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.v21i1.8263

# Avaliação da Eficiência Térmica de Telhados Verdes em Comparação a sistema sem cobertura vegetal em Clima Tropical

## Evaluation of the Thermal Efficiency of Green Roofs Compared to Systems without Vegetative Cover in Tropical Climate

**Letícia Alves Flôr de Melo**
UFRJ| Rio de Janeiro| Brasil | leticiaalves@poli.ufrj.br
**Agnes Rayol Guedes**
UFRJ | Rio de Janeiro| Brasil | agnesguedes.20231@poli.ufrj.br
**Beatriz Moreno Albuquerque Gonçalves**
UFRJ | Rio de Janeiro| Brasil | beatrizmoreno.20241@poli.ufrj.br
**Elaine Garrido Vazquez**
UFRJ | Rio de Janeiro| Brasil | elaine@poli.ufrj.br

### Resumo

O crescimento urbano e as ilhas de calor aumentam a necessidade de estratégias passivas para reduzir o ganho de calor nas edificações, especialmente em climas tropicais. Este estudo avaliou o comportamento térmico de um sistema de cobertura com telhado verde extensivo em comparação ao mesmo sistema sem cobertura vegetal. A metodologia consistiu em experimento de campo com dois protótipos em escala reduzida, diferenciados apenas pelo sistema de cobertura. O módulo vegetado possuía camadas de geotêxtil, impermeabilização, substrato e vegetação, enquanto sensores registraram as temperaturas internas e externas ao longo de 2024. Os resultados indicaram redução das temperaturas internas no módulo com telhado verde entre 2,8 °C e 5,7 °C, evidenciando melhor desempenho térmico e maior capacidade de mitigação do ganho de calor em relação ao sistema sem cobertura vegetal.

Palavras-chave: Eficiência Térmica, Telhados Verdes, Clima Tropical.

### Abstract

*Urban growth and heat islands increase the need for passive strategies to reduce heat gain in buildings, particularly in tropical climates. This study assessed the thermal performance of an extensive green roof system compared to the same system without vegetation. The methodology involved a field experiment with two small-scale prototypes, differing only in their roofing systems. The vegetated module comprised layers of geotextile, waterproofing, substrate and vegetation, whilst sensors recorded internal and external temperatures throughout 2024. The results indicated a reduction in internal temperatures in the green roof module of between 2.8 °C and 5.7 °C, demonstrating better thermal performance and a greater capacity to mitigate heat gain compared to the system without vegetation.*

*Keywords: Thermal Efficiency, Green Roofs, Tropical Climate.*

Como citar:
MELO, L. A. F. Avaliação da Eficiência Térmica de Telhados Verdes em Comparação a sistema sem cobertura vegetal em Clima Tropical. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8263

## INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado das últimas décadas tem promovido a expansão das áreas construídas e a redução significativa de espaços verdes [1]. Como resultado, ambientes urbanos mais densos e menos arborizados tendem a aquecer com maior intensidade [2]. Esse fenômeno é chamado de ilha de calor urbana [3].

Esses efeitos tornam-se ainda mais expressivos em regiões de clima quente, que já apresentam naturalmente altas temperaturas e forte incidência solar [4]. Nessas condições, o acréscimo térmico decorrente da urbanização intensifica o desconforto térmico, aumenta a frequência de extremos de calor e eleva a vulnerabilidade das populações urbanas [5]. No território brasileiro, onde predominam climas tropicais e subtropicais e onde a maior parte da população reside em áreas urbanizadas, a interação entre clima quente e expansão urbana potencializa o surgimento e a intensidade das ilhas de calor [6]. Apesar da diversidade climática observada no Brasil, grande parte do território apresenta médias de irradiação global elevadas no plano horizontal. [7] mostram valores máximos de 6,50kWh/m2 na Bahia e mínimos de 4,25kWh/m2 em Santa Catarina. Essa radiação solar incidente na cobertura das edificações define em grande parte as condições de conforto térmico e consumo de energia para refrigeração nos ambientes internos subjacentes a ela. Por este motivo, a cobertura deveria ser o elemento com maior proteção térmica [8].

Nesse cenário, pesquisas têm destacado os telhados verdes como uma alternativa sustentável capaz de reduzir a transferência de calor por meio de evapotranspiração, sombreamento e aumento da inércia térmica da cobertura [9]. [10] e [11] destacam que o telhado verde apresenta vantagens em termos de absortância solar e a transmitância térmica na cobertura.

