

ORÇAMENTAÇÃO E SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE TELHADO VERDE PARA UMA COBERTURA METÁLICA¹

Alliny Silva Sant'Ana², Luís Henrique Eulálio³, Suellen Bianca Martins⁴, Thayná Santos de Macedo⁵, Vinícius Matheus Dias de Carvalho⁶, Márcia Maria Salgado Lopes⁷

Resumo: Um dos grandes desafios enfrentados pelos profissionais da arquitetura e urbanismo é buscar materiais e técnicas construtivas capazes de contribuir com o bem-estar da sociedade e a preservação ambiental. Com a crescente onda de urbanização que vem se espalhando pelo mundo, o uso do telhado verde nos mais diversos tipos de cobertura tornou-se uma alternativa que aumenta a área

¹Parte do Trabalho desenvolvido pelo Grupo de Estudos em Telhado Verde;

²Graduanda em Arquitetura e Urbanismo – UNIVIÇOSA, e-mail: alliny.ana1@gmail.com;

³Graduando em Arquitetura e Urbanismo– UNIVIÇOSA, e-mail: eulalioluis17@gmail.com;

⁴Graduanda do Arquitetura e Urbanismo– UNIVIÇOSA, e-mail: suh.martins@gmail.com;

⁵Graduanda do Arquitetura e Urbanismo –UNIVIÇOSA, e-mail: ebttmacedo@gmail.com;

⁶Graduando do Arquitetura e Urbanismo – UNIVIÇOSA, e-mail: viniciusdiasdecarvalho@gmail.com;

⁷Graduada em Engenharia Civil - UFV, Mestre em Engenharia Civil – UFV, Professora dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil – UNIVIÇOSA, e-mail: marcialopes@univicoso.com.br

verde e a infiltração das águas pluviais nos centros urbanos. Diante desse contexto, o objetivo desse trabalho é avaliar o desempenho e o custo de um sistema de telhado verde para uma cobertura metálica. Para isso, selecionou-se um sistema de telhado verde extensivo e pré-fabricado; fez-se uma simulação e monitoramento do desempenho desse sistema; calculou-se o custo/m² dos materiais utilizados para implantação do mesmo; e determinou-se qual a sobrecarga que esse sistema gera na estrutura metálica. Observou-se que, apesar da adoção de um sistema simples, não foram verificados problemas com o desempenho do sistema de drenagem dos módulos, da lona plástica ou da telha metálica. Além disso, verificou-se que o custo do sistema adotado foi de R\$50,88/m² (no ano de 2020) e que o acréscimo de peso sobre a estrutura metálica foi de 126 kg/m². Concluiu-se, assim, que o telhado verde é uma opção técnica e economicamente viável de ser utilizada nas grandes cidades.

Palavras-chave: Cobertura verde; técnicas construtivas; tecnologias sustentáveis.

Abstract: *One of the great challenges faced by professionals in architecture and urbanism is to seek materials and construction techniques capable of contributing to the well-being of society and environmental preservation. With the growing wave of urbanization that has spread throughout*

the world, the use of the greenroof in the most diversetypes of coverage has become an alternative that increases the green area and the infiltration of rainwater in urban centers. Given this context, the objective of this work is to evaluate the performance and cost of a green roof systemfor a metal roof. For this, an extensive and prefabricated green roofsystem was selected; a simulation and monitoring of the performance of this system was carried out; the cost/m² of the materials used for its implementation was calculated; and it was determined what overload this system generates on the metallic structure. It was observed that, despite the adoption of a simple system, there were no problems with the performance of the modules' drainage system, the plastic canvas or the metal tile. In addition, it was found that the cost of the adopted system was R\$50,88/m² (in the year 2020) and that the increase in weight on the metallic structure was 126 kg/m². It was concluded, therefore, that the green roof is a technically and economically viable option to be used in large cities.

