

## **TELHADO VERDE: A EFETIVIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DA TECNOLOGIA SOBRE TELHAS ONDULADAS**

REGINA DE AMORIM ROMACHELI<sup>1</sup>, FABIANNY DE ALMEIDA MOREIRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ms. em Gestão Econômica do Meio Ambiente, UNB, Prof. titular UNIGOIAS - GO, regina.amorim@unigoias.com

<sup>2</sup>Bacharel em Engenharia Civil, UNIGOIAS-GO, fabianny.alm23@mail.com;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Este artigo apresenta um protótipo de telhado verde sob telhas de fibrocimento demonstrando a sua instalação e discussão sobre questões de viabilidade técnica e econômica. O protótipo foi realizado com uma base estrutural metálica de 0,60x0,45, computando uma área de 0,270 m<sup>2</sup>. A solução proposta apoiou-se em artigos técnicos publicados em revistas, apresentando inovações, adaptações e autenticidade, visando a operacionalidade. Para execução do protótipo foi realizada a impermeabilização da telha com material asfáltico, proteção com lonas, drenagens com conduítes padrões, geotêxtil, substrato convencional e grama esmeralda. A evolução do protótipo, quanto ao seu funcionamento foi observado por dois meses e extrapolados para uma residência unifamiliar utilizada como objeto de estudo. Ao se analisar a relação entre peso, estrutura atual da residência e ainda as manutenções do sistema, verificou-se que haverá a necessidade de reforço por caibros e terças, antes da aplicação do telhado, o que deve aumentar o custo de execução da obra. Por outro lado, o custo com o sistema em si é de apenas R\$ 50,75 o m<sup>2</sup> e traz com ele relevantes reduções de custo em energia, reter a água da chuva em até 70%, prevenindo futuras enchentes e diminuindo a saturação das redes pluviais públicas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção. Cobertura. Vegetação. Sustentabilidade. Drenagem.

## **GREEN ROOF: AN ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC EFFECTIVENESS OF APPLICATION IN RESIDENTIAL UNITS**

**ABSTRACT:** This article presents a prototype of a green roof under fiber cement tiles demonstrating its installation and discussion on issues of technical and economic feasibility. The prototype was made with a metallic structural base of 0.60x0.45, computing an area of 0.270 m<sup>2</sup>. The solution was based on technical articles published in magazines, but had its adaptations and authenticities. The waterproofing of the tile with asphalt material, protection with tarpaulins, drainages with standard conduits and bidim blanket, conventional substrate and emerald grass were carried out. The evolution of the prototype, in terms of its functioning, was observed for two months and extrapolated to a single-family residence used as an object of study. When analyzing the relationship between weight, current structure of the residence and the maintenance of the system, it was found that there will be a need for reinforcement by rafters and thirds, before applying the roof, which should increase the cost of carrying out the work. On the other hand, the cost of the system itself is only R \$ 50.75 per m<sup>2</sup> and brings with it relevant cost reductions in energy, retaining rainwater by up to 70%, preventing future floods and reducing the saturation of public rainwater networks.

**KEYWORDS:** Construction. Roof. Vegetation. Sustainability. Drainage.

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa amplia os conhecimentos sobre o uso do telhado verde e busca contribuir por meio da investigação acerca da execução da técnica em unidades residenciais, propostas que viabilizem economicamente o emprego da tecnologia, tornando-a mais acessível e disponível. O objetivo principal desse estudo é analisar a eficiência dos telhados verdes, que é pouco comum nos métodos de construção no Brasil, mostrando conhecimentos e benefícios que esse tipo de estrutura oferece, analisando se é viável a instalação ao longo de um tempo. Tem-se também como finalidade observar os tipos de materiais utilizados, além de analisar a drenagem do telhado verde e a verificação da viabilidade do custo e benefícios ao longo do tempo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Primeiramente foi escolhida a unidade familiar em que seria utilizada como modelo para verificação de capacidade estrutural, área de telhado, insolação, dentre outros. Trata-se uma residência unifamiliar, localizada no Jardins Valência com 213,89 m<sup>2</sup> de área construída, sendo 151,65 m<sup>2</sup> de cobertura com laje e telha de fibrocimento e 62,24 m<sup>2</sup> de cobertura com forro de gesso e fibrocimento, onde foram considerados 27,345 m<sup>2</sup> para essa pesquisa correspondente a área da garagem. Esta informação é importante para entender as condições estruturais do ambiente que está recebendo o telhado, e aliar a técnica com as necessidades de manutenção ou reforço estrutural.

