

UTILIZAÇÃO DE COBERTURAS VERDES COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA CONSTRUÇÕES

USE OF GREEN ROOFS AS A SUSTAINABLE STRATEGY FOR CONSTRUCTIONS

Armando Ikuta de Souza Galo¹

Marcelo O'Donnell Krause²

Felipe José Estrela Marinho³

Ittana de Oliveira Lins⁴

RESUMO: A utilização de coberturas verdes, ou telhados ecológicos, tornou-se uma solução sustentável inovadora no campo da construção civil, promovendo benefícios ambientais, térmicos e estéticos. Esses sistemas de coberturas utilizam a vegetação como elemento principal, transformando áreas subutilizadas em espaços que auxiliam na mitigação de ilhas de calor urbanas, no gerenciamento de águas pluviais e no isolamento térmico e acústico das edificações. A integração desses telhados é especialmente relevante em ambientes urbanos densos, contribuindo para a biodiversidade e a eficiência ecológica. Sendo assim, este artigo evidencia a viabilidade e os impactos a longo prazo dos telhados verdes, com destaque para a comparação entre sistemas extensivos e intensivos, além de seus benefícios hidrológicos e térmicos. Outrossim, são analisados os custos e prazos de execução em relação aos sistemas convencionais de cobertura. Portanto, apesar dos custos iniciais mais elevados, os telhados verdes oferecem vantagens econômicas e ambientais a longo prazo, promovendo a sustentabilidade no setor da construção civil e contribuindo para a reintrodução de áreas verdes nas cidades.

1936

Palavras-chave: Sustentável. Biodiversidade. Viabilidade. Impactos. Benefícios.

ABSTRACT: The use of green roofs, or ecological roofs, has become an innovative sustainable solution in the field of civil construction, promoting environmental, thermal and aesthetic benefits. These roofing systems use vegetation as the main element, transforming underused areas into spaces that help mitigate urban heat islands, manage rainwater and provide thermal and acoustic insulation for buildings. The integration of these roofs is especially relevant in dense urban environments, contributing to biodiversity and ecological efficiency. Therefore, this article highlights the viability and long-term impacts of green roofs, with emphasis on the comparison between extensive and intensive systems, in addition to their hydrological and thermal benefits. Furthermore, costs and execution times are analyzed in relation to conventional roofing systems. Therefore, despite higher initial costs, green roofs offer long-term economic and environmental advantages, promoting sustainability in the construction sector and contributing to the reintroduction of green areas in cities.

Keywords: Sustainable. Biodiversity. Viability. Impacts. Benefits.

¹Discente do curso de Engenharia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

²Docente do curso de Engenharia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

³Docente do curso de Engenharia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

⁴Docente do curso de Engenharia da Faculdade de Ilhéus, Centro de Ensino Superior, Ilhéus, Bahia.

I. INTRODUÇÃO

A implementação de telhados verdes, ou coberturas verdes, mostra-se como uma estratégia sustentável ousada na área da construção civil, demonstrando uma alternativa inovadora para o manejo urbano e ambiental. Esses sistemas de coberturas incluem vegetação como componente principal, modificando espaços inutilizados em áreas proveitosas, das quais contribuem para redução das ilhas de calor urbanas, gerenciamento de águas pluviais, isolamento térmico e acústico, fora que, proporcionam um ambiente esteticamente agradável e biodiverso. O telhado verde destaca-se não apenas pela sua finalidade ambiental, mas também pelo emprego de materiais sustentáveis, tais como substratos leves e conjuntos de drenagens ambiental ligados à construção civil (Moraes, 2013).

Dessa forma, a integração de coberturas verdes na Engenharia Civil, firma uma evolução nas atividades relacionadas à construção sustentável, aprimorando a biodiversidade e a eficiência ecológica em cidades espessas. Além de reintroduzir a natureza nos centros urbanos, essas estruturas enfrentam problemas como ilhas de calor urbano e gestão inadequada das águas pluviais, empregando tecnologias avançadas, tais quais as membranas impermeabilizantes e sistemas de drenagem eficientes (Duarte, 2018). A título de exemplo, o Edifício Harmonia 57 em São Paulo, apresentou como resultados da utilização de cobertura verde melhorias no conforto térmico, diminuição com gastos em energia, reutilização de água da chuva e aumento da biodiversidade urbana.

Outrossim, o presente artigo tem como objetivo principal avaliar a viabilidade, eficácia e os impactos a longo prazo associados à integração de coberturas verdes no contexto da Engenharia Civil, destacando, sobretudo, sua contribuição para a promoção da sustentabilidade nas construções urbanas. Para tanto, faz-se necessário realizar uma análise detalhada dos telhados ecológicos extensivos e intensivos, além dos benefícios hidrológicos, reaproveitamento da água pluvial para fins não potáveis, desempenho térmico e acústico, bem como os custos e prazos de execução, comparando-os com sistemas convencionais de cobertura.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Inovação significativa na Engenharia Civil

O emprego de telhados verdes, também conhecidos como telhados ecológicos, é uma técnica eficaz para minimizar o escoamento superficial e enfrentar problemas ambientais

urbanos. Essa prática, dependendo da espessura do substrato e da intensidade da chuva, pode reter de 10 a 35% da água durante épocas chuvosas e até 100% durante épocas secas (Liptan e Strecker, 2003). Além disso, oferece benefícios como conforto térmico, redução das ilhas de calor, economia de energia elétrica, retenção de poluentes atmosféricos como CO₂ e redução da poluição sonora, entre outros (Jobim, 2013).

