

## ANÁLISE ECONÔMICA E AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE TELHADO VERDE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Bruna Batista Victório<sup>1</sup>  
Rosani Franco da Faria Novaes<sup>2</sup>  
Maria Emília da Silva Oliveira<sup>3</sup>  
Jorge Luiz da Paixão Filho<sup>4</sup>

### Recursos hídricos e Qualidade de Água

#### *Resumo*

A construção civil é uma atividade que utiliza muitos recursos naturais, gera inúmeros tipos de resíduos e ocupa grande parcela de solo, portanto deve ser responsável por proteger o meio ambiente com ações que mitigam os danos gerados. Desta forma, o telhado verde surge como uma alternativa sustentável, capaz de cobrir novamente a parcela de terra ocupada com cobertura permeável e capaz de sequestrar carbono. Contudo, o custo dessa tecnologia pode inviabilizar uso em larga escala, portanto o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo econômico e ambiental dos benefícios desta tecnologia em comparação com uma laje convencional nos impactos da drenagem das águas superficiais. O modelo do estudo foi uma casa em condomínio de alto padrão na cidade de Campinas. Os resultados mostram que o telhado verde irá aumentar o custo em 33% em relação a laje convencional ou aproximadamente R\$330/m<sup>2</sup> de telhado. Conseqüentemente, esse método construtivo dificilmente irá ser instalado em residências populares. A vazão de água no projeto da laje impermeabilizada foi de 0,0061 m<sup>3</sup>/s e com telhado verde de 0,0013m<sup>3</sup>/s, ou seja, o telhado verde minimiza a vazão de drenagem das águas pluviais e pode ser considerado uma estrutura de retenção/retenção. Como proposta complementar para reduzir o custo com o telhado verde, pode-se adotar uma cisterna ou um telhado reservatório, ambas tecnologias contribuem para minimizar os efeitos das chuvas intensas. Com base nesse trabalho, pode-se concluir que o telhado verde do tipo extensivo é uma tecnologia de retenção/detenção das águas pluviais com um custo elevado.

Palavras-chaves: Cobertura; Meio Ambiente; Construção Alternativa; Água; Drenagem.

<sup>1</sup> Aluna do Curso de graduação em Eng. Civil, Universidade Presbiteriana Mackenzie, [brunabvictorio96@gmail.com](mailto:brunabvictorio96@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Me. Universidade Presbiteriana Mackenzie – Centro de Ciência e Tecnologia (CCT) [rosani.novaes@mackenzie.br](mailto:rosani.novaes@mackenzie.br)

<sup>3</sup> Prof. Me. Universidade Presbiteriana Mackenzie – CCT [mariaemiliasilva.araujo@mackenzie.br](mailto:mariaemiliasilva.araujo@mackenzie.br)

<sup>4</sup> Prof. Dr. Universidade Presbiteriana Mackenzie – Centro de Ciência e Tecnologia [jorge.paixao@mackenzie.br](mailto:jorge.paixao@mackenzie.br)

## INTRODUÇÃO

O consumo excessivo de materiais pela sociedade devasta os recursos naturais e pode ocasionar sérias consequências para a população, como o desequilíbrio do clima global, enchentes, poluição, entre outros. Com isso, atualmente, busca-se modos para converter os problemas ambientais que estão surgindo através de construções sustentáveis (HENEINE, 2008). Sistemas construtivos com o intuito de minimizar esses problemas vem sendo desenvolvidos. Como exemplo tem-se o telhado verde - telhado vivo, telhado ecológico, cobertura verde. Alguns países criaram leis de incentivos para sua utilização. No Brasil, ainda há uma deficiência em incentivos fiscais, uma vez que o assunto é pouco discutido e com isso o custo para a implantação do telhado verde acaba sendo, na maioria das vezes, acessível a uma pequena parte da sociedade (PINHEIRO; SANTOS; SOUSA, 2018).

