

Telhados verdes como estratégia para o conforto térmico e sustentabilidade em ambientes urbanos: uma revisão

Daniel Andrade Rodrigues de Souza, Mestrado em Sustentabilidade,
Universidade Estadual de Maringá, Brasil, daniel.andrade.arqurb@gmail.com

INTRODUÇÃO

A atual globalização mundial tem acontecido de forma acelerada, o que promove grandes transformações no ambiente natural em áreas urbanas. Tal modificação proporciona a substituição de áreas vegetadas por espaços impermeáveis, com a utilização de asfalto e concreto, isso, por sua vez, contribui de forma direta para a formação das ilhas de calor (Tassi *et al.*, 2014). As ilhas de calor são definidas pelo aumento significativo da temperatura em regiões urbanas quando comparados com as regiões rurais ou periféricas das cidades. Elas são caracterizadas pela baixa permeabilidade do solo e pela baixa cobertura vegetal (Akbari; Kolokotsa, 2016; USEPA, 2022).

Ademais, a elevação das temperaturas urbanas afeta de forma direta a eficiência energética das cidades. Segundo dados da IEA (International Energy Agency), a utilização da energia elétrica para resfriamento de edifícios e residências teve um aumento de cerca de 25% nos últimos anos, o que demonstra uma dependência de sistemas de climatização artificial crescente (IEA, 2021).

Neste cenário, a utilização de telhados verdes surgem como uma Solução Baseada na Natureza (SbN), sendo conhecida e estudada por sua capacidade de diminuir os impactos ambientais e melhorar o desempenho térmico e a eficiência energética das edificações (Sousa *et al.*, 2021). O telhado verde consiste na aplicação de vegetação sobre lajes e coberturas impermeabilizadas, criando um sistema de múltiplas camadas, capazes de proporcionar o isolamento térmico, a retenção de água e a melhoria na qualidade ambiental do entorno.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão narrativa da literatura, a influência dos telhados verdes no conforto térmico, na eficiência energética e na sustentabilidade ambiental em edificações e áreas urbanas.

MÉTODO

Este estudo se caracteriza como uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa, com o objetivo de reunir, organizar e discutir o conhecimento existente acerca dos telhados verdes, com ênfase em seu desempenho térmico e na sua contribuição para o conforto ambiental em contexto urbano.

A construção da revisão foi direcionada por um levantamento bibliográfico em bases de dados acadêmicas amplamente utilizadas, incluindo Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e periódicos científicos da área de Arquitetura, Engenharia Civil e Sustentabilidade. A busca contemplou publicações em língua portuguesa e inglesa, selecionadas com base na relevância temática, atualidade e reconhecimento acadêmico.

Foram utilizados como descritores principais: “telhados verdes”, “green roofs”, “conforto térmico”, “desempenho térmico”, “ilhas de calor urbano” e “sustentabilidade urbana”, bem como suas combinações por meio de operadores (AND, OR), a fim de ampliar a abrangência dos resultados. A busca priorizou estudos publicados entre 2014 e 2026, sem excluir referências clássicas consideradas fundamentais para a compreensão conceitual e histórica do tema.

A seleção ocorreu em etapas, iniciando-se pela leitura dos títulos e resumos, seguida da análise integral dos textos considerados pertinentes. Posteriormente, foi realizada a sistematização das informações, organizando os estudos em categorias temáticas, tais como: conceituação e tipologia dos telhados verdes, funcionamento térmico, benefícios ambientais, desempenho em conforto térmico e limitações de aplicação.

A análise dos dados foi conduzida de forma descritiva e interpretativa, buscando identificar convergências entre os autores, padrões de resultados e lacunas existentes na literatura. Por se tratar de uma revisão narrativa, não houve aplicação de protocolo sistemático rígido, contudo, buscou-se rigor na seleção e interpretação das fontes, garantindo consistência teórica e coerência na discussão dos achados.

REVISÃO DE LITERATURA

Os telhados verdes são sistemas construtivos que transformam coberturas convencionais das edificações em superfícies vegetadas, desempenhando funções ambientais, térmicas e estéticas (Tassi *et al.*, 2014). Esses sistemas são compostos por diferentes camadas, sendo as principais: impermeabilização, drenagem, filtragem, substrato e vegetação, podendo ainda incorporar elementos adicionais, como barreiras anti-raízes (Cirqueira; Lima; Oliveira, 2024).

