

# ESTUDO DA UTILIZAÇÃO DO TELHADO VERDE EM COMPARAÇÃO AO CONVENCIONAL

## *Study on the Use of Green Roofs Compared to Conventional Roofs*

DINIZ, Gustavo Silva<sup>1</sup>  
CAMPOS, Luiz Claudio Rego<sup>2</sup>

**Resumo:** Este estudo tem como objetivo comparar o desempenho do telhado verde em relação ao telhado convencional, com foco no custo-benefício de implantação de cada tipo de sistema de cobertura para determinada utilização. O telhado verde, também denominado telhado vivo ou cobertura vegetal, destaca-se como uma alternativa sustentável em áreas urbanas, proporcionando uma série de benefícios, como a redução da temperatura interna dos edifícios, a melhoria na gestão das águas pluviais, o aumento da biodiversidade local e a potencialização da eficiência energética nas construções. Por meio de uma revisão sistemática da literatura e da análise de custos, este trabalho busca apresentar as principais diferenças entre os dois tipos de cobertura, considerando aspectos como o conforto térmico, os impactos ambientais e sociais, além dos custos de implementação e manutenção. O estudo oferece uma visão das vantagens ambientais proporcionadas pelo telhado verde, sua capacidade de diminuir a temperatura interna dos ambientes, melhorando o conforto térmico das edificações, e a eficiente gestão das águas pluviais, contribuindo para a mitigação de enchentes em áreas urbanas. Em contrapartida, também são analisadas as vantagens do telhado convencional, como o menor custo inicial e a facilidade de manutenção. Por fim, conclui-se que o telhado verde representa uma estratégia promissora para a promoção da sustentabilidade nas cidades. No entanto, ressalta-se a importância de considerar os desafios relacionados à sua manutenção e à viabilidade de sua implementação em larga escala.

**Palavras-chave:** Cobertura verde; Telhado verde; Telhado vivo.

**Abstract:** This study aims to compare the performance of green roofs with conventional roofs, focusing on the cost-benefit of implementing each type of roofing system for a specific purpose. The green roof, also known as a living roof or vegetal covering, stands out as a sustainable alternative in urban areas, providing a range of benefits such as reducing indoor temperatures, improving rainwater management, increasing local biodiversity, and enhancing energy efficiency in buildings. Through a systematic literature review and cost analysis, this work seeks to present the main differences between the two types of roofing, considering aspects such as thermal comfort, environmental and social impacts, as well as implementation and maintenance costs. The study offers an overview of the environmental advantages provided by the green roof, its ability to lower indoor temperatures, improving thermal comfort in buildings, and its effective rainwater management, contributing to the mitigation of floods in urban areas. In contrast, the advantages of conventional roofs are also analyzed, such as lower initial costs and ease of maintenance. Finally, it is concluded that the green roof represents a promising strategy for promoting sustainability in cities. However, the importance of considering the challenges related to its maintenance and the feasibility of large-scale implementation is emphasized.

**Keywords:** Green covering; Green roof; Living roof.

<sup>1</sup> Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Santa Úrsula - gustavo.diniz1744@souusu.com.br

<sup>2</sup> Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e Especialista em Engenharia Ambiental – Professor Universidade Santa Úrsula - luizclaudio.campos@usu.edu.br

## **1 INTRODUÇÃO**

A constante busca por modelos construtivos que apresentem sustentabilidade tem levado o mercado da construção civil a inovar, sendo uma das modalidades a utilização de contêiner para construção de empreendimentos comerciais. Para possibilitar o uso do módulo na construção civil, este deve ser adaptado com a implementação de esquadrias (portas e janelas), instalação de reforços (caso necessário), execução de painéis de vedação e forros com os sistemas drywall, wood framing, light steel frame (LSF) e seus subsistemas: instalações hidrossanitárias, hidráulicas, elétricas e gás, isolamento térmico e acústico, entre outros (CALORY, 2015; ABREU; RODRIGUES, 2016; ABAD, 2018; ALVES et al, 2019;).

Dentre as vedações não estruturais utilizadas nas construções em contêineres, as divisórias de drywall são as mais executadas. Por definição, o drywall é um sistema seco composto de painéis formados por perfis metálicos de aço galvanizado, aos quais fixam-se chapas de gesso acartonado e contemplam a instalação de subsistemas (MASTRONICOLA, 2018).