O telhado verde possui algumas vantagens absorção de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) com redução das ilhas de calor, retardando o escoamento pluvial e ajuda a diminuir os picos de alagamentos, além de proporcionar um ambiente agradável com possibilidade de lazer (ARAUJO, 2007). Contudo, a execução do telhado verde sobre laje impermeabilizada, implica em um carregamento extra sobre a estrutura, o que pode exigir um reforço em determinadas condições aumentando o custo do projeto. Além disso, em épocas de estiagem é necessário o uso de água para irrigação e manutenções periódicas.

Segundo Corrent; Lehmann (2017) o telhado é composto por seis camadas sobrepostas com o intuito de assegurar um correto isolamento da cobertura, tanto para a integridade da laje a qual se executa o telhado verde, quanto para a vida do reino vegetal. Segundo Heneine (2008) as camadas constituintes do telhado verde são: impermeabilização; isolamento; drenagem; filtragem; substrato e vegetação. Através das camadas necessárias para a execução do telhado verde, dividi-se as coberturas verdes em três tipos: extensiva, semi-intensiva e intensiva, as quais oferecem benefícios semelhantes, o que as diferem são os custos, manutenções, plantas, espessura do substrato e a estrutura que recebera a sobrecarga do telhado (CORRENT; LEHMANN, 2017). Desta forma, o objetivo do presente trabalho será analisar o custo da implantação de uma laje impermeabilizada convencional com um telhado verde e propor novas soluções para conter a drenagem pluvial.

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi estudado uma residência localizada em condomínio de alto padrão na cidade de Campinas – SP. O lote tem uma área de 1.312,67 m<sup>2</sup>. A residência tem três pavimentos: subsolo, térreo e superior. O subsolo está a garagem, academia, sauna, quarto de serviço, e dois banheiros, com total de 262,53 m<sup>2</sup>. No pavimento térreo encontrará um lavabo, living, sala de estar, sala de jantar, cozinha, lavanderia, despensa, copa e espaço gourmet, no total, o térreo terá 383,60 m<sup>2</sup>. Por fim, o pavimento superior tem três suítes, rouparia, closet e uma suíte master, tendo 245,69 m<sup>2</sup>, totalizando 891,82 m<sup>2</sup> de área construída mais 54,18 m<sup>2</sup> de piscina, totalizando 946 m<sup>2</sup>. Para o orçamento da laje de concreto impermeabilizada foi preciso levar em consideração os seguintes materiais: cimbramento, forma perimetral, concreto; impermeabilização; proteção mecânica; acabamento; rufos e calhas; telhado. Para a análise hidrológica foi utilizada o software Plúvio 2.0 junto com a fórmula do método racional. O software Plúvio permite a determinação dos parâmetros da equação de chuvas para muitas localidades brasileiras.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi adotado que o telhado verde seria do tipo extensivo, pelo baixo custo e pouca manutenção com peso variando entre 60 – 150 kg/m<sup>2</sup>. Considerando a pior hipótese, a carga do telhado verde aplicada sobre a laje seria de 1,50 kN/m<sup>2</sup> podendo ser desprezada, assim como a carga acidental do vento, pois, é uma carga que não irá causar influência na estrutura, assim como o momento da laje. Portanto não será necessário reforço estrutural e o custo é basicamente o mesmo da laje impermeabilizada. A diferença entre as estruturas é a manta impermeabilizante, pois quando não se tem o telhado verde pode ser usado para a impermeabilização a manta asfáltica elastomérica em poliéster, mas para a impermeabilização do telhado verde, precisa ser utilizada a manta termoplástica em PEAD lisa, sendo essa última mais cara. Além disso, para avaliar o custo do telhado verde é preciso do preço da camada filtrante, drenante, substratos e vegetação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do telhado verde terá um custo a mais que a laje impermeabilizada de R\$ 51.062,72. A diferença é de R\$330,00 por m<sup>2</sup> quando comparado com a execução de uma laje impermeabilizada. Além disso, é preciso verificar o custo da manutenção do telhado verde como sistema de irrigação para a época seca e podas.

