

O ESTADO DA ARTE DOS TELHADOS VERDES: TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Thais Monielly Silva Oliveira*; Gabriel Matsuda**

*Acadêmico de Engenharia Civil, oliveirathais2002monielly@gmail.com

**Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, enggabrielmatsuda@gmail.com.

INFORMAÇÕES

Histórico de submissão:

Recebido em: 17 out. 2024
Aceite: 12 nov. 2024
Publicação online: dez. 2024

RESUMO

Os telhados verdes, também conhecidos como coberturas vegetadas, têm ganhado destaque como solução sustentável para mitigar os impactos ambientais nas áreas urbanas. Esses sistemas oferecem diversos benefícios, como a redução do efeito de ilha de calor, melhoria da qualidade do ar, retenção de águas pluviais e promoção da biodiversidade. O objetivo deste estudo é revisar o estado da arte dos telhados verdes, identificar avanços recentes e desafios para sua adoção em larga escala, além de destacar tendências e perspectivas futuras no setor da construção sustentável. A metodologia adotada foi uma revisão bibliográfica sistemática, com pesquisa em bases como ScienceDirect e Google Acadêmico, utilizando palavras-chave como "telhado verde", "construção sustentável", "infraestrutura verde" e "mitigação urbana". Os resultados apontam que os telhados verdes contribuem significativamente para a eficiência energética dos edifícios, a gestão hídrica urbana e o conforto térmico. Contudo, foi identificada a necessidade de estudos de longo prazo para avaliar o desempenho desses sistemas em diferentes climas e condições ambientais. Inovações tecnológicas, como sistemas modulares e técnicas avançadas de irrigação, estão impulsionando a adoção desses projetos. No entanto, desafios econômicos, como o custo inicial elevado, e a falta de regulamentações específicas dificultam sua implementação em larga escala. A pesquisa também ressalta o papel crucial de políticas públicas e incentivos governamentais para promover esses projetos. Regiões com subsídios e regulamentações favoráveis apresentam maior adesão a telhados verdes. Conclui-se que, apesar dos obstáculos, os telhados verdes são uma ferramenta eficiente para tornar cidades mais sustentáveis e resilientes às mudanças climáticas. A ampliação de seu uso exige uma abordagem integrada entre governo, setor privado e academia, buscando inovações que reduzam custos e incentivem sua implementação.

Palavras-chave: construção sustentável, infraestrutura verde, mitigação urbana, sustentabilidade

ABSTRACT

Green roofs, also known as vegetated covers, have gained prominence as a sustainable solution to mitigate environmental impacts in urban areas. These systems offer several benefits, such as reducing the heat island effect, improving air quality, retaining rainwater, and promoting biodiversity. The objective of this study is to review the state of the art of green roofs, identify recent advances and challenges for their large-scale adoption, and highlight trends and future perspectives in the sustainable construction sector. The methodology adopted was a systematic literature review, with research conducted on platforms such as ScienceDirect and Google Scholar, using keywords such as "green roof," "sustainable construction," "green infrastructure," and "urban mitigation." The results indicate that green roofs significantly contribute to building energy efficiency, urban water management, and thermal comfort. However, the need for long-term studies was identified to evaluate these systems' performance under different climates and environmental conditions. Technological innovations, such as modular systems and advanced irrigation techniques, are driving the adoption of these projects. However, economic challenges, such as high initial costs, and the lack of specific regulations hinder their large-scale implementation. The research also highlights the crucial role of public policies and government incentives in promoting these initiatives. Regions with subsidies and favorable regulations show higher adoption rates of green roofs. In conclusion, despite the challenges, green roofs are an effective tool for making cities more sustainable and resilient to climate change. Expanding their use requires an integrated approach among governments, the private sector, and academia, seeking innovations to reduce costs and encourage their implementation.