Para os subsistemas do drywall, têm-se instalações hidrossanitárias, instalações hidráulicas, instalações elétricas, instalações de gás, isolamento térmico e isolamento acústico. Estes subsistemas compreendem materiais e dispositivos específicos que possibilitam facilidade executiva e compatibilização com às estruturas do drywall. Como exemplo, cita-se as caixas de tomadas e quadros de distribuição, os quais possuem travamento por presilhas plásticas e fixação por parafusos entre os perfis e chapas que compõem as divisórias (OLIVEIRA e SOUZA, 2021).

Atualmente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) atua como órgão técnico regulador do drywall e a Associação Brasileira do Drywall como a principal fonte de geração e disseminação de conhecimento técnico deste sistema, produzindo manuais, cartilhas entre outros materiais relacionados aos padrões de qualidade de montagem, níveis de desempenho dos componentes, sistemas de paredes, forros, revestimentos e mobiliário fixo projetados (BRASIL, 2022).

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 O Telhado Convencional**

De acordo com Borges (2018), as coberturas, ou telhados, são estruturas que encerram a parte superior de um edifício e podem ter formato inclinado ou horizontal. Elas consistem em

uma combinação de elementos que oferecem resistência e proteção contra fatores climáticos, cumprindo sua função designada. Além disso, consideram aspectos estéticos e econômicos.

O telhado convencional é o sistema de cobertura mais comum utilizado atualmente. Amplamente utilizado em construções residenciais, comerciais e industriais. Basicamente, se baseia em materiais como telhas cerâmicas, metálicas, de fibrocimento ou concreto.

### **2.1.1 Telhado convencional com telhas cerâmicas**

O telhado com telhas cerâmicas é bastante utilizado em construções, sendo uma das opções mais tradicionais no Brasil. Essas telhas são feitas de argila e passam por um processo de queima que garante sua resistência e durabilidade. Elas têm a vantagem de ser térmicas, ou seja, ajudam a manter a temperatura interna da casa mais agradável, tanto no calor quanto no frio.

Além disso, as telhas cerâmicas são conhecidas por sua estética, com uma ampla variedade de formatos e cores, o que permite combinar com diferentes estilos arquitetônicos. Sua instalação é relativamente simples, mas é importante garantir que a estrutura do telhado suporte o peso dessas telhas, que são mais pesadas que algumas opções alternativas, como as telhas de fibrocimento ou metálicas.

Outro ponto positivo é que, quando bem instaladas e com as manutenções em dia, as telhas cerâmicas têm uma longa vida útil, sendo uma escolha que equilibra custo-benefício. No entanto, é importante ficar atento a eventuais quebras ou infiltrações, que podem ocorrer se não houver os cuidados necessários.



Fonte: <https://carluc.com.br/projeto-arquitetonico/tipos-de-coberturas/>

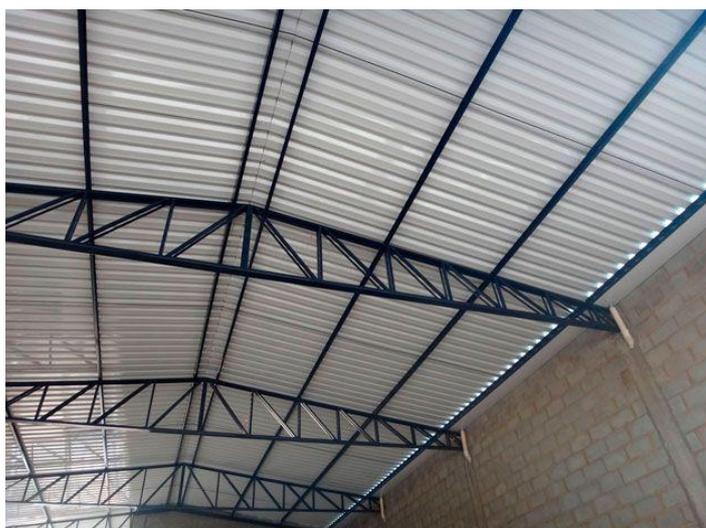
### 2.1.2 Telhado convencional com telhas metálicas

O telhado com telhas metálicas é uma opção cada vez mais popular em projetos de construção, especialmente pela sua leveza, durabilidade e facilidade de instalação. Feitas geralmente de aço galvanizado, alumínio ou até mesmo cobre, essas telhas se destacam por sua resistência às intempéries, como chuvas, ventos fortes e variações de temperatura