Diante do cenário apresentado, este estudo investiga o comportamento térmico de um sistema de cobertura vegetada em um protótipo experimental (módulo verde – MV), comparando-o a um sistema equivalente sem cobertura vegetal (módulo de controle – MC). O experimento foi realizado na cidade de Duque de Caxias – RJ caracterizada pelo clima tropical. Foi utilizada a categoria de telhado verde extensiva, pois é considerada a mais fácil para manutenção. A coleta de dados foi realizada com cinco sensores, sendo dois posicionados em cada protótipo e um sensor posicionado no ambiente externo aos protótipos. As grandezas monitoradas ao longo do experimento foram temperatura e umidade através de sensores térmicos. O período de aquisição correspondeu ao ano de 2024.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A seção de Materiais e Métodos descreve os procedimentos adotados para o desenvolvimento e a análise do presente estudo, abrangendo duas etapas. A primeira etapa corresponde a descrição do experimento, a caracterização da área de estudo, o processo de construção e implantação dos módulos e a instrumentação e aquisição de dados. A segunda etapa apresenta a análise dos dados experimentais com a avaliação da eficiência térmica.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8263

## DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

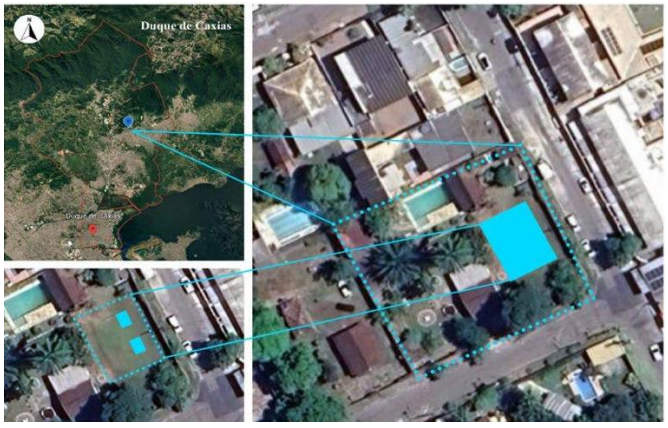
Para o desenvolvimento desta pesquisa adotou-se o método experimental, que permite medições de campo em condições reais. Este estudo investiga o comportamento térmico de um sistema de cobertura vegetada em um protótipo experimental (módulo verde – MV), comparando-o a um sistema equivalente sem cobertura vegetal (módulo de controle – MC).

Para isso, foram desenvolvidos dois protótipos em escala reduzida, com dimensões e geometria idênticas, diferenciando-se apenas pelo sistema de cobertura adotado. Enquanto o MC apresenta o mesmo sistema sem cobertura vegetal, o MV foi projetado com camadas de impermeabilização, geotêxtil fino e espesso, substrato e cobertura vegetal composta pela espécie *Callisia repens* (dinheiro-em-penca), permitindo a análise da influência do telhado verde no desempenho térmico da edificação. Neste experimento foi utilizado o telhado verde extensivo, que possui profundidade entre 5 cm e 20 cm com vegetação resistente e de pequeno porte. A escolha deste sistema deve-se à sua leveza e baixa necessidade de manutenção.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A implantação dos módulos experimentais ocorreu em uma residência localizada no bairro Parque Equitativa, na cidade de Duque de Caxias, estado do Rio de Janeiro, conforme mostra a figura 1. A cidade está localizada na região sudeste do Brasil, o experimento situa-se nas coordenadas geográficas (- 22.630960, - 43.26078) de 22° 47′ 12″ de latitude sul e 43° 18′ 47″ de longitude oeste de Greenwich, dados do IBGE (2010). O clima de Duque de Caxias é do tipo tropical (Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw), sendo quente com chuvas concentradas nos meses de verão (Álvares et al., 2013). Ao longo do ano, em geral a temperatura varia de 17 °C a 33 °C e raramente é inferior a 14 °C ou superior a 38 °C. A estação quente permanece por 2,4 meses, de 1 de janeiro a 12 de março, com temperatura máxima média diária acima de 32 °C. O mês mais quente do ano em Duque de Caxias é fevereiro, com máxima de 33 °C e mínima de 24 °C, em média. A média anual de precipitações é de aproximadamente 1704 mm.