As coberturas vegetais podem ser aplicadas em uma variedade de sistemas estruturais, como madeira, metal, concreto e plástico (Lohmann, 2008). O modelo mais comum é o tipo extensivo, composto por cinco camadas: vegetação, substrato, camada de filtragem, drenagem impermeabilização. Algumas vezes, podem ser adicionadas camadas extras, como manta anti-raiz ou substrato rígido (Jobim, 2013). Cada camada desempenha um papel específico no funcionamento do telhado verde.

2.2 Conforto térmico e acústico para ambientes internos

A maior parte da energia solar que atinge superfícies comuns, como o concreto, asfalto ou outras superfícies duras, é irradiada na forma de calor. No entanto, ao fazer com que uma camada de vegetação intercepte essa luz solar, ocorre uma diminuição da incidência e propagação de calor na superfície da estrutura. A depender da espécie da planta utilizada como cobertura, a incidência dos raios solares na superfície foliar tende a ser distribuída da seguinte forma: 2% é usado para a fotossíntese, 48% é transmitido pela folha e armazenado na planta, 30% é convertido em calor e usado para transpiração e apenas 20% é refletido.

Já que, uma grande parte da radiação que atinge as plantas é utilizada para a evapotranspiração, as plantas em superfícies tanto verticais quanto horizontais são capazes de regular as variações de temperatura. Em um dia quente de verão, a absorção da energia reduz a temperatura da superfície sombreada e regula a umidade, enquanto à noite e no inverno, as plantas liberam energia/calor.

Desta forma, o uso de cobertura vegetal possibilita a redução em até 90% da quantidade de energia solar que atinge a superfície em um dia quente de verão (Figura 1). Em uma cidade, o efeito da evapotranspiração e sombreamento pode reduzir significativamente a quantidade de calor que, de outra forma, seria irradiada pelos edifícios e pelas superfícies das ruas (Martins, 2010).

Figura 1 – Diferença de temperatura entre coberturas vegetadas e com telhado convencional.



Fonte: Marinho, 2014.

O solo, as plantas e a camada de ar entre as plantas das coberturas verdes e a superfície do edifício podem atuar como isolantes acústicos eficazes. As ondas sonoras geradas por máquinas, tráfego e aviões podem ser absorvidas, refletidas ou desviadas por essas camadas vegetativas. O substrato, que é a camada de solo e outros materiais em que as plantas crescem, tende a bloquear as frequências sonoras mais baixas. Por outro lado, a folhagem das plantas é mais eficaz na absorção das frequências sonoras mais altas (Martins, 2010).

1939

2.3 Custos e prazos de execução, Telhado verde x Telhado convencional

Confrontar os custos de telhados verdes com telhados convencionais, como telhados de concreto e de fibrocimento, envolve considerar tanto os custos iniciais quanto os benefícios a longo prazo. Os telhados verdes têm custos iniciais mais elevados, devido à necessidade de membranas impermeabilizantes, camadas de drenagem, substrato de cultivo e plantas. No entanto, oferecem benefícios significativos a longo prazo, como redução dos custos de aquecimento e resfriamento, aumento da vida útil do telhado devido à proteção contra raios UV e danos mecânicos, além de vantagens ambientais, como redução da poluição do ar e melhor gestão de águas pluviais (Moraes, 2013).

Os telhados de concreto têm custos iniciais moderados, dependendo da espessura da laje e da complexidade da estrutura. Eles são duráveis e podem durar várias décadas com manutenção adequada, que inclui evitar infiltrações e fissuras. Embora não ofereçam os mesmos benefícios térmicos dos telhados verdes, os telhados de concreto são uma escolha robusta e de

baixa manutenção, ideal para quem busca durabilidade com menor intervenção (Silva, Reis, 2018).

Já os telhados de fibrocimento são a opção mais econômica, eles possuem baixos custos de manutenção inicial, mas exigem verificações periódicas de vedação e fixação das telhas. Embora não ofereçam o mesmo nível de isolamento térmico que os telhados verdes ou a durabilidade dos telhados de concreto, os telhados de fibrocimento são uma solução prática e econômica para muitos projetos. A escolha entre esses tipos de telhados depende das prioridades específicas do projeto, incluindo orçamento, benefícios térmicos desejados e preocupações ambientais (Silva, Reis, 2018).

2.4 Coberturas verdes extensivas e intensivas

Existem dois tipos principais de coberturas verdes: extensivas e intensivas. As coberturas extensivas são caracterizadas por um substrato de baixa profundidade, utilizando espécies vegetais de pequeno porte, que demandam pouca manutenção em virtude de seu crescimento lento e limitado. Por outro lado, as coberturas intensivas possuem um substrato de maior espessura, abrigando uma maior diversidade de espécies, incluindo vegetação de pequeno e médio porte. Essas últimas apresentam uma maior capacidade de retenção de água e nutrientes, porém, em contrapartida, exigem manutenções frequentes e irrigação regular, além de requererem uma estrutura de suporte mais robusta para lidar com a sobrecarga gerada por seu peso adicional (Zinco, 2007).

