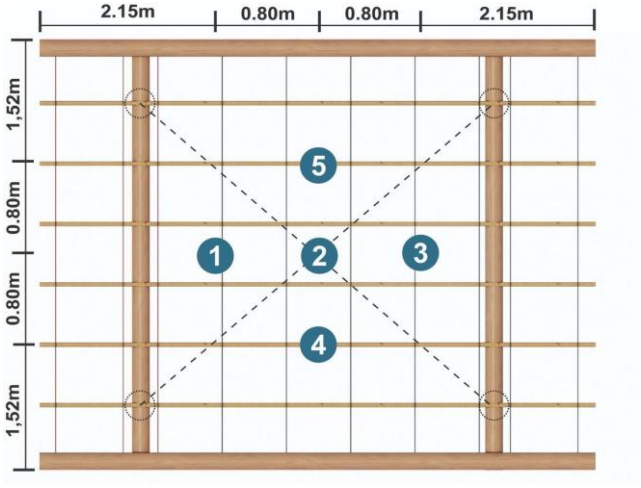
em cada um dos três dias monitorados por estação, proporcionando uma estimativa mais representativa do desempenho de atenuação solar de cada pergolado. Esse procedimento permitiu correlacionar os valores de radiação incidente e atenuada e calcular o percentual de atenuação solar de cada pergolado para cada horário nas duas estações monitoradas (Equação 1).

$$\%\ Atenuação\ solar\ =\ (\ 1 - \frac{R_{atenuada}}{R_{incidente}}) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

R = radiação (W/m²)

Figura 5: Pontos internos de medição da radiação solar.



Fonte: os autores.

CÁLCULO DO FATOR DE VISÃO DO CÉU (FVC)

O grau de recobrimento vegetal de cada pergolado foi determinado a partir do Fator de Visão do Céu (FVC), um parâmetro adimensional. O FVC varia de 0 a 1 e representa a proporção da abóbada celeste visível a partir de um ponto, onde o valor 1 indica um horizonte totalmente desobstruído e 0 a obstrução completa [17]. Os dados obtidos do FVC foram correlacionados com os de atenuação solar.

Os valores de FCV para cada fachada foram determinados a partir de imagens hemisféricas, obtidas com uma câmera equipada com lente olho-de-peixe, posicionada sobre um tripé a 1,10 m de altura e orientada em direção ao norte, mantendo a altura adotada para as medições de radiação solar. As fotografias foram submetidas a um processo de binarização para distinguir pixels de céu e de obstrução, sendo processadas no *software* RayMan® [18] para o cálculo final do fator.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para avaliar a existência de diferenças significativas na atenuação da radiação solar, os dados foram submetidos a uma análise comparativa entre as duas estruturas

(Pergolados A e B) e entre as estações (primavera e verão). Os dados foram tabulados e analisados no software PAST®. Aplicou-se a Análise de Variância (ANOVA) de duas vias com interação, seguida pelo Teste de Tukey para a comparação múltipla das médias, adotando-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir compreendem os dados de monitoramento da radiação solar e as análises da cobertura vegetal e do sombreamento dos pergolados. A discussão foca na capacidade de atenuação da radiação solar de cada estrutura e considera as especificidades sazonais em relação à vegetação.

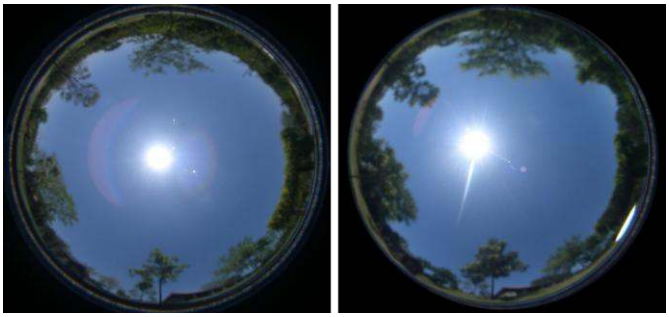
ATENUAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR DOS PERGOLADOS VEGETADOS

Na primavera, as medições ocorreram entre 23 e 25 de outubro de 2025. Durante o período de monitoramento (das 11h às 14h), a temperatura média do ar variou de 26,7 °C às 11h para 29,9 °C às 14h, evidenciando aumento contínuo ao longo do intervalo de medição e maior carga térmica no período da tarde.