A técnica a ser utilizada foi o maior desafio enfrentado na pesquisa, já que a maior parte dos autores apresentam soluções para ambientes com cobertura em lajes impermeabilizadas e expostas, o que não é o objetivo deste trabalho. Sendo assim, para a escolha da técnica mais apropriada, recorreu-se práticas executadas, como o exposto em um artigo técnico intitulado “Dossiê telhados: como ter uma cobertura verde”, de Ana Sant’anna, apresentado pela revista eletrônica CASA ABRIL em 2014, onde foi pontuado cada etapa da instalação do telhado verde.

Para o projeto deste trabalho serão utilizados os elementos sugeridos no artigo referência, com a prototipação e avaliação acerca do peso adicional a estrutura, temperatura do ambiente, retenção de água e custos de implantação.

Na concepção do protótipo buscou-se reproduzir as condições encontradas na residência, objeto de estudo. O protótipo utilizado na pesquisa teve sua construção concluída no meio do mês de abril de 2021, e foi testado durante um mês. Conforme ilustrado na Figura 2, o protótipo tem por medidas 0,60 m de comprimento e 0,45 m de largura, computando uma área de 0,270 m<sup>2</sup>. O peso antes da rega foi de aproximadamente 10 kg, após a rega passou a ser de 40 kg.

O caimento foi realizado com base na casa unifamiliar com telhado de declividade de 10 %.

A estrutura do protótipo é feita de metalon de chapa 20X20 mm, seguindo parâmetros similares as condições de apoio do telhado e à estrutura da casa que está sendo a base de estudo. A base continuou sendo a telha de fibrocimento que estava instalada da forma convencional, devidamente apoiada e parafusada sobre a estrutura de metalon que faz o papel de estrutura em uma residência convencional do telhado.

Sobre a impermeabilização entre a telha e o jardim, foi primeiramente passado camadas de impermeabilizante asfáltica nas duas faces das placas, assim aumentando a resistência.

Posteriormente foi aplicado camadas de lona sobre a pintura, três folhas de lona que cobrem a superfície foram o suficiente. Esse material, além de ser completamente imune à passagem de água, é leve o bastante para não prejudicar o projeto conforme ilustrado na Figura 1. Esse acesso da umidade do jardim até as telhas era uma preocupação séria, pois poderia inviabilizar o sistema. Em relação à drenagem do sistema e da água da chuva, foram instalados acima da lona os conduítes de escoamento com mangueiras de ¾ polegadas, assim acomodados sobre a parte mais profunda das placas e nivelados. Esses condutores foram padronizados com a altura da base e com furos ao longo da mangueira servindo como grandes avenidas para escoar o excesso de água. Os conduítes foram direcionados para uma calha coletora de cano pvc.

Nesse trabalho devido à inclinação teve o uso de areia e brita nº 0 para melhor filtração da água escoada e como barramento do substrato, além de um compensado para segurar e firmar todo o conjunto. A Figura 2 demonstra o perfil do conjunto.

Figura 1. Implantação da Lona



Figura 2. Perfil do Protótipo



Para a camada filtrante, entre o substrato (terra) e a impermeabilização (lona), foi usado uma manta geotêxtil. Nesse caso foi empregado o bidim, que estará assentada em cima dos conduítes e da camada impermeabilizadora, assim impedindo que as raízes avancem além do limite, além de também cuidar para que o substrato não se desfaça e escorra através dos drenos. Quanto ao substrato, o projeto exigiu uma camada com apenas 7 cm de altura contando com a curva da telha, isso foi suficiente para nutrir as espécies escolhidas. Nas escolhas das plantas, foi eleita a grama esmeralda que obedece a um regime de insolação boa para a região, assim ela se manteve saudável e em equilíbrio. Além disso, possuem também raízes de aproximadamente de 3 cm, o que favorece no tipo de telhado escolhido. cerca da manutenção, o substrato oferece durabilidade superior a dez anos, sem a obrigação de reposição, a única exigência são podas discretas quando a grama estiver muito irregular. Outro ponto importante para levar em consideração é a questão de irrigação, para que se tenha esse sistema, é necessário um ponto de água na altura do telhado e um ponto de elétrica se for automatizado.

Buscando realizar a comparação entre o telhado convencional e a implantação do telhado verde, para a residência objeto de estudo, foi considerado as informações do Jornal Valor econômico de março deste ano que apontava o custo nacional da construção por metro quadrado de R\$ 1.319,18 em fevereiro, dos quais R\$ 748,58 foram relativos aos materiais e R\$ 570,60 relativos à mão de obra. Pensando na necessidade de reforço de terças metálicas sem necessidade de reforço de estruturas de pilares e vigas, foi considerado um acréscimo de 50% no valor do telhado convencional para esse ajuste na recepção do telhado verde.