Keywords: *Green cover; constructive techniques; sustainable technologies.*

INTRODUÇÃO

Com a crescente onda de urbanização pelo mundo, as grandes cidades estão apresentando graves problemas

devido à falta de planejamento na ocupação do solo. Segundo a ONU News (2019), a população urbana atualmente representa 55% da população mundial e a expectativa é de que essa proporção aumente para 70% até 2050. No caso do Brasil, em particular, 85% da população já vive em áreas urbanas (IBGE, 2016).

O número elevado de construções e, conseqüentemente, a diminuição das áreas verdes e das áreas permeáveis tem provocado o aumento da temperatura nas cidades, a redução da infiltração natural das águas pluviais e, conseqüentemente, o aumento das inundações. Uma alternativa para amenizar esses impactos são os telhados verdes, que consistem em aplicar solo e vegetação sobre estruturas de coberturas impermeáveis. Trata-se de um dispositivo que promove a melhoria do conforto térmico de edificações, contenção temporária das águas pluviais, limpeza de poluentes atmosféricos e aumento da eficiência energética, além da finalidade estética de valorização do espaço urbano.

Essa nova técnica construtiva foi desenvolvida, a partir da década de 1960, na Alemanha, buscando unir benefícios ambientais, econômicos e sociais. Os componentes construtivos do telhado verde se distinguem das coberturas tradicionais pelo acréscimo de camadas de impermeabilização, sistema de drenagem, solo e vegetação, além do peso extra aplicado a estrutura da cobertura.

Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo

estudar o desempenho e o custo de implantação de um telhado verde em uma cobertura metálica real, de forma a arquitetar uma técnica favorável à preservação do meio ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se uma revisão de literatura para definir o tipo de sistema de telhado verde que melhor se adequa a uma cobertura metálica, considerando-se um telhado com inclinação entre 10 e 25%. Selecionou-se um sistema extensivo, que se caracteriza pela simplicidade e baixo custo, apresentando vegetação com enraizamento superficial e peso próprio reduzido. Optou-se também pela aplicação de módulos pré- fabricados (bandejas modulares que sustentam o substrato e a grama e reservam parte da água da chuva), que apresentam fácil manuseio, são aplicados por sistema de encaixes e permitem resultados imediatos.

Para simulação do telhado verde sobre uma cobertura metálica, conforme apresentado na Figura 1, utilizou-se os seguintes componentes: telhas metálicas trapezoidais, que servem de base para o restante do sistema; impermeabilização com lona plástica com espessura de 0,8 mm, que protege a base de infiltrações; módulos de plástico reciclado de 75x50x9 cm, que já possuem um sistema de drenagem nas suas laterais e fundo, reservatórios de água e manta geotêxtil (camada filtrante, que evita que a

água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde); solo e fibra de coco, como substrato; e a grama esmeralda (vegetação). Nessa pequena simulação foram utilizados apenas dois módulos, a única diferença entre eles foi o tipo de substrato utilizado, em um deles foi utilizado apenas solo e no outro solo com fibra de coco em uma proporção aproximada de 2:1 (solo: fibra de coco).

Monitorou-se o experimento através de análises periódicas do sistema de drenagem dos módulos, resistência ao desgaste da lona plástica, corrosão e umedecimento das telhas metálicas e crescimento da vegetação. Definiu-se ainda o acréscimo de peso sobre a cobertura com a implantação desse telhado verde, considerando-se a situação de saturação do substrato, que é o caso mais crítica de solicitação da cobertura.

Com a definição dos materiais, calculou-se o custo de implantação do telhado verde, para a área de 1 m², tomando-se como base os preços do comércio local de Viçosa (MG). Nesse cálculo desconsiderou-se os gastos com mão de obra, custos indiretos e de manutenção do sistema.



Figura 1: Simulação da implantação de telhado verde sobre telha metálica

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A simulação do telhado verde foi monitorada por três meses. Na Tabela 1 são apresentados os dados meteorológicos, registrados pela Estação Convencional de Viçosa, sob os quais o sistema de telhado verde foi submetido. No decorrer desse período, não foram verificadas anomalias no sistema de drenagem, na lona plástica e na telha metálica, apesar das altas temperaturas e precipitações. Observou-se, entretanto, que o crescimento da grama foi acelerado, necessitando ser aparada mensalmente. Além disso, não foram visualmente observadas alterações no crescimento da vegetação quando se utilizou o substrato de solo e de solo com fibra de coco.