Uma das grandes vantagens das telhas metálicas é que elas são muito leves, o que reduz a carga sobre a estrutura do telhado e, muitas vezes, permite uma construção mais econômica, já que dispensa reforços estruturais robustos. Além disso, possuem um processo de instalação rápido e eficiente, o que pode agilizar o andamento da obra

Essas telhas também são bastante duráveis, com uma vida útil que pode chegar a várias décadas, principalmente se forem tratados com revestimentos anticorrosivos, como a galvanização ou a pintura eletrostática. Outro ponto positivo é a variedade de acabamentos, que vai desde o aspecto liso e brilhante até versões com cores e texturas que imitam outros materiais, como a cerâmica ou a madeira

Por outro lado, o isolamento térmico e acústico das telhas metálicas pode ser uma desvantagem, já que elas tendem a esquentar muito em dias de sol intenso e podem amplificar o barulho da chuva. Para contornar isso, é comum o uso de mantas térmicas e acústicas ou de sistemas de ventilação no telhado. Mesmo com esses pontos a considerar, as telhas metálicas são uma escolha moderna e versátil, especialmente para construções industriais, comerciais e residências com um estilo mais contemporâneo.



Fonte: <https://www.telhasimperial.com.br/produtos/telhas-metalicas/cobertura-com-telha-metalica>

### 2.1.3 Telhado convencional com telhas de fibrocimento

O telhado com telhas de fibrocimento é uma solução muito usada em projetos de construção por ser econômica, prática e versátil. As telhas de fibrocimento são feitas a partir de uma mistura de cimento e fibras sintéticas ou vegetais, o que lhes confere leveza e resistência. Elas são conhecidas por ter um bom custo-benefício e podem ser encontradas em diferentes tamanhos e espessuras, dependendo da necessidade da obra.

Uma das grandes vantagens desse tipo de telha é o seu baixo peso, o que facilita o transporte e a instalação, além de exigir menos reforço na estrutura do telhado. Isso pode resultar em uma economia tanto no tempo de execução da obra quanto no custo com materiais estruturais. Além disso, as telhas de fibrocimento são bastante duráveis e têm uma vida útil longa, desde que sejam instaladas corretamente e recebam a devida manutenção.

Entretanto, como desvantagem, as telhas de fibrocimento não oferecem um bom isolamento térmico e acústico por si só. Elas podem deixar o ambiente mais quente nos dias de sol intenso e, em caso de chuvas, o barulho pode ser mais perceptível do que em outras opções, como as telhas cerâmicas. Para contornar esses problemas, é comum o uso de mantas térmicas ou forros que ajudam a melhorar o conforto interno.

Outra questão a considerar é que, por serem planas ou onduladas, essas telhas não têm o mesmo apelo estético que outras opções, como as cerâmicas ou metálicas, sendo mais comuns em construções econômicas, galpões e áreas de serviço. No entanto, continuam sendo uma excelente escolha para quem busca funcionalidade e economia em um telhado.



<https://galvaminas.com.br/telha-de-fibrocimento-conheca-as-desvantagens-deste-produto/>

### 2.1.4 Telhado convencional com telhas de concreto

O telhado com telhas de concreto é conhecido por sua alta durabilidade, resistência e estética robusta. Essas telhas são fabricadas a partir de uma mistura de cimento, areia e água,

sendo bastante pesadas, o que requer uma estrutura de suporte sólida e bem planejada. Devido ao seu peso, as telhas de concreto garantem estabilidade ao telhado, o que as torna uma excelente escolha em regiões com ventos fortes.

Uma das principais vantagens das telhas de concreto é sua durabilidade. Elas têm uma longa vida útil e são extremamente resistentes às intempéries, como chuvas fortes, granizo e exposição contínua ao sol. Outra característica positiva é o isolamento térmico que proporcionam, mantendo o ambiente interno mais fresco, especialmente em climas quentes. Também têm uma boa resistência ao som, ajudando a reduzir o ruído externo.

Esteticamente, as telhas de concreto oferecem uma ampla variedade de cores, acabamentos e formatos, o que permite que sejam aplicadas em diferentes estilos arquitetônicos, desde os mais tradicionais até os mais modernos. O acabamento colorido, muitas vezes obtido com pigmentação na massa do concreto, é duradouro e resiste bem ao desbotamento.

Por outro lado, além do peso que exige uma estrutura mais reforçada, outro ponto a considerar é o custo, que pode ser mais elevado em comparação a opções como as telhas cerâmicas ou de fibrocimento. Além disso, o processo de instalação pode ser mais trabalhoso e demorado, exigindo mão de obra especializada para garantir a vedação correta e o alinhamento das peças.