O cálculo da viabilidade do telhado foi considerado usando as referências de Goldman (2004) apresentado na Revista Pini, com o total R\$ 37,00/m<sup>2</sup> e para atualização da referência foi utilizado o IGP-M (FGV) de 01/2004 a 03/2021, disponibilizada pelo Banco Central, trazendo a referência para os dados atuais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos itens a seguir serão apresentadas as discussões de cada ponto importante individualmente, abordando a avaliação de cada indicador, bem como os resultados obtidos. Ao final da apresentação de cada categoria, montou-se um quadro com as notas atribuídas, permitindo melhor análise de cada aspecto do desenvolvimento sustentável. A estrutura deve suportar toda a carga do telhado verde e para isso deve considerar o peso das plantas em sua fase adulta e a quantidade de água que pode ficar retida no sistema. Para o sistema extensivo com substrato de 5 a 15 cm de espessura, estima-se que a carga sobre o telhado possa aumentar de 70 a 170 kg/m<sup>2</sup>. Para o sistema intensivo, com espessura de solo acima de 15 cm, o valor de carga adicional pode variar entre 290 e 970 kg/m<sup>2</sup> (HEINENE, 2008)

Foram feitas análises de volume regado e escoado no protótipo durante os meses de Abril e Maio de 2021, e notou-se que houve diferenças de escoamento de um dia para outro. A Tabela 1 apresenta os resultados dos ensaios.

Tabela 1. Resultado do Volume Escoado

Número do Ensaio	Dia de Realização	Hora de Rega	Volume Adicionado (mL)	Volume Escoado (mL)	Temperatura (°C)	Umidade do ar (%)
1	15/04/2021	08:00	1000	400	19	88 %
2	18/04/2021	09:00	1000	250	18	61 %
3	21/04/2021	07:00	500	200	18	88 %
4	25/04/2021	18:00	1000	250	18	54 %
5	28/04/2021	08:00	500	200	18	83 %
6	01/05/2021	10:00	1000	300	18	73 %
7	04/05/2021	18:00	1000	220	18	50 %
8	07/05/2021	08:00	1000	350	17	83 %
9	11/05/2021	08:00	500	150	18	77 %
10	13/05/2021	17:00	1000	150	17	32 %

Fonte: Elaboração do autor (2021)

Observando as anotações realizadas em 10 dias, correspondentes as regas, dentro do mês pesquisado constatou-se que houve uma alteração entre o volume escoado, que oscilou entre 400 mL e 150 mL, isso significa 37,5 % de diferença. Essas diferenças de volume de escoamento alteraram de um dia para outro devido algumas interferências como o horário das regas, a temperatura do dia e principalmente ao índice da umidade de água. É possível observar que a alta umidade provoca um tempo de escoamento menor. Para o protótipo foi feito a pesagem do conjunto seco e molhado. Na área de aproximadamente 0,3 m<sup>2</sup> com a grama e substrato seco foi pesado 10 kg, e com o substrato saturado o peso foi de 40 kg. Logo pode-se notar que para 1 m<sup>2</sup> a estrutura terá que suportar aproximadamente 130 kg.

Para a residência unifamiliar que é o estudo de caso desse artigo, a estrutura usada para o telhado convencional não atenderá para o peso da cobertura verde. Logo será necessário um reforço estrutural com mais caibros e terças para ter mais apoios e assim a estrutura suportar o telhado verde. Na Tabela 2, é possível verificar a análise de custo dos materiais necessários para o telhado verde do projeto proposto no trabalho.

Tabela 2. Orçamento de Materiais

Quantitativo e Cotação				
Material	Quantidade	Unidade	Valor Unitário	Total
Grama Esmeralda	27,345	m <sup>2</sup>	R\$ 2,00	R\$ 54,69
Impermeabilizante Asfáltico - Vonder	2	Galão (18L)	R\$ 147,00	R\$ 294,00
Conduite Corrugado 3/4 Amarelo Rolo Com 50 Metros	3	Rolo	R\$ 36,01	R\$ 108,03
Manta Geotextil Tipo Bidim 10mts <sup>2</sup> Para Drenagem 2,30 X 4,35mt	3	Rolo	R\$ 40,49	R\$ 121,47
Lona plastica preta 4x5m	6	Rolo	R\$ 19,99	R\$ 119,94
Adubo para plantas 25 Litros	3	Saco	R\$ 29,90	R\$ 89,70
Terra Preta para plantio	1	Caminhão	R\$ 600,00	R\$ 600,00
<b>Total</b>				<b>R\$ 1.387,83</b>
<b>Total/m<sup>2</sup></b>				<b>R\$ 50,75</b>

