

# DESEMPENHO TÉRMICO DE TELHADOS VERDES: ANÁLISE NUMÉRICA DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES

Lucas Gomes da Silva<sup>1</sup>, Cyro Albuquerque Neto<sup>2</sup>,  
<sup>1,2</sup> Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI  
lucasgomes\_99@yahoo.com ; cyroan@fei.edu.br

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo estudar a transferência de calor que ocorre nas camadas de um telhado verde, verificando as possíveis alterações de performance com a variação de certos parâmetros. Será realizada uma análise por métodos numéricos, se utilizando do software Ansys Fluent. Pretende-se determinar os fatores que mais influenciam no conforto térmico de um ambiente tendo como variáveis as diferentes configurações de camadas do telhado verde, variando principalmente os materiais utilizados, havendo uma preferência por materiais ecologicamente corretos ou recicláveis e também com uma proposta de sistema de controle para melhoria da performance.

## 1. Introdução

A utilização de meios ecológicos para o conforto térmico de prédios, casas e habitações diversas tem os telhados verdes como ferramenta amplamente escolhida devido ao fato de possibilitar diferentes benefícios. Os telhados verdes, ou tetos verdes, são vegetações instaladas no teto de edificações, o que faz com que em dias muito quentes o ambiente interno não atinja temperaturas tão altas, e em dias frios a temperatura fique amena [1, 3, 4]. Além disso, dentre outros benefícios da utilização deste componente, há a possibilidade de acúmulo de água da chuva (o que reduz enchentes nas cidades), a redução do efeito das ilhas de calor na região e a redução da poluição sonora e do ar [1, 5].

As camadas de um telhado verde podem variar em alguns materiais, mas se constituem primariamente de vegetação, substrato, manta geotêxtil, camada de drenagem (utilizando, por exemplo, argila expandida), manta de polietileno e o teto da construção em si [3, 4].



Figura 1 – Telhado verde em edificação [1]

Por ser um método passivo de conforto térmico, a utilização de telhados verdes é muito viável nas cidades e no campo, visto que permite que haja uma redução no consumo da energia elétrica que seria utilizada em aparelhos como ar-condicionado ou aquecedores [4]. Uma opção de utilização é em habitações ecológicas produzidas a partir de contêineres [6]. O calor da radiação

solar é mitigado pela ação do telhado verde por meio de mecanismos como a evapotranspiração da água presente na terra e nas folhas, a reflexão da luz solar também pelas folhas e a fotossíntese [4, 5, 6]. Ou seja, o calor que, em uma habitação comum seria absorvido pelo teto, com a utilização de telhados verdes é utilizado em uma série de mecanismos da vegetação e substrato.

Este projeto de iniciação científica tem como objetivo analisar a influência dos parâmetros e variáveis das camadas do telhado verde, com esta verificação sendo feita a partir de simulações por métodos numéricos e utilizando o software comercial Ansys Fluent [2]. Os fatores de maior influência serão discutidos e será apresentada uma proposta de controle, para que o telhado verde tenha sua função sendo praticada de uma forma menos passiva. Vale ressaltar que a presente pesquisa utiliza como fonte primária os dados da dissertação de mestrado em engenharia mecânica de Cléo Araújo Moura [6], conforme indicado nas referências bibliográficas. A premissa é a utilização destes dados (que foram colhidos experimentalmente) para validação do modelo numérico.

## 2. Metodologia

Com base na pesquisa ‘Análise térmica de coberturas verdes aplicadas em contêineres’ foi utilizado o software Siemens NX para o desenho dos componentes do contêiner e do telhado verde. Conforme mostrado na figura 2, foram desenhados todos os detalhes da estrutura do experimento, além dos elementos da camada do telhado verde.

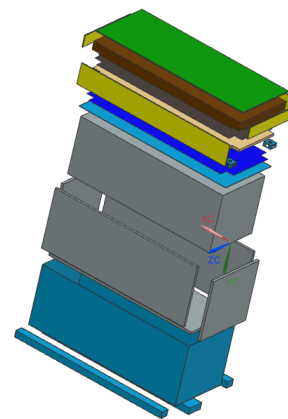


Figura 2 – Vista explodida do desenho utilizado nas simulações

As partes foram desenhadas e houve a montagem, com posterior exportação para o formato de arquivo utilizado no Ansys Fluent (arquivo .stp). A escolha do Ansys Fluent se deve à sua robustez na análise de

problemas de transferência de calor e sua ampla aceitação na comunidade científica. Neste software, o arquivo foi carregado e foi realizada a discretização dos componentes, para que seja utilizado um método de volumes finitos, que é um método muito utilizado na engenharia onde há a divisão de um volume maior em diversos volumes menores, e as leis da física são aplicadas, neste caso as leis e equações de transferência de calor, havendo uma iteração e apresentação dos resultados de maneira numérica e/ou gráfica [2, 3]. A malha utilizada primeiramente foi de 15 mm, o que posteriormente será calibrado para que se resulte em uma simulação mais próxima da realidade.

