

ANÁLISE TÉRMICA DE CONTAINERS COM TELHADO VERDE

Bianca Botelho de Freitas¹, Cléo de Araújo Moura², Ailton Pinto Alves Filho³, Cyro Albuquerque Neto⁴

¹ Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI

^{2,4} Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI

³ Departamento de Ciências Sociais e Jurídicas, Centro Universitário FEI

botelhofreitas@gmail.com, cyroalb@gmail.com

Resumo: O vigente trabalho busca analisar experimentalmente a eficiência térmica de telhados verdes dispostos sob a superfície de containers. Para tanto, estão sendo construídos telhados verdes em protótipos de containers com diferentes espessuras de substratos. Os telhados serão instrumentados e os resultados usados para análise do desempenho térmico.

1. Introdução

Inicialmente, os containers marítimos eram estruturas metálicas que tinham somente a função de transportar cargas. Por norma, tais estruturas só podem ser utilizadas durante 20 anos, portanto, ao ultrapassar essa idade, os containers são abandonados.

O grande acúmulo de containers causou desconforto em arquitetos da década de 90, que tiveram a ideia de transformá-los em construções habitacionais [1]. Em contrapartida, seria inviável viver em um container dado suas configurações iniciais, por isso, deve-se fazer uma reforma que melhore principalmente propriedades térmicas e acústicas do mesmo.

Telhados ou Coberturas Verdes são estruturas aplicadas desde o mundo antigo, como por exemplo nos grandes Jardins da Babilônia [2]. A ideia consiste em utilizar uma composição de camadas vegetativas que conferem maior isolamento térmico e acústico aos ambientes.

Juntando essas duas práticas sustentáveis, ou seja, a reutilização de containers abandonados e a aplicação de coberturas verdes como forma de arrefecimento, formase a base desse estudo. O principal objetivo do presente trabalho é estudar como diferentes quantidades de substrato influenciam o desempenho térmico da cobertura verde.

2. Metodologia

Para analisar o comportamento das coberturas verdes exercendo a função de isolante térmico, deve-se selecionar as variáveis relevantes que podem alterar os valores obtidos dos coeficientes representativos.

O tipo de vegetação, por exemplo, pode ser um fator que altera os resultados. Isso ocorre por questões biológicas, pois cada planta possui um desempenho celular diferente que está relacionado com sua capacidade de evapotranspiração, e tal atributo afeta os resultados de fluxo de calor.

As alterações dos fluxos de calor dependem do coeficiente de condução de calor (k) que diz respeito ao material que será utilizado, a espessura das camadas que o calor deve atravessar (L) e do coeficiente de convecção (h) que dependerá da velocidade do vento, por exemplo.

Para garantir que não haja alteração do fluxo de calor devido a variáveis diferentes das descritas previamente, será padronizado a configuração de todos os telhados verdes.

Os módulos experimentais são quatro containers em escala reduzida (figura 1) e cada um deles testará uma espessura de camada de substrato, variando linearmente entre 4 até 16cm. Conta-se ainda com um container extra que não receberá isolamento algum, servindo de controle comparativo, da mesma forma que Jim e Peng fizeram em seus estudos [3].



Figura 1- Módulo Experimental.

De modo geral, os estudos que envolvem telhados verdes apresentam a mesma disposição de camadas (figura 2), e esses estudos serviram de base para o desenvolvimento do presente projeto [4-6].



Figura 2- Esquema básico de cobertura verde [7].

A face superior do container faz o papel da laje de estruturas convencionais. Sob essa face, foi colocado uma lona impermeabilizante de polietileno, que evitará que ocorra oxidação do metal.

Na camada drenante, foi utilizada argila expandida, material que permite drenagem rápida e uniforme além de ser barato e leve. Acima dessa camada, será colocada uma manta geotêxtil que impede que o substrato invada a camada de argila, possivelmente prejudicando o escoamento da água e, portanto, sendo necessárias manutenções no telhado com maior frequência.