Apesar desses fatores, as telhas de concreto são uma excelente escolha para quem busca durabilidade, resistência e um visual sofisticado para o telhado, especialmente em projetos residenciais de médio e alto padrão.



Fonte: <https://www.engemix.com.br/wp-content/uploads/2023/06/telha-de-concreto.jpg>

## 2.2 O Telhado Verde

O telhado verde, também conhecido como telhado vivo, em vez de simplesmente cobrir um edifício com telhas ou outros materiais convencionais, utiliza camadas adicionais para suportar o crescimento de plantas. Os telhados verdes podem ser classificados em dois tipos, o extensivo e o intensivo (JAFFAL; OUDLBOUKHTINE; BELARDI, 2012; CALIL; BERNARDI; RIGHES, 2014). Ambas as classificações de telhados verdes são compostas de uma camada preparada de solo sobre um substrato, que consiste de uma superfície impermeável, com vegetação plantada e canais de drenagem para água pluvial (OLIVEIRA, 2009).

Essa vegetação pode incluir gramíneas, suculentas, arbustos e até pequenas árvores, dependendo da profundidade do solo e da capacidade de suporte da estrutura. O solo é projetado para reter água, fornecer nutrientes às plantas e promover o crescimento saudável das raízes. A camada impermeabilizante é essencial para proteger a estrutura do edifício contra infiltrações. Acima desta, uma camada de drenagem é instalada para garantir que o excesso de água seja removido adequadamente, evitando sobrecargas no telhado. Além disso, uma camada filtrante impede que o solo se misture com a camada de drenagem, permitindo que a água flua livremente enquanto retém o solo necessário para o crescimento das plantas.



Fonte: [https://ecotecnologias.org/?page\\_id=561](https://ecotecnologias.org/?page_id=561)

Os telhados verdes podem ser classificados em três tipos: o extensivo, semi intensivo e o intensivo, sua classificação leva em conta sua capacidade máxima de carga, a sua manutenção, o tipo e a altura da vegetação a ser usada, a altura do substrato e o orçamento de gastos (SILVA; DUARTE, 2017).

### **2.2.1 Telhado Verde Extensivo**

O telhado verde extensivo é um tipo de cobertura vegetal caracterizado por sua camada de substrato mais fina, geralmente entre 5 e 15 cm, sendo mais leve e de menor manutenção em comparação com o telhado verde intensivo. Ele é projetado para sustentar vegetação de pequeno porte, como gramíneas, musgos, suculentas e plantas rasteiras que necessitam de menos nutrientes e água para sobreviver.

Por ser mais leve e de fácil instalação, o telhado verde extensivo é amplamente utilizado em edifícios que não podem suportar grandes cargas estruturais adicionais. Devido à sua simplicidade, é ideal para grandes superfícies de cobertura e pode ser instalado em telhados com pouca inclinação, promovendo uma série de benefícios ambientais sem exigir grandes esforços de manutenção.

Os principais tipos de vegetação usados no telhado verde extensivo incluem plantas suculentas, gramíneas, musgos e herbáceas de crescimento baixo.

Devido à menor diversidade de vegetação em comparação ao telhado verde intensivo, a fauna atraída por telhados extensivos é geralmente composta por pequenos insetos polinizadores, como abelhas e borboletas. No entanto, esse tipo de telhado ainda contribui significativamente para o equilíbrio ecológico urbano, ajudando a absorver o CO<sub>2</sub>, reduzir o efeito de ilha de calor e melhorar a eficiência energética dos edifícios.

### **2.2.2 Telhado Verde Intensivo**

O telhado verde intensivo é um tipo de cobertura vegetal que se caracteriza pela maior espessura do substrato (geralmente acima de 20 cm), permitindo o cultivo de plantas de maior porte, como arbustos e até pequenas árvores. Este tipo de sistema oferece maior capacidade de retenção de água, isolamento térmico e acústico, além de promover uma maior biodiversidade, uma vez que pode sustentar uma variedade mais ampla de espécies vegetais.

A variedade de vegetação é bem mais ampla em comparação com o telhado verde extensivo, devido à maior profundidade do substrato e à capacidade de suportar plantas de maior porte. As espécies vegetais escolhidas variam conforme o clima local, a disponibilidade de água e os objetivos estéticos e funcionais do projeto. Em geral, as plantas incluem arbustos, árvores de pequeno porte, árvores frutíferas de tamanho reduzido que podem ser cultivadas, gramíneas ornamentais, plantas floríferas e suculentas maiores. Em alguns projetos, é possível cultivar hortas urbanas com vegetais, legumes e ervas aromáticas como alface, tomate,

manjeriço e alecrim.