1940

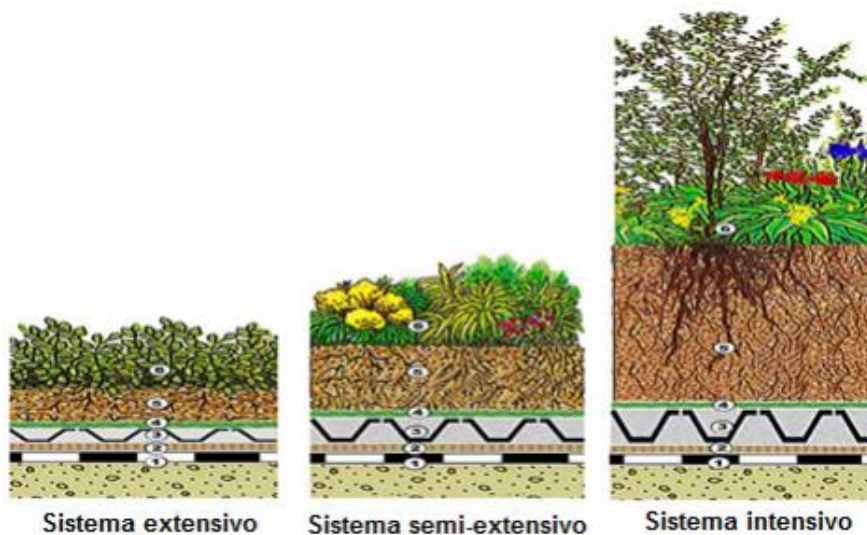
De acordo com a Associação Internacional de Telhados Verdes (IGRA, 2010), os sistemas extensivos possuem substratos com profundidades que variam entre 6 e 20 cm, e o peso resultante situa-se entre 60 e 150 kg/m². Já nos sistemas intensivos, a profundidade do substrato pode superar 15 cm, chegando a mais de 1 metro, com cargas que variam entre 180 e 500 kg/m², respectivamente.

O sistema extensivo pode ser aplicado em diferentes tipos de coberturas, como telhas cerâmicas, fibrocimento, aço e lajes de concreto, dada a sua menor demanda estrutural. No entanto, os sistemas intensivos requerem um estudo prévio de viabilidade estrutural, devido ao seu maior peso e características físicas específicas. Ainda existe a subdivisão semi-extensiva, onde o substrato varia entre 12 e 25 cm de profundidade, com um peso entre 120 e 200 kg/m². Este tipo de sistema permite uma maior diversidade de plantas, incluindo arbustos e ervas

lenhosas, exigindo manutenções periódicas e oferecendo a possibilidade de criação de áreas de lazer (IGRA, 2010).

Na figura 2, apresenta o esquema dos diferentes tipos de telhados verdes. Os sistemas extensivos, por serem mais leves, são indicados para grandes áreas e telhados com inclinação de até 20°. Para inclinações superiores, é necessário o uso de barreiras ou estruturas que evitem o deslizamento do substrato e das plantas, assegurando a estabilidade do sistema (Tomaz, 2005). Embora sejam economicamente mais acessíveis e proporcionem bom isolamento térmico, as coberturas extensivas têm desvantagens, como o menor apelo estético, devido à limitação na escolha das espécies vegetais e ao crescimento mais restrito da vegetação, além de não serem adequadas para uso recreativo.

Figura 2 – Ilustração dos diferentes tipos de coberturas verdes.



Fonte: Jobim, 2013.

As coberturas intensivas, por sua vez, têm um custo de instalação mais elevado e exigem maior atenção no dia a dia, especialmente no que diz respeito à manutenção, irrigação e à correta instalação dos sistemas de drenagem e impermeabilização. Não há restrições quanto à variedade de plantas que podem ser utilizadas, e essas coberturas demandam os mesmos cuidados paisagísticos de um jardim convencional. Além disso, oferecem áreas verdes acessíveis, similares a parques, com a inclusão de plantas de grande porte e até árvores. No entanto, o aumento significativo de carga impõe a necessidade de um reforço estrutural considerável, o que eleva o custo de implantação. Esse tipo de cobertura é mais adequado para edificações com

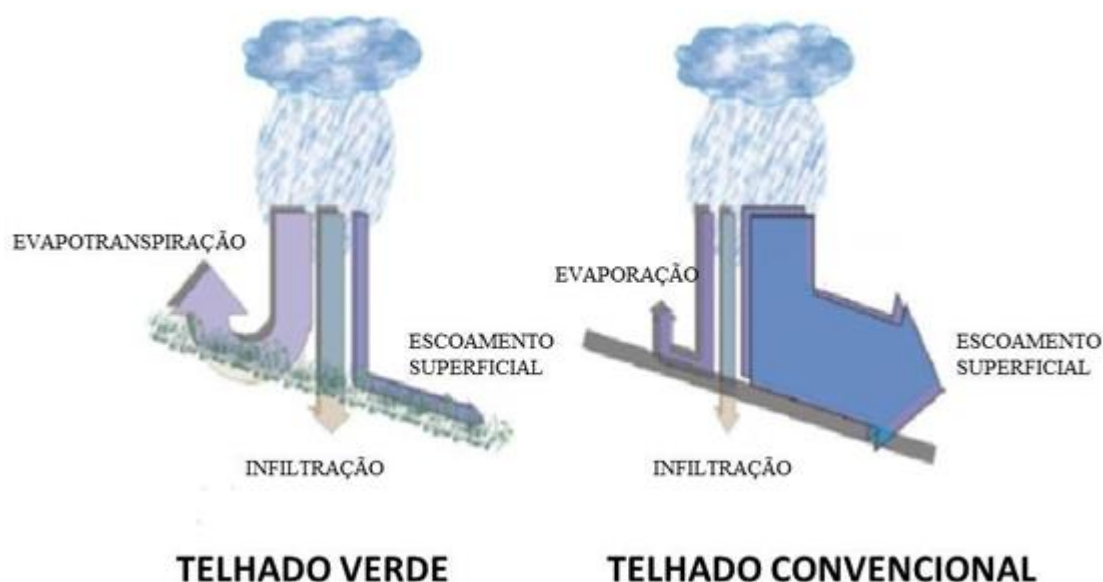
telhados planos, proporcionando um impacto visual mais atrativo devido à altura e à diversidade da vegetação.