**Figura 1: localização esquemática do experimento.**




Fonte: o autor.

## PROCESSOS DE CONTRUÇÃO E IMPLANTAÇÃO DOS MÓDULOS

Para a estrutura base dos módulos foram utilizadas duas casinhas de cachorro adaptadas, simulando estruturas reais, com base retangular, com dimensões de 80 cm x 60 cm e com altura de 61 cm na parte mais alta do caimento do sistema de cobertura. Os módulos foram denominados Módulo Verde (MV) e Módulo de Controle (MC). Foram construídos dois protótipos em escala reduzida, simulando estruturas reais, com base retangular, dimensões de 80 cm x 60 cm e altura de 61 cm na parte mais alta do caimento do sistema de cobertura.

O material utilizado na construção das estruturas foi a madeira pinus, empregada nos apoios, piso e paredes dos módulos. As paredes apresentavam espessura de 1 cm, com condutividade térmica média de 0,13 W/m·K e transmitância térmica aproximada de 4,0 W/m²K. O Sistema foi concebido sem aberturas para garantir as mesmas condições nos dois protótipos e preservar a integridade dos sensores. O sistema de cobertura foi composto por fechamento em chapa de aço galvanizado com pintura epóxi e, sobre este, foram construídas duas bases modulares em compensado naval de 15 mm, revestidas com tinta esmalte branca.

O sistema de cobertura verde no MV seguiu a proposta de Rezende (2016) para telhado verde extensivo, composto por 3 camadas. A primeira camada é constituída pela manta geotêxtil Bidim RT 10 de 3mm de espessura. A segunda camada é formada por *Banners* Reaproveitados de 1mm de espessura. A terceira e última camada é constituída novamente pela manta geotêxtil Bidim RT 10 de 3mm de espessura. Para o substrato do MV foram utilizados aproximadamente 0,096 m³ de uma mistura constituída por 80% de terra vegetal e 20% de argila mineral. Para compor a cobertura vegetal definiu-se a espécie Callisia repens, nome popular da Dinheiro-em-Penca. Essa planta é perene, rasteira e herbácea nativa, que pertence à família Commelinaceae (Guerra Júnior, 2013).

Devido ao peso adicional do sistema de cobertura verde (substrato e vegetação) com uma sobrecarga de 0,11 kN, foi necessário adicionar um reforço estrutural interno, composto por quatro pilares de Maçaranduba nas quinas do módulo, garantindo a estabilidade e prevenindo deformações. O Módulo de Controle (MC), por sua vez, foi mantido com o mesmo sistema de cobertura, porém sem a presença de vegetação, a fim de servir como referência para a comparação do desempenho térmico entre os protótipos.

Os módulos experimentais foram posicionados sobre uma área gramada, com afastamento de 1,20 metros entre si. A figura 2 o sistema construtivo dos módulos MC e MV, respectivamente.

**Figura 2: implantação dos módulos MV e MC.**



Fonte: o autor.

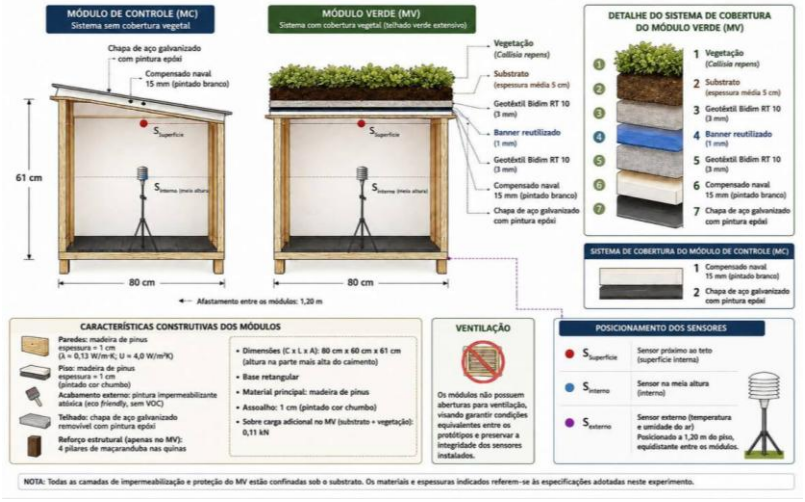
## INSTRUMENTAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS

Na presente pesquisa, foram utilizados equipamentos com a finalidade de coletar dados acerca do comportamento térmico, no módulo verde (MV), comparativamente com o módulo de controle (MC). Para monitorar as condições higrotérmicas ambientais nos módulos e externamente, foi adotado um sistema eletrônico de aquisição de dados (*data loggers*), constituído por dois aparelhos registradores de temperatura e umidade relativa do ar, modelo HOBO *Data Logger* U12-013 e Termo-Higrômetro Digital com *Data Logger* e Sonda UX100-023, fabricados nos Estados Unidos pela empresa "ONSET Computer Corporation". Com o intuito de medir a temperatura e a umidade no interior dos protótipos, o sensor TMC20-HD foi utilizado. Ele mede de -40°C à 100°C no ar, com acurácia de +/- 0,21°C, possuindo um tempo de resposta de varia de 1-3min. Este sensor de temperatura é utilizado juntamente com o *data logger* U12-013 que é um registrador de dados com a funcionalidade de medir temperatura e umidade relativa incorporado com canais externos para sensores de energia e ambientais, podendo obter até 43 mil medições. Mede temperaturas de -20°C até 70°C e também é programável através de botão. Para as medições internas, duas unidades do Sensor TMC20-HD foram instaladas para registrar a temperatura ambiente dentro de cada módulo.

Seguindo as proporções da norma internacional ISO/DIS 7726/96, os sensores foram posicionados dentro de cada módulo da seguinte forma: um a meia altura (também referenciado como interno) e outro próximo do teto (referenciado como superfície) como mostra a figura 3. Essa disposição garantiu que a temperatura fosse monitorada em pontos estratégicos (superfície externa, teto interno e piso interno) de ambos os protótipos. Desta forma, os sensores apresentaram-se enclausurados nos módulos, protegidos contra intempéries e radiações diretas ou refletidas. Os Registradores Hobo - Série U12-U13 foram fixados do lado externo de cada protótipo dentro de uma caixa de passagem impermeável (IP67).

**Figura 3: seção esquemáticas dos módulos experimentais indicando a posição dos sensores e os sistemas de cobertura.**

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8263




Fonte: o autor.

O Termo-Higrômetro Digital UX100-023 foi o único responsável pela medição da temperatura e umidade do ar externa, sendo posicionado externamente, com o auxílio de um suporte de tubo de aço adaptado, com finalidade de apoiar o equipamento a 1,20 metros do piso e de forma equidistante entre o MV e o MC. Além disso, o sensor externo (Termo-Higrômetro) foi protegido por um Abrigo Meteorológico RS4 HOBO *Onset*, essencial para garantir a integridade das medições ao resguardá-los de fatores climáticos como vento e chuva.

O abrigo meteorológico RS4 serve como um escudo de radiação solar, utilizado para proteger o sensor de temperatura e da umidade relativa em locais expostos à radiação solar direta ou refletida. O data logger foi mantido dentro de uma caixa de passagem impermeável (IP67), contra radiação solar direta e intempéries. O Termo-Higrômetro Digital com *Data Logger* e Sonda UX100-023 é um registrador de dados de temperatura, umidade do ar e ponto de orvalho. Seu sensor de temperatura e umidade possui precisão de 0,21 °C em temperatura e 2,5% em umidade, sendo também bem fácil de configurar, com a possibilidade de escolher o intervalo de registro e quando se iniciará a coleta de dados. A faixa de medição de temperatura é de -20°C a +70 °C e de umiade é de 0% a 100%.

Os dados climáticos de temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação e precipitação, durante o período de ensaio, também foram obtidos por meio da estação meteorológica IMET A603, localizada no bairro de Xerém em Duque de Caxias, e distante aproximadamente 8 Km do local onde foi montada a bancada experimental.

## AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA

Para comparar o comportamento térmico entre o Módulo Verde (MV) e o Módulo de Controle (MC), foram utilizados gráficos de barras que sintetizam, de maneira visual e direta, as diferenças de desempenho ao longo das quatro estações. Em cada gráfico, as barras representam o valor médio da eficiência térmica obtida pela relação entre as temperaturas internas registradas no MC e no MV. Assim, torna-se possível identificar em quais períodos o telhado verde apresentou maior capacidade de mitigação

térmica, bem como observar a sazonalidade e os padrões de comportamento ao longo do ano.