No verão, a coleta de dados foi realizada entre 02 e 04 de março de 2026. Durante o período de monitoramento, a temperatura média do ar variou de 25,7 °C às 11h para 29,7 °C às 14h, mantendo-se elevada durante todo o intervalo de medição e apresentando menor variação horária em relação à primavera.

Os dados de temperatura do ar foram obtidos junto à estação meteorológica do IPMet – Centro de Meteorologia de Bauru (UNESP), localizada a aproximadamente 4 km da área de estudo. Todos os dias selecionados para as medições foram de céu claro, com poucas ou nenhuma nuvem (Figura 6).

Figura 6: Condições da abóbada celeste nos períodos de medição: primavera (à esquerda) e verão (à direita).



Fonte: os autores.

Esses períodos refletiram fases fenológicas distintas da trepadeira *D. unguis-cati*: durante a primavera, a espécie encontrava-se no início do período de floração, enquanto no verão a planta apresentava-se em fase de desenvolvimento foliar, com um maior recobrimento vegetal e, consequentemente, maior sombreamento.

A Tabela 1 apresenta os valores médios de radiação solar, e evidencia diferenças na atenuação solar entre as estruturas e as estações analisadas. O pergolado A manteve uma estabilidade superior na atenuação solar, registrando eficiências médias acima de 88% na primavera e superando 93% no verão (Figura 7). Durante a primavera, o pergolado A apresentou radiação média sob a estrutura próxima a 107 W/m², enquanto sob o pergolado B registraram-se valores mais elevados de radiação, com pico de 229 W/m² às 12h, resultando em sua menor eficiência (76,9%). Esse comportamento pode ser atribuído ao menor recobrimento vegetal do pergolado B, que favoreceu maior incidência direta de radiação solar através das aberturas do dossel. Além disso, observou-se maior variabilidade espacial da radiação entre os cinco pontos monitorados sob essa estrutura, indicando menor uniformidade do sombreamento durante a primavera.

No período do verão, observa-se uma convergência no desempenho quanto à atenuação solar de ambas as estruturas (Figura 7). Os valores de radiação atenuada do pergolado B reduziram em comparação à primavera, atingindo uma média de 84,4 W/m². Esse comportamento está associado ao desenvolvimento foliar da espécie *D. unguis-cati*, que promoveu maior recobrimento vegetal, reduzindo as aberturas no dossel e tornando o sombreamento mais uniforme. Como resultado, o pergolado B apresentou percentual de atenuação médio de 91,2%, aproximando-se da performance do pergolado A, que manteve valores de atenuação consistentes ao longo de todos os horários monitorados.