2.5 Benefícios Hidrológicos

O ciclo hidrológico é um fenômeno natural que descreve o movimento contínuo da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado pela radiação solar, pela gravidade e pela rotação da Terra. Esse ciclo envolve processos como a precipitação, infiltração, escoamento superficial e subterrâneo, além da evapotranspiração.

Em telhados verdes, muitos dos processos hidrológicos se assemelham àqueles observados na natureza, embora o desempenho hidrológico desses sistemas seja significativamente diferente dos telhados convencionais. A instalação de telhados verdes permite aumentar a taxa de evapotranspiração e facilitar a infiltração de parte da água da chuva, que é retida no substrato e na camada de drenagem. Esse mecanismo resulta em uma redução tanto do volume de escoamento superficial quanto do tempo necessário para que ele ocorra, quando comparado a um telhado tradicional (Figura 3).

Figura 3 – Comparação de escoamento de um telhado verde com um telhado convencional.



Fonte: Ohnuma, 2009.

Os efeitos dessa redução são perceptíveis na diminuição do volume de água escoado e no atraso do pico de escoamento (Castro; Goldenfum, 2008). Em um estudo realizado pela

Universidade Estadual da Carolina do Norte, utilizando um telhado verde extensivo de 70 m², verificou-se que a capacidade de retenção de águas pluviais variou entre 49% e 90%, dependendo das condições climáticas (Jobim, 2013). O estudo mostrou que nos meses com menores volumes de precipitação, o telhado apresentou melhor desempenho em termos de retenção, enquanto nos períodos de chuva intensa essa capacidade foi reduzida devido à saturação do substrato (Figura 4).

Além disso, se o escoamento superficial gerado por um telhado verde for captado e armazenado em cisternas, a água pode ser reutilizada para fins não potáveis, como irrigação do próprio telhado ou jardins, bem como para descarga em bacias sanitárias e limpeza de áreas pavimentadas. Isso contribui para a redução do consumo de água potável tratada e, indiretamente, auxilia na preservação dos recursos hídricos e mananciais, representando uma economia significativa nos custos relacionados ao uso de água tratada.

3. METODOLOGIA

O estudo bibliográfico foi baseado na análise qualitativa, utilizando-se de técnicas de análise temática e análise de conteúdo. Este método permitiu identificar e categorizar os principais benefícios ambientais, os impactos econômicos e sociais envolvidos, bem como realizar uma comparação entre as coberturas verdes e outras estratégias sustentáveis em termos de eficácia e viabilidade de implementação.

1943

A escolha do tema é justificada pela crescente relevância das práticas de construção sustentável, que têm ganhado destaque como uma forma de minimizar os impactos ambientais gerados pelas construções convencionais. Nesse sentido, o telhado verde se apresenta como uma alternativa eficaz para mitigar problemas como o efeito de ilhas de calor, melhorar a eficiência energética e promover a retenção de águas pluviais, entre outros benefícios ambientais.

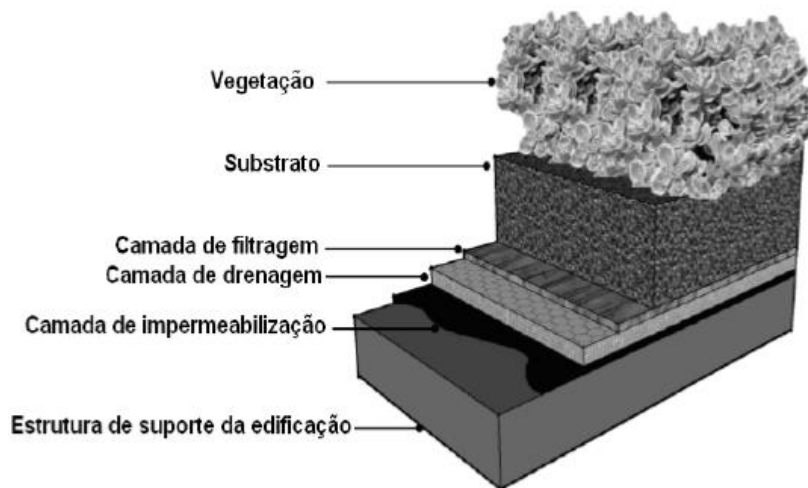
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Camadas dos telhados verdes: Funções e benefícios na sustentabilidade urbana