Essa diversidade de vegetação torna o telhado verde intensivo um verdadeiro ecossistema em miniatura, capaz de atrair e sustentar diferentes formas de vida. Em termos de fauna, algumas das espécies que podem ser encontradas incluem passarinhos, insetos polinizadores, insetos benéficos para o solo e em algumas regiões, telhados verdes maiores podem atrair pequenos mamíferos urbanos, como esquilos e gambás, especialmente se houver conectividade com outras áreas verdes próximas.

Essa coexistência de flora e fauna transforma o telhado verde intensivo em um ambiente sustentável e autorregulado, promovendo biodiversidade e contribuindo para a resiliência ambiental das cidades. Além disso, a presença de vegetação e animais auxilia no controle da temperatura e na melhora da qualidade do ar local, tornando esses espaços mais agradáveis e ecológicos.

### **2.2.3 Telhado Verde Semi-Intensivo**

O telhado verde semi-intensivo é uma variação que combina aspectos dos telhados extensivo e intensivo, permitindo uma maior variedade de vegetação, mas com menos complexidade estrutural do que o sistema intensivo completo. Ele possui uma espessura de substrato que varia entre 15 e 30 cm, o que possibilita o cultivo de plantas de médio porte, incluindo arbustos pequenos e gramíneas mais robustas. Esse tipo de telhado oferece uma solução intermediária em termos de peso, manutenção e biodiversidade.

No sistema semi-intensivo, a vegetação inclui plantas de porte médio que exigem uma quantidade moderada de água e nutrientes. As principais espécies utilizadas são arbustos pequenos, herbáceas, flores, suculentas e gramíneas.

Embora exija mais manutenção do que um telhado verde extensivo, o semi-intensivo ainda é menos exigente do que o intensivo. As plantas de maior porte requerem regas mais frequentes e monitoramento, especialmente em períodos de seca, mas o sistema não demanda grandes intervenções, como podas regulares ou reforços estruturais.

## **2.3 Histórico e evolução**

Os telhados convencionais evoluíram ao longo dos séculos, começando na antiguidade com materiais locais como palha, barro e pedras. Durante a Idade Média, telhas de barro e ardósia ganharam popularidade na Europa. O século XIX trouxe telhados inclinados com telhas

de cerâmica ou ardósia. No século XX, surgiram telhas de asfalto, materiais sintéticos e novas técnicas de isolamento. Atualmente, há uma tendência crescente em direção ao uso de materiais sustentáveis e tecnologias avançadas, como telhas solares e produtos reciclados.

A história dos telhados verdes é extensa, com práticas semelhantes presentes em diversas culturas antigas. O conceito moderno de telhados verdes surgiu no século XX. Os primeiros registros de coberturas verdes datam de 600 a.C., nos jardins suspensos da Babilônia, com outros exemplos na Roma antiga e nas culturas nórdicas (DIAS, 2016). No século XX, especialmente na Alemanha, os telhados verdes foram promovidos como solução para a falta de espaço agrícola em áreas urbanas densas.

Em meados do século XX, o interesse por práticas de construção sustentável impulsionou a popularidade dos telhados verdes na Europa, principalmente na Alemanha e Suíça. O arquiteto suíço Le Corbusier foi pioneiro ao incluir telhados verdes, chamados de “Terraços Jardins”, em seus projetos. No Brasil, o uso de telhados verdes está aumentando, especialmente em áreas urbanas, devido a preocupações ambientais, incentivos governamentais e avanços tecnológicos. O primeiro exemplo significativo foi o edifício do Ministério da Educação e Saúde, atual Palácio Capanema. Embora ainda menos comuns que na Europa, os telhados verdes no Brasil estão ganhando adesão por razões ambientais e de sustentabilidade.

### **3 METODOLOGIA**

Este artigo seguirá pela metodologia de pesquisa qualitativa, com observação indireta por meio de pesquisa bibliográfica e documental como base teórica. De acordo com Kauark, Manhães e Medeiros (2010), no que diz respeito à natureza da pesquisa, trata-se de uma pesquisa que tem o intuito de formar conhecimento a partir de fatos e não existe a pretensão de mudança na prática.