Com relação à sobrecarga que o sistema do telhado verde gera na estrutura metálica, mediu-se 86 kg/m^2 , considerando-se apenas o peso do módulo com o solo e a vegetação, e 126 kg/m^2 , considerando-se o conjunto na situação saturada do solo. O conhecimento desse peso é indispensável para o dimensionamento ou verificação estrutural da cobertura, já que a estrutura que irá receber o telhado verde deve possuir resistência compatível com as ações permanentes e variáveis do sistema adotado.

Tabela 1- Dados meteorológicos registrados pela Estação Convencional de Viçosa- Viçosa (MG).

Mês/Ano	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Precipitação (mm/h)	
	Média	Mínima	Máxima	Médio	Mínimo	Máximo	Média	Máxima
Dezembro/2019	22,2	15,9	30,8	82,1	41,0	97,1	0,34	33,9
Janeiro/2020	22,8	17,5	33,3	84,7	40,0	97,1	0,7	28,8
Fevereiro/2020	22,6	17,4	32,1	84,0	48,0	97,0	0,4	23,4

Fonte: Adaptado de UFV (2020).

Heneine (2008) estima que a carga sobre o telhado aumenta de 70 a 170 kg/m², aproximadamente, no caso do sistema extensivo com substrato de 5 a 15 cm de espessura. No caso estudado, o módulo apresenta área de 75x50 cm, logo a sobrecarga na estrutura é de 126 kg/m², sendo condizente com os valores citados por Heneine.

Na Tabela 3 é apresentado o orçamento para implantação do telhado verde por m² de cobertura. Nesse levantamento de custos considerou-se a impermeabilização apenas com lona plástica. Outras opções para impermeabilização seriam a utilização da geomembrana PEAD (R\$15,10/m²) ou a associação da impermeabilização a base borracha líquida (R\$19,10/m²) e lona plástica (R\$0,85/m²), que são alternativas mais eficientes. Considerou-se ainda que o substrato (solo arenoso e fibra de coco) e a vegetação (grama esmeralda) não teriam custo, pois trata-se de materiais de grande disponibilidade, podendo ser adquiridos, muitas vezes, sem custo. Entretanto, no mercado podem ser encontrados substratos sintéticos ricos em minerais variando de R\$85 a R\$252/m² e vegetação rasteira de R\$20 a R\$40/m².

Tabela 3- Orçamento dos materiais necessários para implantação de um sistema de telhado verde por m².

Material	Custo unitário
Lona plástica preta 4x100 metros bobina de espessura grossa para forração, construção, pintura, agrícola, revestimento e obras em geral	R\$0,85/m ²
Módulo para telhado verde com camada filtrante	R\$50,13/m ² *
Substrato solo arenoso e/ou fibra de coco	-
Vegetação – grama esmeralda	-
TOTAL	R\$50,88/m²**

* Cada módulo apresenta área de 75x50 cm e custo de R\$18,80/unidade.

** Esse valor corresponde a US\$10,74, considerando-se que US\$1 equivale a R\$4,74 em 2020.

CONCLUSÃO

Com base nesse estudo, conclui-se que ainda existem obstáculos para implantação de telhados verdes, principalmente no que se refere ao aumento das ações atuantes sobre a estrutura e ao custo. Entretanto, o sistema adotado apresenta desempenho satisfatório para o período analisado, sendo uma alternativa para reduzir os impactos ambientais dos grandes centros urbanos, principalmente, quando utilizado em larga escala.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Rio de Janeiro: IBGE, 2016, 146 p.

HENEINE, M. C. A. S. Cobertura Verde. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

ONU NEWS. ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050. 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>> Acesso em: 23 de agosto de 2019.

UFV. Estação automática 2020. Viçosa, 2020. Disponível em <http://www.posmet.ufv.br/?page_id=1253> Acesso em: 01 de março de 2020.