A capacidade dos sistemas de coberturas ecológicas em reter entre 10% e 35% da água durante as chuvas, e até 100% em períodos secos, relatado por Liptan e Strecker (2003) torna-se uma solução eficaz no manejo de águas pluviais, reduzindo o escoamento superficial e, conseqüentemente, mitigando alagamentos em áreas de alta densidade. Outrossim, vale ressaltar a versatilidade dos telhados verdes na questão de aplicação em diferentes sistemas

estruturais (Lohmann, 2008). O modelo extensivo, composto por cinco camadas (vegetação, substrato, camada de filtragem, drenagem e impermeabilização), apresenta-se como o mais utilizado, devido ao seu custo-benefício e simplicidade de manutenção (Figura 4).

Figura 4 – Composição de um telhado verde.



Fonte: Adaptado de Martin (2008).

A camada de impermeabilização exerce um papel primordial nos telhados ecológicos, atuando como uma barreira contra a penetração de água e prevenindo a deterioração da estrutura subjacente, além do mais, divide-se em sistemas rígidos, tais como argamassas impermeáveis, e sistemas flexíveis, como mantas asfálticas e geomembranas de PVC, dessa forma, eles se adaptam bem as variações térmicas (Lohmann, 2008). Posteriormente, a camada de drenagem torna-se crucial, já que, evita a saturação do substrato e estabiliza o sistema, sendo composta por materiais como brita, cascalho ou manta geotêxtil que retém poluentes e impedem entupimentos. A camada de substrato proporciona suporte, nutrientes e retenção de umidade para as plantas, além de ser leve e porosa, com o intuito de reduzir a carga estrutural. Por fim, a vegetação deve ser escolhida conforme o clima e as características do telhado, sobrepondo espécies resistentes a seca e de baixa manutenção para sistemas extensivos (Jobim, 2013).

4.2 Impacto da Cobertura Verde na Redução da Amplitude Térmica

O conforto térmico proporcionado por esse sistema ecológico é uma de suas maiores vantagens, a interceptação da radiação solar pela vegetação resulta em uma diminuição

significativa da temperatura das superfícies, reduzindo até 90% da energia solar incidente em dias quentes de verão (Martins, 2010). Esse mecanismo contribui não só para o conforto dos ocupantes do edifício, mas também para a economia de energia elétrica utilizada em sistemas de climatização, demonstrando a eficácia dos telhados verdes como isolantes térmicos naturais.

Um estudo realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Vacilikio e Freischfresser, 2011), relatou a eficácia de um sistema de cobertura verde extensiva em reprimir a amplitude térmica de ambientes internos, a partir das medições de temperatura realizadas em duas caixas de madeira idênticas, ambas com telhado inclinado de fibrocimento, no entanto, uma delas foi revestida com grama para estruturar um telhado verde (Figura 5). O experimento utilizou termômetros digitais MT-600 com termopares do tipo K para fichar, a cada 15 minutos e durante 7 dias consecutivos, as variações térmicas internas.

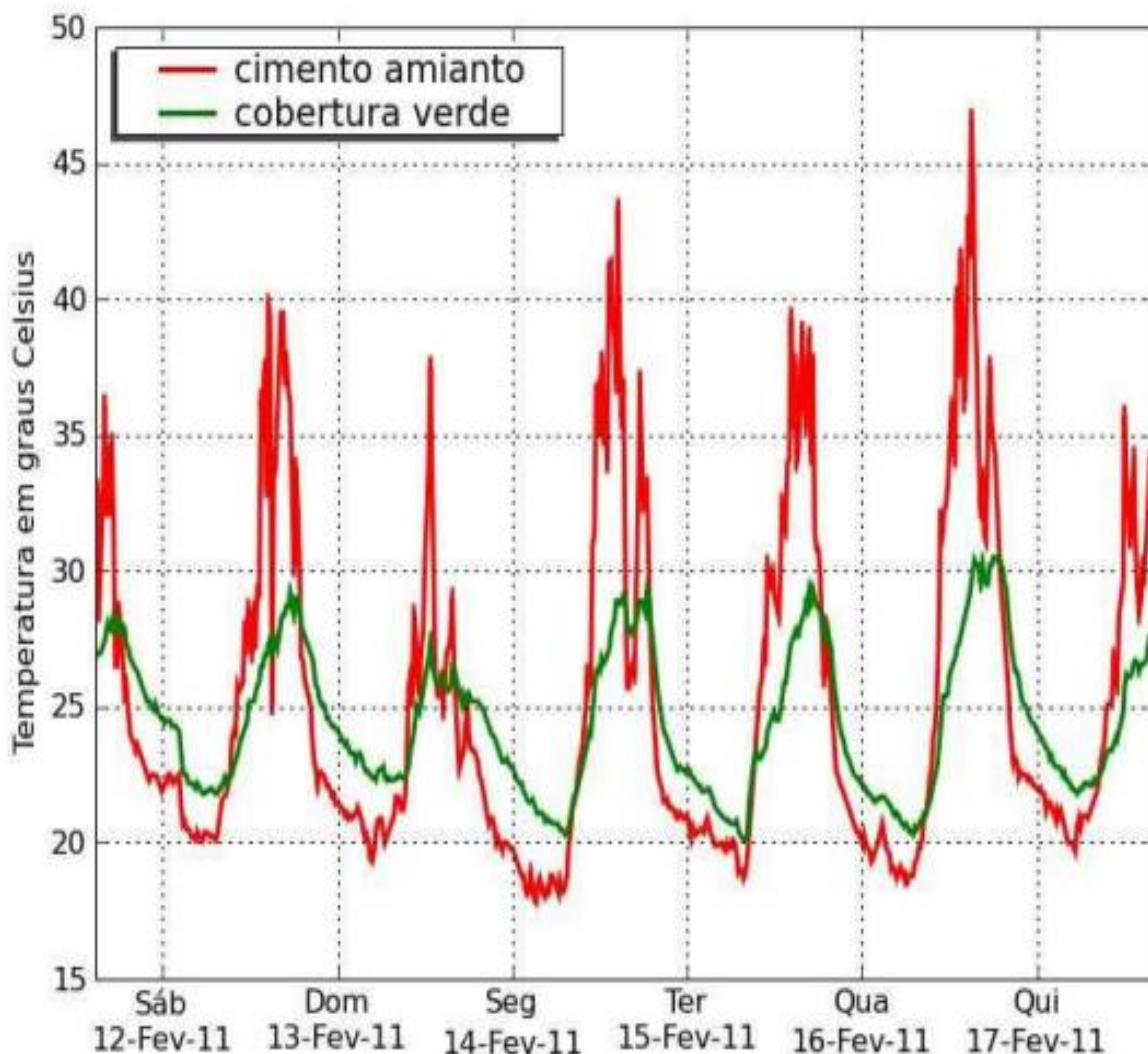
Figura 5 – Elaboração das duas caixas com o telhado inclinado de fibrocimento, uma com a cobertura convencional e a outra com a cobertura verde.