Na elaboração deste trabalho, foi conduzida uma pesquisa sobre os aspectos essenciais para compreender as dificuldades e vantagens da implementação de telhados verdes na construção civil. Foram selecionados artigos acadêmicos, científicos e técnicos sobre o tema.

Na definição das referências bibliográficas, foi adotada a revisão sistemática como metodologia de pesquisa, a fim de se obter uma visão mais abrangente e confiável sobre o tema.

A revisão sistemática é uma metodologia de pesquisa que tende a minimizar o viés e garantir a transparência e objetividade na seleção e análise dos estudos incluídos e que permite sintetizar o conhecimento científico disponível sobre um determinado tema. Em contraponto às revisões de literatura tradicionais, essa proposta busca obter uma visão mais clara sobre as

vantagens e desvantagens na utilização de telhados verdes em vez de convencionais nas edificações.

Para tanto, foi adotado o protocolo PRISMA como guia metodológico para conduzir a revisão sistemática. Tal protocolo necessitou da formulação de uma pergunta de pesquisa que abrangeu de maneira geral o tema de conforto térmico, sustentabilidade e análise de custos a partir do uso do sistema de telhado verde.

A pergunta geral definida foi “Qual a diferença de custos, de temperatura máxima e do escoamento de águas pluviais numa edificação com telhado verde em relação a mesma com telhado convencional num mesmo contexto climático?”

A partir disso, foi feita uma pesquisa sistemática na base de dados Google Acadêmico em que foram escolhidos diversos títulos e, desses, a partir de uma análise qualitativa, os mais próximos do objetivo do trabalho foram selecionados.

A partir dos trabalhos selecionados, foram estudados os elementos de vantagens e desvantagens dos telhados verdes para análise e comparação com os telhados convencionais, a fim de justificar sua preferência em detrimento de técnicas de sistemas construtivos mais comuns como forma de potencialização do conforto térmico e diminuição do escoamento superficial de águas pluviais pelos telhados.

Não obstante, a questão dos custos de implantação dos dois tipos de telhados também foi levada em consideração para a discussão dos resultados encontrados. Para tal, foram realizados orçamentos junto a empresas especializadas da cidade do Rio de Janeiro que prestam cada tipo de serviço e feito uma média dos valores que são apresentados na seção 4.2.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 Vantagens e desvantagens**

Após a análise de diversos trabalhos e artigos científicos relacionados ao tema, foi possível sintetizar achados relevantes, culminando na tabela a seguir. Esta tabela demonstra de forma clara os principais resultados obtidos e as conclusões que podem ser extraídas deste estudo. A tabela encontra-se na próxima página buscando uma melhor visualização geral da mesma como um todo.

<b>TIPO DE TELHADO</b>	<b>VANTAGENS</b>	<b>DESVANTAGENS</b>
Telhado Verde	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolamento térmico natural</li> <li>- Redução de ilhas de calor</li> <li>- Contribui para a retenção de água da chuva</li> <li>- Melhora a qualidade do ar</li> <li>- Estética diferenciada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo inicial elevado</li> <li>- Exige manutenção constante</li> <li>- Requer impermeabilização eficiente</li> <li>- Peso extra na estrutura</li> </ul>
Telha Cerâmica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excelente isolante térmico</li> <li>- Alta durabilidade</li> <li>- Boa estética</li> <li>- Variedade de cores e acabamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo elevado em comparação a outros tipos de telha</li> <li>- Peso elevado</li> </ul>
Telha Metálica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leveza e rapidez na instalação</li> <li>- Boa durabilidade</li> <li>- Resistente ao fogo</li> <li>- Pode ser reciclada</li> <li>- Variedade de acabamentos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouco isolamento térmico e acústico</li> <li>- Tendência a oxidação se não tratada</li> <li>- Muito barulho quando chove</li> </ul>
Telha de Concreto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta durabilidade e resistência</li> <li>- Ótimo isolante térmico e acústico</li> <li>- Baixa manutenção</li> <li>- Boa estética e variedade de cores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso elevado</li> <li>- Absorve mais umidade do que a telha cerâmica</li> <li>- Custo mais elevado do que telhas metálicas</li> </ul>
Telha de Fibrocimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Custo baixo</li> <li>- Peso leve</li> <li>- Bom isolante térmico</li> <li>- Variedade de tamanhos e formatos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor durabilidade em comparação as telhas de cerâmica e concreto</li> <li>- Esteticamente menos atraente</li> <li>- Em versões mais antigas pode conter amianto</li> </ul>

Fonte: Os autores

## 4.2 Análise de custo

Durante o estudo dos diferentes tipos de telhados, foram solicitados orçamentos a fornecedores especializados para avaliar o custo de implantação de cada alternativa. A solicitação previu a cobertura de uma área de 100m<sup>2</sup>. A tabela abaixo resume as médias de preços obtidas para cada tipo de telhado considerado. Estes valores refletem as cotações médias de mercado da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2024 e foram fundamentais para a análise comparativa de custo-benefício dos sistemas estudados.