A eficiência térmica é calculada pela expressão:

$$ET = \frac{MC - MV}{MC} \qquad \text{eq.1}$$

Essa relação permite avaliar a redução percentual da temperatura interna proporcionada pelo MV em comparação ao MC, padronizando os valores entre diferentes estações e horários. A adoção dessa métrica contribui para a validação metodológica da análise, uma vez que possibilita uma comparação normalizada entre os dois sistemas de cobertura sob as mesmas condições climáticas, reduzindo a influência de variações ambientais e destacando o desempenho relativo do telhado verde.

Adicionalmente, a análise contempla três abordagens complementares: (i) uma avaliação global da eficiência térmica ao longo de todo o período monitorado em 2024, (ii) uma avaliação em intervalos críticos de temperatura baseado na temperatura do módulo de controle (MC) e (iii) a identificação dos valores máximos de eficiência térmica ao longo do ano. Ressalta-se que a eficiência térmica global tende a apresentar valores reduzidos, da ordem de grandeza de frações percentuais, uma vez que incorpora períodos sem estresse térmico significativo, nos quais as diferenças entre os módulos são pouco expressivas. Dessa forma, isoladamente, essa métrica não é suficiente para representar o desempenho real do sistema.

Nesse contexto, a seleção dos intervalos de análise assume papel fundamental. Foi adotada uma metodologia simplificada baseada na identificação dos períodos com maiores temperaturas e maior duração de exposição ao calor, considerados mais representativos das condições de estresse térmico. A análise desses intervalos permite avaliar de maneira mais fiel a capacidade do telhado verde em mitigar o ganho de calor, ao passo que a consideração dos picos de eficiência evidencia o desempenho máximo do sistema sob condições críticas, contribuindo para uma interpretação mais robusta e criteriosa dos resultados.

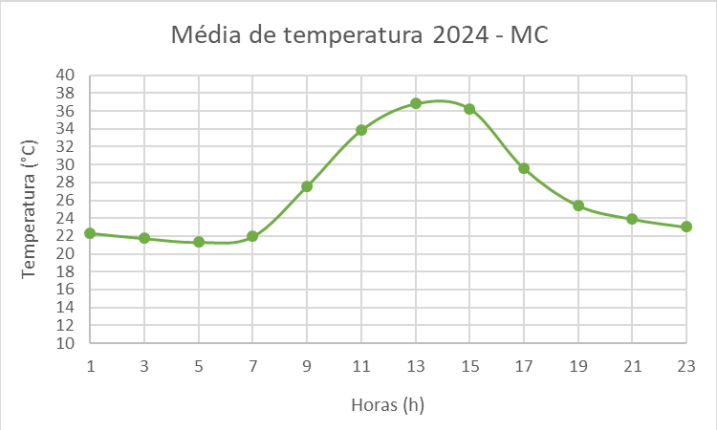
## RESULTADOS

### SELEÇÃO DE INTERVALOS

A Figura 4 apresenta a avaliação global da eficiência térmica com base no período integral de monitoramento realizado em 2024. São exibidos os valores médios horários anuais das temperaturas internas registradas no módulo de controle (MC), consolidados ao longo de todo o ano.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8263