Já em suas classificações, os telhados verdes podem ser divididos em extensivos, semi-intensivos e intensivos. Os sistemas extensivos apresentam menor espessura de substrato e vegetação de pequeno porte, demandando menor manutenção, enquanto os intensivos possuem maior profundidade e suportam vegetação arbustiva e arbórea, exigindo maior cuidado e investimento, já o semi-intensivo é considerado um sistema intermediário, podendo utilizar vegetações de baixo e médio porte (Palmeira, 2016; Cascone, 2019).

De modo geral, a utilização dos diferentes tipos telhados verdes para a eficiência energética das edificações está diretamente ligada com a sua estrutura como um todo (Jim, 2014). Além disso, a questão estética é um dos principais pontos a serem levantados a respeito da escolha de qual classificação utilizar. Trabalhar com espécies nativas de plantas nas regiões de implementação do telhado verde promove o aumento da biodiversidade local, assim como favorece o desenvolvimento da fauna (Cantalo *et al.*, 2018).

A escolha do tipo de vegetação segue qual estrutura de telhado verde será utilizada. Recomenda-se a utilização de plantas que necessitam de pouca água e que se adapte ao local onde serão plantas (Sousa *et al.*, 2021). No sistema extensivo, as plantas mais utilizadas são plantas de baixo porte e muito adaptadas ao sol pleno e calor, como por exemplo as suculentas (Susca, 2019).

Já para os sistemas intensivos e semi-intensivo seguem a mesma instrução de utilização de plantas nativas que se adequem ao sol pleno e sejam capazes de suportar os ventos fortes, para que não sofram com o estresse causado por essas intempéries (Magalhães, 2015).

O desempenho térmico dos telhados verdes está diretamente relacionado à interação entre vegetação, substrato e processos físicos como por exemplo: a evapotranspiração, o sombreamento e a absorção da radiação solar. A vegetação reduz a incidência direta de radiação solar sobre a cobertura, enquanto o substrato funciona como um isolante térmico, diminuindo a transferência de calor para o interior das edificações (Savi; Tavares, 2018; Pimentel *et al.*, 2023).

Além disso, o processo de evapotranspiração contribui para o resfriamento do ambiente, aumentando a umidade relativa do ar e criando um microclima mais ameno (Silva; Oliveira, 2024). Alguns estudos evidenciam esses efeitos, nos estudos de Silva *et al.* (2021) é possível observar que houve uma redução média de aproximadamente 1,33°C na temperatura interna, além do aumento da umidade relativa do ar em ambientes com telhado verde. De forma complementar, Karteris *et al.* (2016) apontam que essas coberturas podem reduzir significativamente o fluxo de calor e o consumo de energia elétrica das edificações, reforçando sua eficiência térmica.

Outro aspecto relevante da utilização dos telhados verdes refere-se à diminuição da amplitude térmica interna das edificações, contribuindo para a estabilização das condições ambientais e diminui a necessidade de climatização artificial (Nuberger *et al.*, 2024). Essas características resultam em economia de energia, podendo reduzir em até 16,7% o consumo energético em determinados contextos (Karteris *et al.*, 2016), sendo que, em condições específicas, a demanda por resfriamento pode ser até 69% menor em comparação às coberturas convencionais (Omar *et al.*, 2018).

No contexto ambiental, os telhados verdes oferecem outros benefícios, como o retardamento do escoamento das águas pluviais, o que reduz os riscos de alagamentos urbanos (Silva; Oliveira, 2024), além de serem ótimos na estratégia de captação dessas águas, a fim de que possam ser reaproveitadas na irrigação dos telhados em períodos de estiagem.

Além disso, contribuem para a melhoria da qualidade do ar e o aumento da biodiversidade, funcionando como habitats para diversas espécies no meio urbano (Berardi; Ghaffarianhoseini; Ghaffarianhoseini, 2014; Mendonça; Melo, 2017). Além disso, a utilização de vegetação nas coberturas também exerce influência positiva sobre o bem-estar humano, estando associada à redução do estresse e à melhoria das condições psicológicas e cognitivas (Amato-Lourenço *et al.*, 2016).

Quando comparados às coberturas convencionais, os telhados verdes apresentam um desempenho térmico superior, com menores temperaturas máximas internas e

maior estabilidade térmica, o que reforça ainda mais sua eficiência como estratégia passiva de condicionamento ambiental (Cirqueira; Lima; Oliveira., 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura demonstra que os telhados verdes constituem uma estratégia eficaz para uma melhora do conforto térmico em ambientes urbanos, apresentando benefícios significativos tanto em escala da edificação quanto do meio urbano.