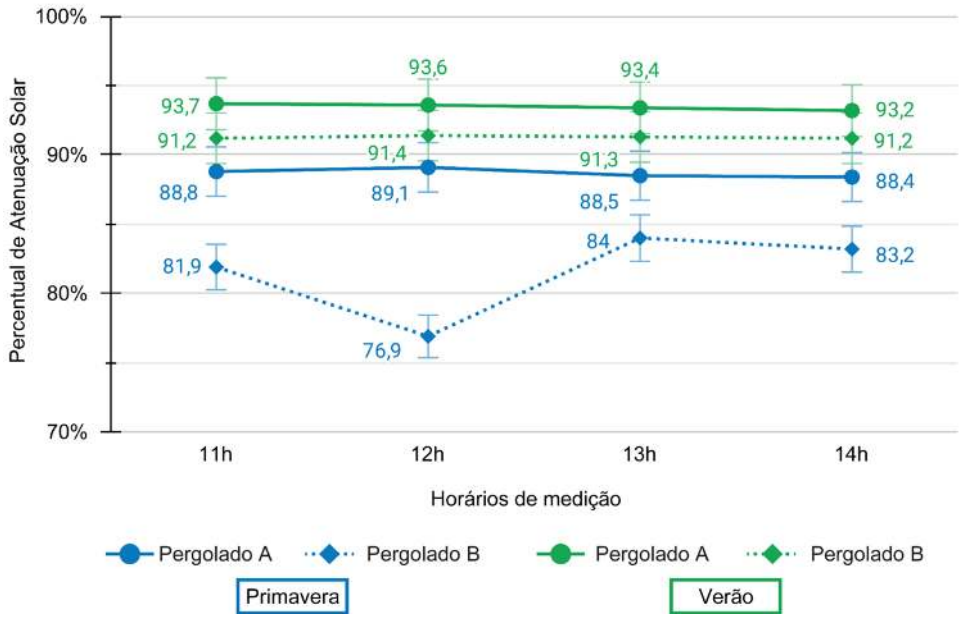
Tabela 1: Valores médios da radiação solar incidente e da radiação protegida pelos pergolados A e B, na primavera e no verão.

Horários (h)	Radiação incidente (W/m²)	Radiação protegida PA (W/m²)	Atenuação PA (%)	Radiação protegida PB (W/m²)	Atenuação PB (%)
Primavera					
11	990,1	111,2	88,8	179,7	81,9
12	993	108,5	89,1	229,0	76,9
13	974,4	112,1	88,5	156,2	84
14	974,4	96,9	88,4	139,9	83,2
Verão					
11	970,7	61,4	93,7	85,3	91,2
12	1010,3	65,1	93,6	87,1	91,4
13	983,7	65,3	93,4	85,4	91,3
14	910,6	61,6	93,2	79,9	91,2

PA - Pergolado A; PB - Pergolado B

Fonte: os autores, 2026.

Figura 7: Percentual de atenuação solar dos pergolados A e B na primavera e no verão.



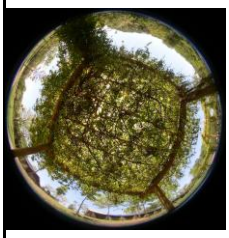
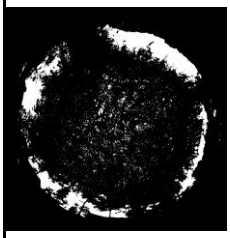
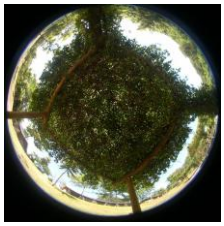
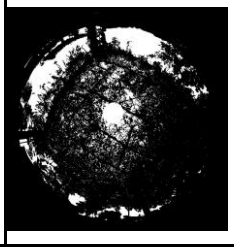
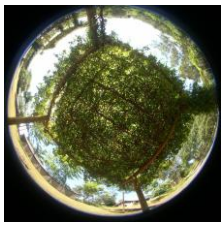
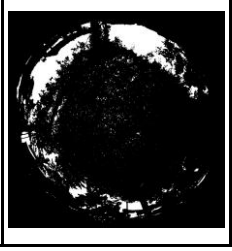
Fonte: os autores, 2026.