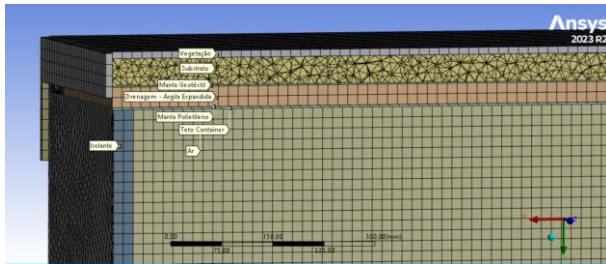


Figura 3 – camadas do telhado verde em ambiente Ansys Fluent

### 3. Simulações

O presente projeto está em fase de simulações e os parâmetros que serão variados para a comparação dos resultados serão os componentes da camada do telhado verde, como a manta geotêxtil, por exemplo. O objetivo será de verificar uma alternativa de menor custo e reciclável para este. Haverá uma utilização também do software Granta Edupack, para que haja uma seleção de materiais.

Um fator que será analisado nas simulações é a adição de alguma condição ou elemento que contribua para a performance do telhado verde. Por exemplo, se em um dia na qual a temperatura ambiente esteja mais elevada, a utilização de um material isolante retrátil beneficia o conforto térmico do interior da edificação, o que vai se dar com a aplicação de um sistema de controle [7]. Os resultados obtidos serão comparados por meio de métodos estatísticos e o critério de escolha dos materiais vai priorizar a utilização de materiais recicláveis.

### 4. Sistema de Controle

Uma das propostas deste projeto é a de tornar o telhado verde um pouco menos passivo e mais ativo na influência da temperatura da casa onde está instalado. Os telhados comumente instalados e utilizados não possuem sistemas digitais que auxiliam ou aprimoram o seu funcionamento; ficando os benefícios térmicos de sua utilização apenas restritos aos fenômenos naturais de transferência de calor e/ou termodinâmica [1].

A principal ideia a ser explorada será a de adição de um item na instalação, seja este internamente na edificação ou externamente no telhado verde em si. Esta melhoria ocorreria com a instalação de sensores de umidade da terra e de temperatura interna e externa do

ambiente, que interagiria com um sistema como Arduino [7] e, a depender das condições, ocorreria a ação do componente da melhoria. Será utilizado como simulação deste sistema o meio computacional do Tinkercad, com uma construção digital de um protótipo em pequena escala. A implementação do sistema será feita a partir do código Arduino e os itens físicos que demandarão construção irão ter o detalhamento por meio de desenhos no software Siemens NX.

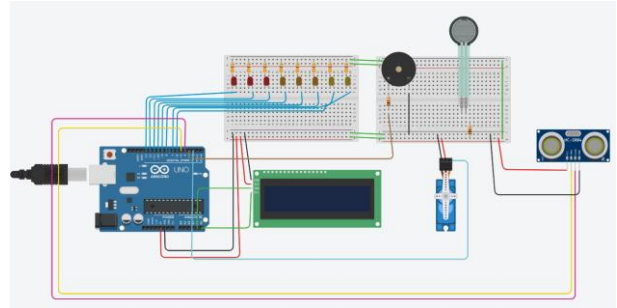


Figura 4 – Montagem de sistema de controle por meio de ambiente virtual Tinkercad

### 5. Conclusões

Como a importante etapa de simulações ainda não foi finalizada, os resultados ainda não foram coletados e analisados. As próximas etapas tornarão possível as propostas de melhoria e os resultados esperados são de que os materiais sugeridos de melhoria permitam que os telhados verdes tenham uma performance aprimorada; e que o sistema de controle permita que uma tecnologia embarcada seja utilizada em tetos verdes.

### 6. Referências

- [1] MINKE, G. Techos Verdes - Planificación, ejecución, consejos prácticos. 1. ed. Montevideo: Editora Fin de Siglo, 2004.
- [2] BHASKARAN, L.; COLLINS, L. Introduction to CFD Basics. Cornell University-Sibley School of Mechanical Engineering and Aerospace Engineering, p. 1-21, 2002.
- [3] PRAGATI, S.; SHANTHI PRIYA, R.; PRADEEPA C.; SENTHIL, R. Simulation of the energy performance of a building with green roofs and green walls in a tropical climate. Sustainability 2023, 15, 2006.
- [4] NETAM, N.; SANYAL, S.; BHOWMICK, S. Assessing the impact of passive cooling on thermal comfort in LIG house using CFD. Journal of Thermal Engineering, v. 5, 2019.
- [5] AHASAN, T.; AHMED, S. F.; RASUL, M. G.; KHAN, M. M. K.; AZAD, A. K. Performance Evaluation of Hybrid Green Roof System in a Subtropical Climate Using Fluent. Journal of Power and Energy Engineering, p. 113-119, 2014.
- [6] Moura, Cléo de Araújo. Análise térmica de coberturas verdes aplicadas em contêineres / Cléo de Araújo Moura. São Bernardo do Campo, 2019.
- [7] BARIK, Lalbihari. IoT based temperature and humidity controlling using Arduino and Raspberry Pi. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, v. 10, n. 9, 2019.