<b>Componente</b>	<b>Telhado Verde</b>	<b>Telha Cerâmica</b>	<b>Telha Fibrocimento</b>	<b>Telha Concreto</b>	<b>Telha Metálica</b>
Estrutura de suporte	R\$ 375/m <sup>2</sup>	R\$ R\$ 150/m <sup>2</sup>	R\$ 60/m <sup>2</sup>	R\$ 115/m <sup>2</sup>	R\$ 75/m <sup>2</sup>
Impermeabilização	R\$ 150/m <sup>2</sup>	R\$ 45/m <sup>2</sup>	R\$ 30/m <sup>2</sup>	R\$ 45/m <sup>2</sup>	R\$ 35/m <sup>2</sup>
Camada de drenagem	R\$ 90/m <sup>2</sup>	-	-	-	-
Substrato	R\$ 110/m <sup>2</sup>	-	-	-	-
Vegetação	R\$ 175/m <sup>2</sup>	-	-	-	-
Irrigação	R\$ 115/m <sup>2</sup>	-	-	-	-
Telhas	-	R\$ 75/m <sup>2</sup>	R\$ 45/m <sup>2</sup>	R\$ 70/m <sup>2</sup>	R\$ 105/m <sup>2</sup>
Calhas e rufos	R\$ 40/m <sup>2</sup>	R\$ R\$ 40/m <sup>2</sup>	R\$ 30/m <sup>2</sup>	R\$ R\$ 40/m <sup>2</sup>	R\$ R\$ 40/m <sup>2</sup>
Manutenção anual	R\$ 35/m <sup>2</sup>	R\$ 10/m <sup>2</sup>	R\$ 10/m <sup>2</sup>	R\$ 10/m <sup>2</sup>	R\$ 10/m <sup>2</sup>
Custo	R\$ 1.090/m <sup>2</sup>	R\$ 320/m <sup>2</sup>	R\$ 175/m <sup>2</sup>	R\$ 280/m <sup>2</sup>	R\$ 265/m <sup>2</sup>

Fonte: Os autores

O telhado verde tem um custo de implantação significativamente maior (até 3 a 4 vezes mais caro) do que os tipos de telhado convencionais apresentados, isso devido à necessidade de uma estrutura reforçada e o específico sistema de impermeabilização que esse tipo de telhado precisa. No entanto, ele oferece maior valorização imobiliária.

Os telhados convencionais (especialmente fibrocimento) são opções mais econômicas, mas com menor eficiência térmica e, em alguns casos, estética inferior. Sendo assim, podem requerer maior investimento em isolamento térmico.

A escolha vai depender das prioridades: se o foco é sustentabilidade e eficiência energética, o telhado verde pode ser mais vantajoso, apesar do custo inicial elevado. Se o objetivo for um projeto mais econômico, os telhados convencionais são opções práticas e de menor custo.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo conclui que a escolha entre telhados verdes e convencionais depende de um equilíbrio entre objetivos ambientais e econômicos. Os telhados verdes, embora apresentem um

custo inicial mais elevado, oferecem benefícios significativos em termos de sustentabilidade, como isolamento térmico natural, redução de ilhas de calor e melhor gestão das águas pluviais. Esses aspectos contribuem para a eficiência energética das edificações e para a melhoria da qualidade ambiental urbana, sendo ideais para projetos que priorizam a sustentabilidade e a inovação. Além disso, telhados verdes podem aumentar a biodiversidade e proporcionar uma estética diferenciada, agregando valor ao imóvel.

Por outro lado, os telhados convencionais, como os de cerâmica, concreto e fibrocimento, oferecem vantagens em termos de menor custo de instalação e manutenção. Eles são adequados para projetos que necessitam de soluções mais econômicas, sem comprometer a durabilidade e resistência. No entanto, podem exigir investimentos adicionais em isolamento térmico para aprimorar o conforto interno das edificações.