Keywords: sustainable construction, green infrastructure, urban mitigation, sustainability

Copyright © 2024, **Thais Monielly Silva Oliveira; Gabriel Matsuda**. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citação: OLIVEIRA, Thais Monielly Silva; MATSUDA, Gabriel. O estado da arte dos telhados verdes: Tendências e perspectivas futuras. **Iguazu Science**, São Miguel do Iguçu, v. 2, n. 6, p. 48-52, dez. 2024.

INTRODUÇÃO

Com o avanço e aprimoramento dos recursos tecnológicos, a humanidade tem perseguido o progresso e o crescimento com crescente intensidade. No entanto, nas últimas décadas, a sociedade industrializada tem se deparado com os limites impostos pelos ecossistemas. Como destaca Pádua (2004), a natureza, sendo a fonte dos recursos utilizados para sustentar esse ímpeto de crescimento, acaba sofrendo impactos significativos, resultando no surgimento de uma crise ecológica.

O crescimento urbano acelerado e as mudanças climáticas têm impulsionado a busca por soluções sustentáveis na construção civil, com o objetivo de mitigar os impactos ambientais e promover um ambiente urbano mais equilibrado (Figueiredo, 2024).

Entre as diversas alternativas, os telhados verdes, também conhecidos como coberturas vegetadas, têm se destacado como uma estratégia eficiente para melhorar a qualidade ambiental nas cidades. Estes sistemas proporcionam múltiplos benefícios, incluindo a redução da temperatura, a melhoria da qualidade do ar, a retenção de águas pluviais e o aumento da biodiversidade urbana (Rocha, 2020).

Este estudo visa explorar o estado da arte dos telhados verdes, analisando as principais tendências e perspectivas futuras dessa tecnologia no contexto urbano. Serão abordados aspectos técnicos, econômicos e ambientais, bem como as barreiras e oportunidades para a adoção em larga escala. Ao mapear o cenário atual e as inovações emergentes, o trabalho busca contribuir para o avanço da implementação de telhados verdes como uma prática comum em projetos arquitetônicos sustentáveis.

METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão bibliográfica sistemática, com o objetivo de mapear e analisar o estado da arte dos telhados verdes, destacando as tendências e perspectivas futuras dessa tecnologia. A pesquisa será baseada em artigos científicos, dissertações, teses e trabalhos acadêmicos, com foco naqueles publicados nos últimos cinco anos. As principais fontes de pesquisa incluíram bases de dados como ScienceDirect, Google Acadêmico, além de sites especializados em construção sustentável e telhados verdes.

Foi utilizadas palavras-chave específicas para orientar a busca, tais como "telhado verde", "construção sustentável", "cobertura vegetada", "infraestrutura verde", "arquitetura sustentável", "mitigação urbana", "ecossistemas urbanos", e "soluções baseadas na natureza". As palavras-chave foram combinadas de diferentes maneiras para garantir uma abrangência adequada e a inclusão de estudos relevantes.

Os critérios de inclusão englobam publicações que discutam tanto aspectos técnicos quanto ambientais, além de abordagens inovadoras e tendências emergentes relacionadas aos telhados verdes. Trabalhos que ofereçam uma visão crítica sobre os desafios e as oportunidades desse sistema também serão priorizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram utilizados 10 trabalhos acadêmicos publicos nos ultimos anos, em âmbito nacional, no qual pode ser visto no quadro 1 abaixo.