Fonte: Elaboração do autor (2021)

Através dos dados apresentados verifica-se que os custos para a instalação do telhado verde na edificação, proposta no trabalho é de R\$ 1.387,83 (mil, trezentos e oitenta e sete e oitenta e três centavos) em materiais. Considerando a necessidade de reforço entre as terças, para maior sustentação do telhado verde e considerando que as estruturas de pilares, vigas e fundações são suficientes para o suporte, mesmo com o reforço, considerou-se que esta ação custaria 50% do valor da implantação de uma cobertura convencional e ainda que a cobertura corresponde a R\$ 127,16/m<sup>2</sup> (Goldman, 2004 atualizado pelo IGP-M, 2021). Assim, analisando a viabilidade da solução tem-se que (Quadro 1):

Quadro 1. Análise da Viabilidade do Custo Total

Área global da construção	213,89 m <sup>2</sup>
Custo da construção (Valor Econômico - fev, 2021)	R\$ 1319,18
Valor da obra	R\$ 282.159,40
Custo de cobertura por m <sup>2</sup> (Goldman, 2004) atualizado pelo IGP-M (março,2021)	R\$ 127,16
Custo correspondente à cobertura convencional (27,345 m <sup>2</sup> )	R\$ 3.477,19
Estimativa de custo com reforço (50% do valor de instalação)	R\$ 1.738,59
Custo previsto com o telhado verde	R\$ 1387, 83
Custo adicional da solução	R\$ 3.126,25
Correspondência com o custo total do imóvel	11%

Fonte: Elaboração do autor (2021)

Portanto, observa-se que a implantação do telhado verde incrementa ao custo da residência em 11%, porém há de se considerar a redução com as tubulações internas de drenagem de águas pluviais e de sistema de drenagem urbana correspondente a redução da vazão de contribuição da unidade. Para além disso entende-se que a viabilidade de um sistema sustentável vai além das questões econômicas e passa por uma responsabilidade cidadã da ocupação urbana, em que os moradores são responsáveis pelos seus impactos e que devem absorvê-los dentro de seu próprio espaço.

## CONCLUSÃO

Ao longo do estudo e análise de técnicas para a utilização do telhado verde em telhas de fibrocimento, que foram apresentadas nesse trabalho, conclui-se que é totalmente viável a implantação do mesmo. Entretanto, é necessário um incentivo através de estudos e pesquisas para que alcance a população e que fiquem cientes dessa inovadora técnica e a possibilidade de uma cidade sustentável. Cabe ressaltar que os resultados apresentados nesta pesquisa apontam para um telhado verde específico, com uma determinada configuração de camadas estabelecida. Contudo, a extrapolação dos resultados obtidos para valores a serem adotados em projeto não é recomendável para todos os tipos de cobertura, visto que cada telhado verde tem um certo comportamento, de acordo com seu projeto e criação.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 15575-1 Norma de desempenho**. 2013. Disponível em: [https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2\\_guia\\_normas\\_final.pdf](https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf) Acesso: 29/03/2019
- Carneiro, Lucianne. Custo da construção civil aumenta 1,33% em fevereiro, mostra IBGE. **Jornal Valor Econômico**, Rio de Janeiro – RJ, 11 mar. 2021. Notícias – Região.
- Corrêa, Lásaro Roberto. **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2009. Monografia (Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009.
- Goldman, Pedrinho. **Introdução ao Planejamento e Controle de Custos na Construção Civil Brasileira**. 4 ed. São Paulo: Editora Pini, 2004.
- Heneine, M. C. A. S., "Cobertura Verde", Tese de M.Sc., Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008
- Sant'anna, Ana. Arquitetura, construção e sustentabilidade. Dossiê telhados: como ter uma cobertura verde. Revista Casa Arquitetura e Construção. Publicado em 1 Jul 2014, 20h48. Disponível em [Dossiê telhados: como ter uma cobertura verde | CASA.COM.BR \(abril.com.br\)](http://Dossiê%20telhados%3A%20como%20ter%20uma%20cobertura%20verde%20|%20CASA.COM.BR%20(abril.com.br))