FATOR DE VISÃO DO CÉU (FVC) DOS PERGOLADOS VEGETADOS

A coleta das imagens utilizadas para o cálculo do FVC ocorreu no primeiro dia de monitoramento de dados em cada estação. Conforme apresentado no Quadro 1, os maiores valores de FVC para ambos os pergolados foram registrados na primavera, sendo 0,126 para o pergolado A e 0,173 para o pergolado B. Nesse período, ambas as estruturas apresentaram menor capacidade de atenuação da radiação solar e, consequentemente, um desempenho inferior em termos de sombreamento. O menor desempenho do pergolado B pode ser associado à maior presença de vazios, bem como à distribuição e densidade da vegetação, características que favoreceram a incidência direta de radiação solar sobre o sensor, especialmente no horário das 12h. Esse comportamento corrobora a existência de maior variabilidade espacial da radiação observada entre os pontos de medição na primavera.

De forma contrária, no verão observou-se redução dos valores de FVC em ambas as estruturas (0,096 no pergolado A e 0,110 no pergolado B). Nessa estação, o pergolado A apresentou maior capacidade de atenuação da radiação solar, o que se reflete em seu menor valor de FVC e melhor desempenho em termos de sombreamento.

Quadro 1: Imagens hemisféricas, imagens binárias e FVC dos pergolados vegetados A e B.

	Primavera			Verão		
	Imagem Hemisférica	**Imagem Binária**	**FVC**	**Imagem Hemisférica**	**Imagem Binária**	**FVC**
Pergolado Vegetado A			0,126			0,096
Pergolado Vegetado B			0,173			0,110

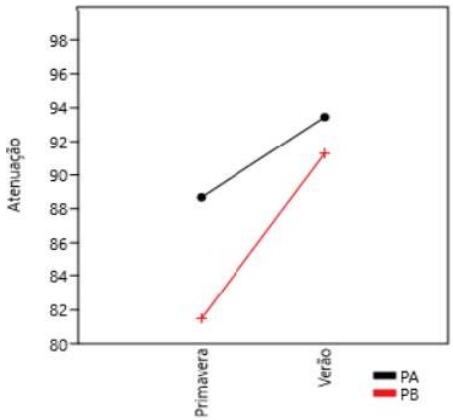
Fonte: os autores.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A análise de variância (ANOVA *Two-way*) confirmou que as variações observadas na atenuação da radiação solar são estatisticamente significativas entre os pergolados (F =89,95; $p < 0,001$) e sazonalidade ($F = 217,7$; $p < 0,001$). A Figura 8 mostra a interação entre essas variáveis (F = 25,76; $p = 0,001$), e evidencia que a diferença de desempenho entre os pergolados A e B é mais acentuada na primavera e tende a uma convergência no verão, devido ao aumento foliar da espécie *D. unguis-cati.*

O teste de Tukey ($p < 0,05$) validou a superioridade de atenuação do Pergolado A em relação ao B em ambos os períodos. Essa tendência de aproximação dos valores no verão, observada pela inclinação das retas no gráfico de interação, indica que o desenvolvimento foliar da espécie tende a aproximar a capacidade de sombreamento.

Figura 8 – Gráfico de interação entre as tipologias de pergolado e as estações para a variável atenuação da radiação solar (%).



Fonte: os autores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados evidenciam o potencial dos pergolados vegetados como estratégia eficaz de sombreamento, gerando áreas de amenidade para a convivência em espaços públicos de permanência. As estruturas analisadas apresentaram elevada capacidade de atenuação da radiação solar, com valores superiores a 70% na primavera e superiores a 90% no verão, com desempenho expressivo mesmo em diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação. O pergolado com maior densidade de cobertura vegetal apresentou maior estabilidade no desempenho ao longo das estações, o que evidencia a influência direta do grau de recobrimento foliar na eficiência de atenuação solar.