Fonte: Vacilikio e Freischfresser, 2011.

A análise apontou que o telhado verde foi eficaz em reduzir as temperaturas internas máximas durante o dia e em conter o calor durante a noite, proporcionando uma regulação passiva da temperatura e contribuindo para o conforto térmico, portanto, as coberturas verdes oferecem vantagens consideráveis no contexto urbano (Figura 6).

Figura 6 – Comparação entre as temperaturas internas da cobertura.



Fonte: Vacilikio e Freischfresser, 2011.

4.3 Avaliação econômica e temporal do Telhado verde

Uma pesquisa conduzida por Moraes (2013), destacou os custos e prazos de execução de três telhados, Fibrocimento, Cerâmico tipo Francesa e Telhado verde, em uma área de 50 m². Os resultados referentes a pesquisa, apresentados na Tabela 1, tiveram como referência o telhado verde para as comparações percentuais.

Tabela 1 – Comparação dos custos e prazos de execução dos três telhados.

| Cobertura | Custo Total (R\$) | Percentual (%) | Prazo total (h) | Percentual (%) |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
| Telhado de fibrocimento | 4.270,43 | 55,23 | 67,20 | 124,44 |
| Telhado cerâmico tipo francesa | 6.198,50 | 80,17 | 125,20 | 231,85 |
| Telhado verde | 7.731,89 | 100,00 | 54,00 | 100,00 |

Fonte: Moraes (2013).

O Telhado Verde evidenciou um custo mais elevado, no entanto, seu prazo de execução é relativamente mais curto, em contrapartida, o telhado cerâmico, apesar de um custo intermediário, demanda mais do que o dobro do tempo para a instalação, em virtude da complexidade adicional do sistema de estruturação de madeira. O telhado de fibrocimento, mostrou-se o mais econômico, com um custo substancialmente inferior. Esses dados demonstram a relevância de considerar tanto o orçamento quanto os prazos na escolha do tipo de cobertura, destacando as vantagens e limitações das telhas ecológicas em diferentes contextos construtivos.