A terra vegetal é o material que compõe a camada do substrato, sendo essa a parte mais importante desse estudo, já que, pelo princípio de transferência de calor por condução, quanto mais espessa a camada de terra, menos calor conseguirá atravessá-la:

$$q = k A \frac{\Delta T}{L} \quad (1)$$

Por fim, será colocada a camada de vegetação, que deve ser de fácil manutenção e resistente ao sol, chuva e vento. Para esse estudo será utilizada grama comum.

As medições de temperatura serão coletadas por termistores dispostos em todas as camadas do telhado verde e ainda no interior e exterior do container. Os termistores serão ligados a um multiplexador e uma placa de Arduino que vão armazenar os dados que serão analisados posteriormente. Serão 15 termistores dispostos entre as camadas do telhado, interior do container que medirão a temperatura do bulbo seco e outros 6 para temperatura do bulbo úmido.

3. Resultados

A execução foi iniciada com o isolamento interno do container com placas de isopor que estão presentes em todas as faces com exceção do telhado. Essas placas foram colocadas para barrar a maior parte possível de calor provindo de superfícies diferentes do teto, pois é o telhado o objeto de estudo.

Todos os módulos experimentares foram alinhados e propensos a uma mesma inclinação na direção oeste, para que haja insolação uniforme e para que a água excedente das argilas saturadas possa escoar para fora do telhado.

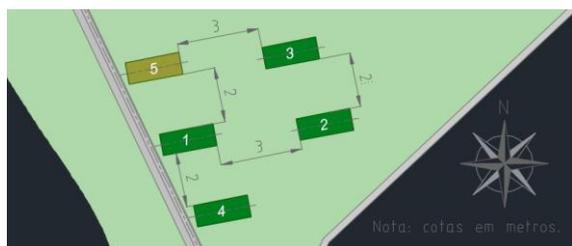


Figura 3- Alinhamentos dos containers.

Todos os containers já receberam a camada impermeabilizante e de drenagem. A partir desse ponto, as próximas camadas devem ser dispostas juntamente com os termistores já calibrados e ligados ao sistema de aquisição.

Terminada a montagem, os resultados e discussão serão obtidos a partir da comparação dos desempenhos térmicos de cada telhado verde. Será determinado valores como fluxo de calor e resistência térmica que serão estimadas a partir dos conceitos de balanço de energia e fenômeno de transportes e sabendo que todos os

experimentos contam com incertezas, as recomendações do INMETRO [8] serão consideradas.

Outros valores como velocidade do vento, intensidade da radiação solar, umidade entre outros, serão coletados pela CETESB que possui uma estação meteorológica no centro de São Bernardo.

4. Conclusões

Até o momento, os containers foram adaptados e preparados com a base da cobertura verde, e a instrumentação está sendo preparada. Logo os testes experimentais serão realizados, e os resultados permitirão analisar o efeito da variação da quantidade de substrato no desempenho, com a determinação dos principais parâmetros que influenciam a transferência de calor.

5. Referências

- [1] AGUIRRE, L. D. M., OLIVEIRA, J., & CORREA, C. B. (2008). Habitando o container Living Inside the Container. In *NUTAU - 7º Seminário Internacional Espaço Sustentável* (p. 8). São Paulo, SP.
- [2] ROCHA, S. & SCARDIA, F (2016). Telhados verdes: da pré-história ao velho.
- [3] JIM, C. Y.; PENG, L. L. Weather effect on thermal and energy performance of an extensive tropical green roof. *Urban Forestry and Urban Greening*, v. 11, p. 73-85, 2012.
- [4] VIJAYARAGHAVAN, K. Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 57, p. 740752, 2016.
- [5] BERARDI, U.; GHAFARIANHOSEINI, A.; GHAFARIANHOSEINI, A. State-of-the-art analysis of the environmental benefits of green roofs. *Applied Energy*, v. 115, p. 411428, 2014.
- [6] SAADATIAN, O. et al. A review of energy aspects of green roofs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 23, p. 155168, 2013.
- [7] Savi, Adriane Cordoni. Telhados verdes: uma análise da influência das espécies vegetais no seu desempenho na cidade de Curitiba. Curitiba, 2015.
- [8] INMETRO. Guia para a expressão de incerteza de medição. Rio de Janeiro, 2008.

¹ Aluna de IC do Centro Universitário, PBIC 006-18. Projeto com vigência de 02/18 a 01/19.