Diante dos resultados obtidos, é evidente que os telhados verdes representam uma estratégia promissora para mitigar impactos ambientais nas cidades, apesar dos desafios associados à sua manutenção e o peso extra que impõem às estruturas. A decisão sobre qual tipo de telhado utilizar deve considerar o contexto específico de cada projeto, seus objetivos de sustentabilidade, limitações financeiras e demandas estruturais.

Portanto, este estudo reforça a importância de uma análise criteriosa dos custos e benefícios de cada sistema de cobertura. Incentiva-se a promoção de políticas públicas e incentivos que favoreçam a adoção de telhados verdes, especialmente em áreas urbanas, onde seus benefícios ecológicos podem ser maximamente aproveitados. Conclui-se que, com avanços tecnológicos e maior conscientização, os telhados verdes podem se tornar uma solução viável e desejável para combater os desafios ambientais contemporâneos, oferecendo uma contribuição significativa para o desenvolvimento sustentável urbano.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-2**: Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.

\_\_\_\_\_. NBR 15.220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

\_\_\_\_\_. NBR 15.575-5: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura. Rio de Janeiro, 2013.

BEATRICE, Caio Cury. Avaliação do potencial de uso de três espécies vegetais como cobertura leve de telhados em edificações. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) –Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em:<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22092011-151752/pt-br.php>>. Acesso em: 09 jan. 2021.

FERRAZ, Iara Lima. O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana –Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 2012. Disponível em: <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/publico/IaraLimaFerraz\\_CoberturasVerdes.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/publico/IaraLimaFerraz_CoberturasVerdes.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2021.

JOBIM A. L.. Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo de água pluvial. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, Rio Grande do Sul, 76 p., 2013

KIST, T.. Direito urbanístico e políticas públicas: estímulos legais e fiscais para a adoção de técnicas sustentáveis na construção civil, quanto à implantação de telhados verdes. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito), Universidade de Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 77 p., 2015

LEONARDO, H. R. A. L.. Desempenho de telhados ecológicos em área urbana. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 127 p., 2021

LOPES, Daniele Arantes Rodrigues. Análise do comportamento térmico de uma cobertura verde leve (CVL) ediferentes sistemas de cobertura. 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) –Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-11122007-093813/pt-br.php>>. Acesso em: 10 fev. 2021

MACEDO, P. M. T.. Telhados ecológicos: avaliação do desempenho térmico e hidrológico em clima tropical úmido. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 122 p., 2022

MIRANDA, R. L. Como fazer e o que é um telhado verde. Ecoeficientes. Disponível em: <<http://www.ecoeficientes.com.br>>. Acesso em: 27 set. 2015.

NASCIMENTO, W. C.; FREITAS, M. C. D.; SCHMID, A. Coberturas verdes: a renovação de uma ideia. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Fortaleza, 2008. Disponível em: <[www.infohab.org.br](http://www.infohab.org.br)>. Acesso em: 26 set. 2015.

OLIVEIRA, T. A. A.. Comparação de Preços Entre Telhados Verdes e Telhas Coloniais. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 20 p., 2016

PARIZOTTO FILHO, S. Telhado vegetado. In: Lamberts, R. et al (ed.). Casa eficiente: bioclimatologia e desempenho térmico. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2010. p. 89-122.

PEREIRA JÚNIOR, A. A. M.; SILVA, S. A. O.. Montagem de telhado verde com a utilização de materiais de baixo custo. Projeto N°. 604. Monografia apresentada ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte: CEFET, 2011.

ROCHA, R. S. T. M.. Desempenho térmico de telhado verde ecológico de baixo custo em clima semiárido. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 121 p., 2020

SANTOS, G. C.. Desempenho Térmico De Telhados Verdes No Agreste Pernambucano. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 96 p., 2016

SANTOS, P. T. S.. Balanço hídrico em teto com cobertura vegetal no semiárido pernambucano. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 100 p., 2011

SAVI, A. C.. Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 128 p., 2012

SILVA JUNIOR, M. A. B.. Alternativas compensatórias para controle de alagamentos em localidade do Recife - PE. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Recife, 154 p., 2015

SILVA, T. F.. Tecnologia alternativa em drenagem urbana: telhado verde. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 136 p., 2017

VECCHIA, F. Cobertura verde leve (CVL): Ensaio Experimental. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO / ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENCAC/ELACAC. 8, 6, Maceió, 2005. Anais... Maceió, ANTAC, 2005