Quadro 1. Trabalhos acadêmicos utilizado na pesquisa

Nome do Artigo	Nome do Autor	Revista Publicada	Ano da Publicação
Estado da arte do comportamento hidrológico de telhados verdes no brasil: uma revisão sistemática	Bruna Vogt Bär; Sergio Fernando Tavares	Parc pesquisa em arquitetura e construção	2017
Benefícios e limitações do uso de telhados verdes: uma revisão sistemática	Joyce Soares da Silva; Thais Tainan Santos da Silva	Revista geama	2022
Telhados verdes em regiões de clima tropical e subtropical: revisão crítica preliminar	Cloer Costa de Oliveira; Francisca r. Magalhães; Marcia marques;	Ix encontro nacional de águas urbanas	2012

	Luciene pimentel da silva		
Revisão sistemática do telhado verde na construção civil com a metodologia proknow-c.	Anderson Moulais da Silva	UFOP	2022
Sustentabilidade e à luz da vulnerabilidade: uma revisão sobre telhados verdes em habitações de interesse social	Rosiane de oliveira Souza; José Alberto Barroso Castañon ;	Periódico técnico e científico cidades verdes	2022
O uso do telhado verde como uma alternativa sustentável aos centros urbanos: uma revisão.	Nara Victória Marinho Cirqueira ; Luís Eduardo Alves Lima Rosângela Aparecida Pereira de Oliveira	Revista multidisciplinar do nordeste mineiro	2024
Impacto da utilização de telhados verdes no escoamento superficial do arroio esperança em Santa Maria-RS.	Vitor da Silva Calil; Ewerthon Cezar Schiavo Bernardi; Afranio Almir Righes.	Disciplinarum Scientia. Série: Naturais e Tecnológicas	2014
Estudo comparativo da qualidade da água de chuva coletada em cobertura convencional e em telhado verde	Marcel Aramis Budel	UTFPR	2014
Telhado verde modular extensivo: biodiversidade e adaptação das plantas aos Blocos TEVA.	Tatyane Nadja Martins Mendonça; Aluísio Braz de T Melo	PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção	2017

Tecnologias em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema.	Jorge Alex Willes	USP	2014
--	-------------------	-----	------

Fonte: Autoria Própria (2024)

A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível identificar várias tendências e perspectivas no campo dos telhados verdes, com base em artigos e trabalhos acadêmicos publicados nos últimos cinco anos. A análise dos materiais revelou avanços significativos em três principais áreas: desempenho ambiental, inovação tecnológica, e políticas públicas para a adoção de telhados verdes.

Os estudos revisados destacam consistentemente os benefícios ambientais dos telhados verdes, como a capacidade de mitigar o efeito de ilha de calor urbana, melhorar a qualidade do ar e aumentar a eficiência energética dos edifícios. Artigos recentes também enfatizam o papel dos telhados verdes na retenção de águas pluviais, contribuindo para a gestão sustentável dos recursos hídricos urbanos. No entanto, foram identificadas lacunas na literatura no que se refere à quantificação de benefícios a longo prazo, especialmente em diferentes contextos climáticos.

A revisão revelou um crescente interesse em inovações tecnológicas aplicadas aos telhados verdes, como o uso de novos materiais e sistemas de irrigação automatizados. Estudos focados em sistemas modulares e substratos alternativos também foram frequentes, sugerindo uma tendência para a criação de soluções mais eficientes e de menor custo. Entretanto, a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta desafios, como a necessidade de maior padronização e regulamentação.

A análise mostrou que a adoção de telhados verdes está fortemente relacionada a políticas públicas e incentivos governamentais. Diversos estudos apontam que, em locais onde há subsídios e regulamentações específicas, a implementação de telhados verdes tem sido mais significativa. Contudo, a falta de políticas unificadas e a variação nas exigências entre diferentes regiões ainda representam obstáculos para a ampla adoção dessa prática.

Os resultados indicam que, embora os telhados verdes tenham demonstrado benefícios substanciais, a sua implementação ainda é limitada por fatores econômicos, técnicos e regulatórios. A inovação tecnológica e o suporte governamental aparecem como elementos-chave para superar essas barreiras. Além disso, a falta de estudos a longo prazo sugere a necessidade de mais pesquisas que considerem o desempenho dos telhados verdes ao longo de décadas e em diversas condições climáticas.