Destaca-se, ainda, que em ambas as estações os pergolados vegetados, ao apresentarem valores de atenuação solar elevados, podem contribuir para a redução da Temperatura Radiante Média (TRM) e garantir um melhor conforto térmico para os usuários [8]. Além do desempenho quanto à atenuação solar, ressalta-se o potencial paisagístico da espécie *D. unguis-cati*, uma trepadeira nativa, ainda pouco utilizada no paisagismo, que após aproximadamente quatro anos de desenvolvimento demonstrou elevada capacidade de recobrimento das estruturas e exuberante floração na primavera. Como perspectiva para estudos futuros, sugere-se ampliar a análise com a avaliação de variáveis microclimáticas, índices de conforto térmico e a percepção dos usuários, bem como a comparação com outras espécies trepadeiras.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Os agradecimentos estendem-se ao Jardim Botânico Municipal de Bauru, na pessoa do Diretor Luiz Carlos de Almeida Neto, pela parceria institucional e colaboração com a pesquisa, e ao IPMet pelo fornecimento de dados dos dias de monitoramento.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores Júlio Rodrigues de Oliveira e Vinicius dos Santos Mantovani utilizaram a ferramenta de IA generativa Google Gemini 2.5 Pro para a revisão do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo, conforme necessário, e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] PALOMO-AMORES, T. R. *et al*. Effect of green infrastructures supported by adaptative solar shading systems on livability in open spaces. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 82, p. 127886, 2023.

[2] FAUSTINI, F. B. **Conforto térmico e tempo de permanência em espaços abertos de lazer: Influência de diferentes níveis de sombreamento.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017.

[3] FONTES, M. S. G. C. A qualidade dos espaços públicos abertos: Estudos em praças de Bauru *In*: FONTES, M. S. G. C.; GHIRARDELLO, N. (org.). **Olhares Sobre Bauru**. Bauru, SP: Canal 6, 204 p. 2008.

[4] AYRES, M. C. R. **Influência do sombreamento natural de duas espécies arbóreas na temperatura de edificações**. 2004. 115 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

[5] SANTOS, G. P. *et al*. A importância da arborização urbana e seus desafios para a implantação de qualidade. **Brazilian Journal of Development**, v. 11, n. 2, p. e77859-e77859, 2025.

[6] KÁNTOR, N.; CHEN, L.; GÁL, C. V. Human-biometeorological significance of shading in urban public spaces—Summertime measurements in Pécs, Hungary. **Landscape and urban planning**, v. 170, p. 241-255, 2018.

[7] LEE, I.; VOOGT, J. A.; GILLESPIE, T. J. Analysis and comparison of shading strategies to increase human thermal comfort in urban areas. **Atmosphere**, v. 9, n. 3, p. 91, 2018.

[8] WATANABE, S. *et al*. Evaluation of outdoor thermal comfort in sunlight, building shade, and pergola shade during summer in a humid subtropical region. **Building and Environment**, v. 82, p. 556-565, 2014.

[9] CHÀFER, M. et al. Greenery system for cooling down outdoor spaces: Results of an experimental study. **Sustainability**, v. 12, n. 15, p. 5888, 2020.

[10] MARCHIORI, L. M. *et al*. Dinâmica espaço-temporal da expansão urbana de Bauru/SP. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 3, p. 354-364, 2018.

[11] ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.220-3:2024. **Desempenho térmico de edificações — Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

[12] JBMB, Jardim Botânico Municipal de Bauru. **Nossa história**. Disponível em: https://www.jardimbotanicobauru.com.br/nossa-historia. Acesso em 8 mar. 2026.

[13] FONSECA, L.H.M. *Dolichandra unguis-cati In*: **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB113320. Acesso em: 8 mar. 2026.

[14] LORENZI H. *Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G. Lohmann *In*: **Plantas para jardins no Brasil: herbáceas, arbustivas e trepadeiras**. 3. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2022. p. 456.

[15] ISO. International Organization for Standardization. **ISO 7726:2025: Ergonomics of the thermal environment — Instruments and methods for measuring and monitoring physical quantities.** Geneva: ISO, 2025.

[16] 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.

[17] SOUZA, L. C. L. *et al*. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 4, p. 155-167, 2010.

[18] MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. **International journal of biometeorology**, v. 54, p. 131-139, 2010.