O telhado verde pode ser considerado uma estrutura hidráulica de retenção/detenção das águas pluviais pois reduz a vazão lançada na rede de drenagem. Nesse estudo, a laje impermeabilizada gerou uma vazão de 0,0061 m<sup>3</sup>/s e para a laje com telhado verde foi de 0,0013m<sup>3</sup>/s. A implantação do telhado verde em larga escala em grandes centros urbanos irá reduzir as áreas de inundações. Porém a implantação do telhado verde requer um alto custo inicial para a execução, fazendo com que não seja uma opção, na maioria das vezes. Como uma alternativa viável e de baixo custo ao método do telhado verde pode-se citar o uso de uma cisterna para a retenção/detenção das águas pluviais.

O uso de um sistema para reter a água escoada tem como vantagem a fácil instalação em residência, não precisando passar por período de obra para a execução. A sua estruturação acontece através do próprio caimento do telhado e com o auxílio de calhas, direciona a água escoada para o local de armazenamento. Considerando uma chuva de 1 hora com intensidade de 150,13 mm/hora, a cisterna conseguiria reservar aproximadamente 367 litros de água, que além de ajudar no escoamento superficial, tem como benefícios a reutilização da água escoada. O Brasil é um país endêmico para dengue, portanto o uso da cisterna deve ser orientado para evitar água parada e assim diminuir a propagação dos vetores.

O telhado verde nas configurações estudadas nesse trabalho apresentou um custo elevado. No entanto, no município de Campinas-SP está em discussão um projeto de lei para fornecedor descontos de 1% até 5% para algumas medidas ambientais adotada, incluindo o telhado verde (GUGLIELMINETTI, 2018). Essa proposta de IPTU verde é uma realidade em outros municípios e poderá ser amplamente expandida para todo Brasil.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é de extrema importância para o desenvolvimento urbano com grande influência nos impactos ambientais. O telhado verde tem como função principal de reduzir os impactos ambientais, dado que, recupera espaços naturais que foram destruídos para a urbanização e reduz a água enviada para a drenagem pluvial. Analisando os aspectos econômicos, o telhado verde necessita de um alto investimento inicial, que quando comparado a outros tipos de telhado, acarreta um custo mais alto. O valor inicial pode ser justificado com as vantagens que o telhado proporciona, como controle térmico, controle de poluição, revitalização do ambiente e bem-estar da sociedade. Porém, mesmo com esses benefícios o telhado verde acaba ficando restrita a pequena parcela da sociedade.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. 2007. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.
- CORRENT, Luan; LEHMANN, Priscila. **Telhado Verde: da Babilônia aos dias atuais**. Revista Científica Semana Acadêmica, Fortaleza, v. 01, v. 107, p 22-42, abr. 2017. Disponível em <<https://semanaacademica.org.br/artigo/telhado-verde-da-babilonia-aos-dias-atuais>>. Acesso 16 abr. 2019.
- GUGLIELMINETTI, Rose. Projeto cria o IPTU Verde e dá descontos de até 5% no imposto. Disponível em <<https://blogdarose.band.uol.com.br/projeto-cria-o-iptu-verde-e-da-desconto-de-ate-5-no-imposto/>>. Acesso 10 de nov. 2019.
- HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza, **Cobertura verde**. 2008. **Monografia** (Especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Maria%20Cristina%20Almeida.pdf>>. Acesso 8 mar 2019.
- PINHEIRO, César di Paula da Silva; SANTOS, Joyse Tatiane Souza dos; SOUSA, Adriano Marlisom Leão de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano e na gestão dos recursos hídricos**. Interespaço, Grajaú, v. 4, n. 15, 376-390, set. 2018.