É possível observar um consenso entre os autores quanto à sua capacidade de reduzir temperaturas internas, diminuir a amplitude térmica e promover economia de energia, além de contribuir para a mitigação das ilhas de calor e para a gestão sustentável das águas pluviais.

Contudo, a adoção dessa tecnologia ainda enfrenta desafios importantes, como o elevado custo inicial de implantação, a necessidade de mão de obra especializada e a ausência de políticas públicas consolidadas (Sousa *et al.*, 2021). Tais fatores limitam sua disseminação, especialmente em países em desenvolvimento.

Desta forma, destaca-se a importância da elaboração de políticas públicas de incentivo, assim como o desenvolvimento de pesquisas aplicadas que considerem diferentes contextos climáticos e construtivos.

Sendo assim, os telhados verdes podem representar uma solução estratégica e sustentável para o enfrentamento dos desafios urbanos contemporâneos, contribuindo significativamente para o conforto térmico, a eficiência energética e a qualidade ambiental das cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Telhados verdes; Conforto térmico; Sustentabilidade urbana; Eficiência energética; Ilhas de calor.

REFERÊNCIAS

AKBARI, H; KOLOKOTSA, D. Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. **Energy and buildings**, v. 133, p. 834-842, set. 2016.

AMATO-LOURENÇO, L. F. *et al.* Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estudos avançados**, v. 30, n. 86, p. 113-130, 2016.

BERARDI, U; GHAFARIANHOSEINI, A.; GHAFARIANHOSEINI, A. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. **Applied Energy**, v. 115, p. 411-428, jan. 2014.

CATALANO, C. *et al.* Some European green roof norms and guidelines through the lens of biodiversity: Do ecoregions and plant traits also matter? **Ecological Engineering**, v 115, p. 15-26, 2018.

CASCONI, S. Green roof design: State of the art on technology and materials. **Sustainability**, v. 11, n. 11, p. 3020, maio 2019.

CIRQUEIRA, N. V. M.; LIMA, L. E. A.; OLIVEIRA, R. A. P. de. O uso do telhado verde como uma alternativa sustentável aos centros urbanos: uma revisão.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v. 4, n. 1, abr. 2024.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). The future of cooling. 2021.

JIM, C.Y. Air-conditioning energy consumption due to green roofs with different building thermal insulation. **Applied Energy**, v. 128, p 49–59, 2014.

KARTERIS, M. *et al.* Towards a green sustainable strategy for Mediterranean cities: Assessing the benefits of large-scale green roofs implementation in Thessaloniki, Northern Greece, using environmental modelling, GIS and very high spatial resolution remote sensing data. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 58, p. 510-525, jan. 2016.

MAGALHÃES, F. R. **Avaliação de condicionadores em solo para uso em telhados verdes com vistas à retenção hídrica**. 2015. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MENDONÇA, T. N. M. de; MELO, A. B. de. Telhado verde modular extensivo: biodiversidade e adaptação das plantas aos Blocos TEVA. **PARC: Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 8, n. 2, p. 117–126, jun. 2017.

NUBERGER, Y. M. *et al.* Influência do telhado verde no conforto térmico de edificações em alvenaria. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 27, n. 2, p. 182-193, jan. 2024.

OMAR, A. *et al.* Green roof: simulation of energy balance components in Recife, Pernambuco State, Brazil. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 3, p. 334-342, jun. 2018.

PALMEIRA, A. N. **Balanco de energia em telhado verde**. 2016. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

PIMENTEL, F. C. *et al.* Influência do substrato no desempenho térmico de telhados verdes. **Ambiente Construído**, v. 23, p. 83-103, dez. 2023.

SAVI, A. C.; TAVARES, S. F. Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais na retenção de água de chuva. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 7, n. 1, p. 50-67, out. 2018.

SILVA, H. M. da. *et al.* Green roof: building system with greater thermal insulation. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e341101422238-e341101422238, nov. 2021.

SILVA, R. F. da; OLIVEIRA, P. P. Eficiência de telhados verdes nos centros urbanos: uma abordagem analítica. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 6, n. 1, jun. 2024.

SOUSA, H. V. D. *et al.* Os benefícios do telhado verde e a sua utilização pela construção civil. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 13, n. 2, jun. 2021.

SUSCA, T. Green roofs to reduce building energy use? A review on key structural factors of green roofs and their effects on urban climate. **Building and environment**, v. 162, p. 106273, 2019.

TASSI, R. *et al.* Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, v. 14, p. 139-154, 2014.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Heat Island Effect. 2022.