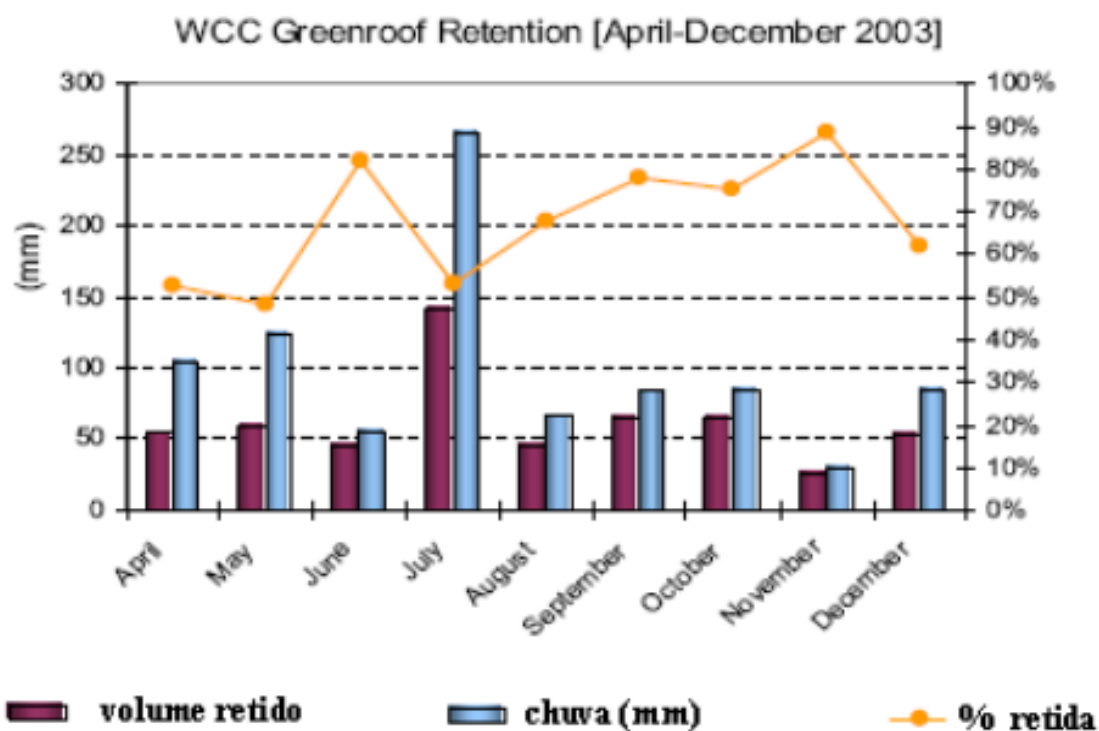
Outrossim, apesar do telhado verde apresentar um custo inicial alto em comparação aos telhados convencionais (como cerâmico e fibrocimento), suas vantagens a longo prazo compensam esse investimento inicial. Moraes (2013) destaca que as coberturas verdes, além de prolongarem a vida útil da estrutura devido à proteção contra raios UV, proporcionam economia significativa nos custos de aquecimento e resfriamento. Comparados aos telhados de fibrocimento, que exigem manutenção periódica e não oferecem o mesmo nível de isolamento térmico, as coberturas verdes se apresentam como uma solução mais eficiente e sustentável a longo prazo.

4.4 Eficácia dos Telhados Verdes na Retenção de águas pluviais e mitigação de enchentes urbanas

Os resultados hidrológicos dos telhados verdes são notáveis, principalmente em relação à sua capacidade de retenção de águas pluviais. Conforme descrito por Jobim (2003), a taxa de retenção de água pode variar entre 49% e 90%, dependendo das condições climáticas e da saturação do substrato (Figura 7). Esse desempenho contribui significativamente para a redução do escoamento superficial e o retardamento do pico de escoamento, minimizando o risco de

enchentes urbanas. Além disso, a água retida pode ser captada e reutilizada, promovendo a economia de água potável e incentivando práticas mais sustentáveis.

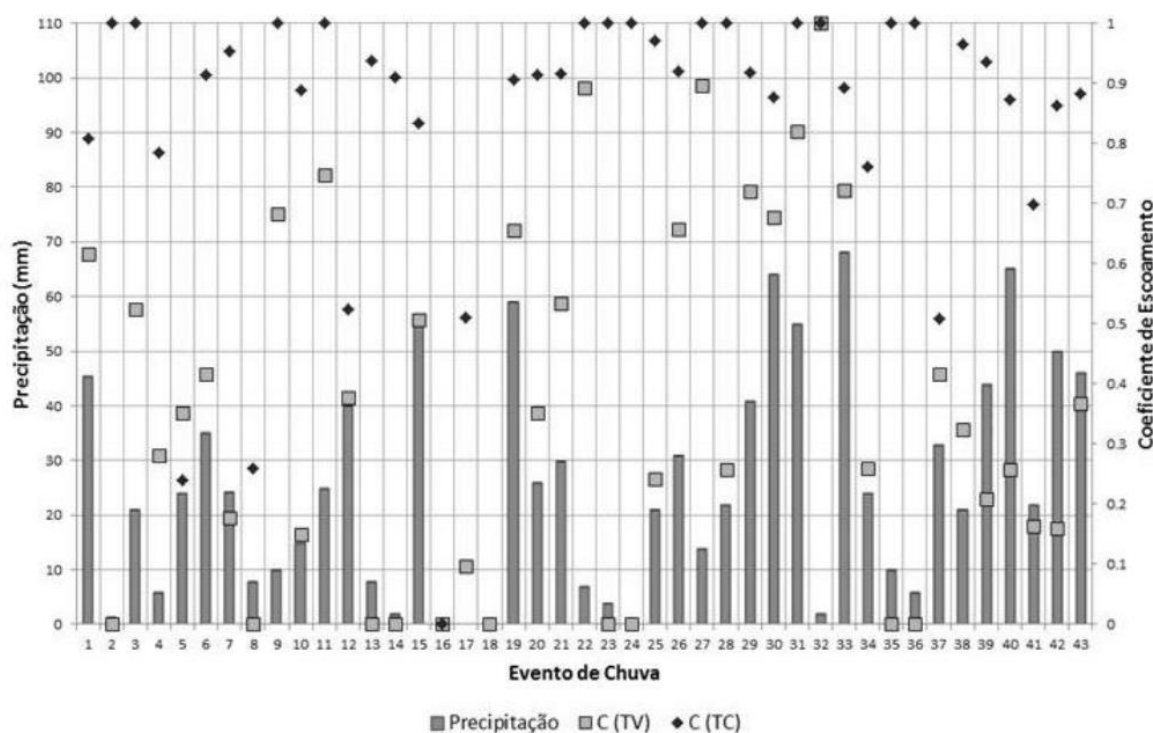
Figura 7 – Capacidade de retenção da chuva de um telhado verde extensivo de 70m², durante os meses de abril a dezembro.