Esses achados destacam a importância de uma abordagem multidisciplinar que envolva engenheiros, arquitetos, urbanistas e formuladores de políticas públicas. A literatura também aponta para uma necessidade crescente de conscientização pública sobre os benefícios dos telhados verdes, o que pode impulsionar sua adoção tanto em áreas urbanas quanto rurais.

CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica realizada permitiu compreender o estado atual e as tendências emergentes no campo dos telhados verdes, destacando sua relevância como uma solução sustentável para desafios urbanos contemporâneos. Os telhados verdes têm demonstrado benefícios significativos, como a mitigação do efeito de ilha de calor, a retenção de águas pluviais e a melhoria da qualidade ambiental. No entanto, para que esses sistemas sejam amplamente adotados, é fundamental superar barreiras técnicas, econômicas e regulatórias.

O estudo também evidencia a importância das inovações tecnológicas e do suporte governamental para promover a implementação desses sistemas em larga escala. Embora os avanços sejam promissores, há uma necessidade clara de mais pesquisas de longo prazo que avaliem o desempenho dos telhados verdes em diferentes contextos climáticos e ao longo de décadas.

Em suma, os telhados verdes apresentam um potencial transformador para a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes, mas sua plena realização dependerá de uma abordagem integrada que envolva inovação, políticas públicas eficazes e conscientização social.

REFERÊNCIAS

- BÄR, Bruna Vogt; TAVARES, Sergio Fernando. Estado da arte do comportamento hidrológico de telhados verdes no Brasil: uma revisão sistemática. *PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção*, Campinas, SP, v. 8, n. 4, p. 257-271, 2017. DOI: 10.20396/parc.v8i4.8650106. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8650106>. Acesso em: 27 ago. 2024.
- BUDEL, Marcel Aramis. Estudo comparativo da qualidade da água de chuva coletada em cobertura convencional e em telhado verde. 2014. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

- CIRQUEIRA, N. V. M.; LIMA, Luís Eduardo Alves; OLIVEIRA, Rosângela Aparecida Pereira de. O uso do telhado verde como uma alternativa sustentável aos centros urbanos: uma revisão. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v. 4, n. 1, 2024. DOI: 10.61164/rmm.v4i1.2297.

- FIGUEIREDO, Marcelo Machado de. O impacto dos princípios ambientais, sociais e governamentais na realização do direito fundamental à habitação e na promoção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado: um estudo de caso da BSPAR Incorporações. 2024. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Direito) – Centro Universitário Christus, Fortaleza, 2024.

- MENDONÇA, Tatyane Nadjia Martins; MELO, Aluísio Braz 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. ISSN 1980-6809. DOI: <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v8i2.8649606>.

- OLIVEIRA, Clooer Costa de; MAGALHÃES, Francisca R.; MARQUES, Marcia; SILVA, Luciene Pimentel da. Telhados verdes em regiões de clima tropical e subtropical: revisão crítica preliminar. In: IX Encontro Nacional de Águas Urbanas, 2012, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte: ENAU, 2012.

- ROCHA, R. Avaliação da sustentabilidade ambiental, econômica e social em telhados verdes: estudo de caso entre Brasil e Portugal. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), 2020.

- SILVA, Anderson Moulais da. Revisão sistemática do telhado verde na construção civil com a metodologia ProKnow-C. 2022. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.

- SILVA, J. Soares da; SILVA, T. Santos da; PASTICH, E. A. Benefícios e limitações do uso de telhados verdes: uma revisão sistemática. *Revista Geama*, v. 8, n. 3, p. 15-28, 2022. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/5122>. Acesso em: 27 ago. 2024.

- SOUZA, Rosiane de Oliveira; CASTAÑON, José Alberto Barroso. Sustentabilidade à luz da vulnerabilidade: uma revisão sobre telhados verdes em habitações de interesse social. *Cidades Verdes: Periódico Técnico e Científico*, 2022.

WILLES, Jorge Alex. Tecnologias em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema. 2014.

69 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.