**Figura 4: Média de temperatura de 2024 do módulo de controle.**



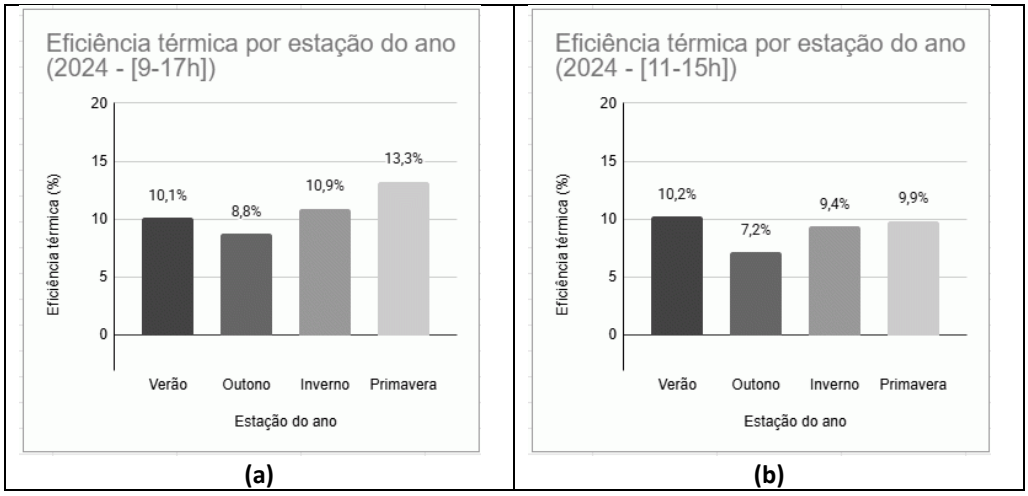

Fonte: o autor.

O gráfico apresenta a variação das temperaturas internas em função do horário ao longo do dia, permitindo a caracterização do ciclo térmico diário do sistema. Os dados médios horários registrados no módulo de controle indicam o início da elevação térmica pouco antes das 9h, com intensificação no intervalo entre 11h e 15h, e valor máximo médio observado às 13h.

Verifica-se que o período compreendido entre 11h e 15h concentra não apenas os valores máximos diários, mas também a fase de maior gradiente de aquecimento. Por sua vez, o intervalo das 9h às 17h abrange o ciclo térmico completo, contemplando tanto a fase de aquecimento quanto o início do resfriamento, correspondendo às porções ascendente e descendente da curva térmica.

Diante dessas características, ambos os intervalos foram adotados como base para a avaliação da eficiência térmica, por representarem condições térmicas distintas e complementares ao longo do ciclo diário. A Figura 5 apresenta a análise da eficiência térmica ao longo de 2024, estratificada por estação do ano. A avaliação é realizada com base em intervalos críticos de temperatura, definidos nos períodos compreendidos entre 9h e 17h e entre 11h e 15h.

**Figura 5: Eficiência térmica por estação do ano 2024 (a) intervalo de 9-17h e (b) intervalo de 11-15h**



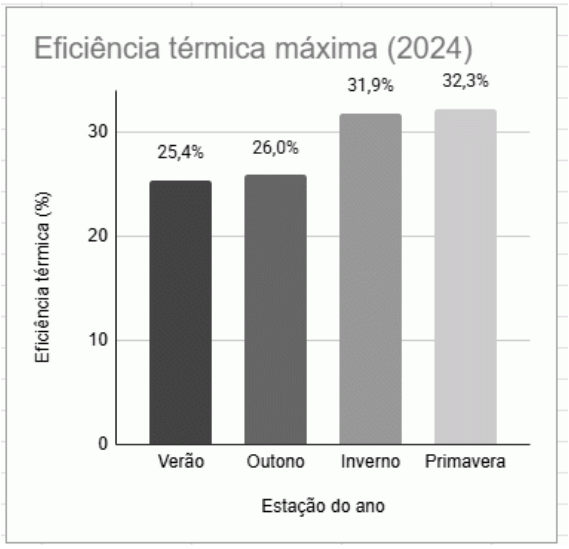

Fonte: o autor.

Entretanto, ao considerar o intervalo entre 9h e 17h, observa-se um aumento expressivo na eficiência térmica. Nesse período, os valores variam entre 8,8% e 13,3%. O melhor desempenho ocorre na Primavera, com 13,3%, seguido pelo Inverno, com 10,9%, e pelo Verão, com 10,1%, enquanto o Outono, novamente, apresenta o menor valor do período, com 8,8%. Esses resultados indicam que a exclusão dos horários de menor incidência solar contribui para evidenciar melhor o desempenho térmico do sistema.

Quando a análise é restringida ao intervalo de maior incidência solar, entre 11h e 15h, a eficiência térmica mantém valores relativamente elevados, variando entre 7,2% e 10,2%. O Verão apresenta o maior valor nesse intervalo, com 10,2%, seguido pela Primavera, com 9,9%, e pelo Inverno, com 9,4%, enquanto o Outono registra o menor valor, com 7,2%.

Como terceira análise, apresentam-se os valores máximos de eficiência térmica ao longo do ano de 2024, discriminados por estação. Conforme ilustrado na Figura 6, os valores máximos variam entre 25,4% e 32,3%, sendo o maior observado na primavera (32,3%), seguido pelo inverno (31,9%). O outono apresenta eficiência máxima de 26,0%, enquanto o verão registra o menor valor, de 25,4%.