Fonte: Jobim, 2013.

Em um artigo desenvolvido na Universidade Federal de Santa Maria, investigou o comportamento hidrológico de telhados verdes em comparação a telhados convencionais em dias chuvosos, ilustrado em 43 eventos de precipitação (Figura 8). Durante a análise, observou-se que o coeficiente de escoamento (C) do telhado verde se manteve constantemente abaixo ao do telhado convencional referente ao mesmo evento chuvoso. Outrossim, vale ressaltar os eventos 2, 8, 13, 14, 18, 23, 35 e 36, o telhado verde demonstrou uma capacidade notável de reter toda a água precipitada. Em média, constatou-se apenas 38% do volume total de chuva que afetou o telhado verde se traduziu em escoamento, em comparação com os 87% observados no telhado convencional.

Figura 8 - Avaliação do controle quantitativo do escoamento superficial no telhado verde e do telhado convencional.



Fonte: Tassi, Tassinari, Picilli e Persch (2014).

O resultado apresentado na figura 8 ressalta a importância dos telhados ecológicos como uma alternativa sustentável e eficiente no manejo das águas pluviais, contribuindo não apenas para a diminuição de problemas de alagamentos e sobrecarga nas redes de drenagem, mas também para a preservação dos recursos hídricos em áreas urbanas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise evidenciou a importância de considerar os telhados verdes como uma solução integradora, que combina a funcionalidade estrutural com os benefícios ecológicos, destacando-se, entre outras práticas sustentáveis, pela sua capacidade de contribuir para a gestão de águas pluviais, o isolamento térmico e a criação de áreas verdes em ambientes urbanos. Este estudo comprovou que, apesar dos custos iniciais mais elevados, os benefícios a longo prazo, como economia de energia, maior durabilidade do telhado e melhora no microclima urbano, compensam o investimento.

A flexibilidade de aplicação em diferentes tipos de edificações e a capacidade de contribuir para a gestão sustentável de recursos hídricos tornam os telhados verdes uma solução

relevante e necessária. Diante disso, incorporação de telhados verdes nas edificações deve ser incentivada, especialmente em projetos que visam soluções sustentáveis e a mitigação dos impactos ambientais nas cidades.

REFERÊNCIAS

CASTRO, Andréa Souza; GOLDENFUM, J. A. **Uso de telhados verdes no controle qualitativo do escoamento superficial urbano.** 2008.

DUARTE, João Carlos Machado. **Aplicação de protótipo de telhado verde para a avaliação do escoamento superficial e aproveitamento da água para fins não potáveis.** RS - Cerro Largo, 2018.

IGRA (International Green Roofs Association). **A quick Guide to Green Roofs.** Nuertingen, Alemanha, 2010.

JOBIM, Alan Lamberti. **Diferentes Tipos de Telhado Verde no Controle Quantitativo da Água Pluvial.** 2013.

LIPTAN, Tom; STRECKER, Eric. **A more sustainable infrastructure.** National Conference on Urban Stormwater: Enhancing Programs at the Local Level. 2003.

LOHMANN, Alberto. **Desempenho higrotérmico de cobertura vegetal inclinada em dois protótipos construídos na região de Florianópolis.** 2008.

MARINHO, Felipe. **TELHADO VERDE: técnica idealizada no passado, desenvolvida no presente para soluções de problemas urbanos futuro.** Itabuna, BA, 2013.

MARTIN, Bruce. **The Dynamic Stormwater Reponse of a Green Roof.** The University of Guelph, 2008.

MARTINS, Filipe Daniel Painço. **Coberturas Verdes seu Contributo para a Eficiência Energética e Sustentabilidade.** PT – Corvilhã, 2010.

MORAES, Marciano Freitas. **Telhados Verdes: Uma Análise Comparativa de Custos e Vantagens em Relação aos Telhados Convencionais.** RS – Porto Alegre, 2013.

OHNUMA, ALFREDO AKIRA. **Medidas não convencionais de reservação d'água e controle da poluição hídrica em lotes domiciliares.** São Carlos, SP, 2008.

REVISTA ELETRÔNICA ESTÁCIO RECIFE. **Análise Comparativa de Custos E Vantagens entre Telhados Verdes e Sistemas Convencionais de Coberturas.** Recife, 2019.

SILVA, Luis Eduardo; REIS, Sara Beatriz. **Telhado Verde: Uma Análise Comparativa de Custos e Vantagens em Relação ao Telhado Convencional.** GO – Goianésia, 2018.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILLI, D. G. A.; PERSCH, C. G. Douglas. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2014.

TOMAZ, Plínio. **BMP's (Best Management Practices), capítulo 10, Telhado Verde**. SP, 2005.

VACILIKIO, Douglas Vaciliev; FREISCHFRESSER, Luciano. **Comparação entre Telhado Verde e Convencional nas Temperaturas Internas de Ambientes**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão, 2011.

ZINCO. **Zinco Green Roof Basics**. Nuertingen, Alemanha, 2019.