**Figura 6: Eficiência térmica máxima (2024)**




Fonte: o autor.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam, de forma consistente, a superioridade do telhado verde em termos de desempenho térmico quando comparado à cobertura sem vegetação, refletida na redução das temperaturas internas ao longo do período analisado. Tal comportamento torna-se mais pronunciado nos intervalos de maior incidência de radiação solar, nos quais o sistema vegetado demonstra maior capacidade de atenuar o ganho de calor.

A análise baseada em períodos críticos mostrou-se particularmente eficaz para a avaliação do desempenho térmico, uma vez que permite destacar de maneira mais clara as diferenças entre os sistemas. Nesse contexto, os intervalos compreendidos entre 9h e 17h e, de forma mais representativa, entre 11h e 15h, revelaram-se os mais adequados para a análise da eficiência térmica das coberturas.

Adicionalmente, verificou-se que, embora haja variações associadas às condições climáticas sazonais, o telhado verde mantém um comportamento térmico estável e eficiente ao longo do ano. As reduções médias da temperatura interna do módulo de telhado variaram entre 2,8 °C e 5,7 °C em comparação ao módulo de controle, sendo os maiores valores observados no intervalo de 11h às 15h, período de maior incidência de radiação solar. Dessa forma, os resultados confirmam sua maior capacidade de mitigar o ganho de calor, consolidando-o como uma solução mais eficiente em relação ao sistema convencional, sobretudo em condições de maior solicitação térmica.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo fomento por meio da concessão das bolsas de Iniciação Científica, que contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa.

## DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram as ferramentas do chat GPT para a tradução, revisão, melhoria de coesão, interpretação de dados, geração de imagens do texto. Após a utilização das ferramentas, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

## REFERÊNCIAS

[1] ARSHAD, Salman et al. Quantifying the contribution of diminishing green spaces and urban sprawl to urban heat island effect in a rapidly urbanizing metropolitan city of Pakistan. **Land use policy**, v. 113, p. 105874, 2022.

[2] IRFEEY, Abdul Munaf Mohamed et al. Sustainable mitigation strategies for urban heat island effects in urban areas. **Sustainability**, v. 15, n. 14, p. 10767, 2023.

[3] JABBAR, Hajer Khaled; HAMOODI, Mustafa N.; AL-HAMEEDAWI, Amjed N. Urban heat islands: a review of contributing factors, effects and data. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**. IOP Publishing, 2023. p. 012038.

[4] MUSHTAHA, Emad et al. A study of the impact of major Urban Heat Island factors in a hot climate courtyard: The case of the University of Sharjah, UAE. **Sustainable Cities and Society**, v. 69, p. 102844, 2021.

[5] LI, Fei et al. Understanding urban heat vulnerability assessment methods: A PRISMA review. **Energies**, v. 15, n. 19, p. 6998, 2022.

[6] CAMPELO, Ana Kellen Nogueira. **Ilhas de calor urbanas de superfície ao longo de um gradiente climático no estado de São Paulo**. 2024. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

[7] PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. São José dos Campos: INPE, 2006.

[8] DE LIZ, Debora Stiegemeier; ORDENES, Martin; GUTHS, Saulo. GREEN ROOF THERMAL BEHA VIOR THROUGH EXPERIMENTAL ANALYSIS FOR FLORIANOPOLIS (BRAZIL)/ANALISE EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO TERMICO DO TELHADO VERDE EXTENSIVO PARA FLORIANOPOLIS. **Oculum Ensaios**, v. 15, n. 2, p. 315-334, 2018.

[9] SCOLARO, Taylana Piccinini; GHISI, Enedir; SILVA, Cristina Matos. Assessing the impact of evapotranspiration from green roofs on reducing surface temperatures. **Journal of Building Engineering**, v. 95, p. 110095, 2024.

[10] SILVA, Wellington S.; VIEIRA, Carlos E.; BARBOSA, Ricardo VR. Análise de desempenho térmico de cobertura com sistema de teto verde no semiárido alagoano. **Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído**, v. 15, p. 1532-1541, 2019.

[11] LA ROCHE, Pablo; BERARDI, Umberto. Comfort and energy savings with active green roofs. **Energy and buildings**, v. 82, p. 492-504, 2014.