

## **TELHADO VERDE: DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO UTILIZANDO A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS**

### **GREEN ROOF: DEVELOPING A PROTOTYPE USING PROJECT BASED LEARNING**

**Beatriz Rodrigues<sup>1</sup>; Ellen Lira de Souza<sup>1</sup>; Maiara Carvalho da Silva<sup>1</sup>; Francine de Mendonça Fábrega<sup>1</sup>; Fernanda Nabão<sup>1</sup>; Karen Christina de Freitas<sup>1</sup>; Gustavo Queiroz Gomes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro Universitário Max Planck. Indaiatuba, SP.

#### **RESUMO:**

A metodologia da aprendizagem baseada em projetos propõe uma aprendizagem com base em um trabalho de longa duração que se inicia através de uma pergunta motivadora, a partir desse momento, os estudantes realizam uma pesquisa sobre o assunto, elaboram hipóteses, desenvolvem metodologias e as aplicam na prática até encontrarem uma solução, ou seja, um produto final. Como motivação para iniciar esse trabalho foi proposta uma introdução ao conceito de construções sustentáveis, onde foi escolhido como tema a verificação da eficácia de um telhado verde. A utilização de um telhado verde apresenta benefícios como: eficiência energética, redução de ilha de calor, estética urbana, filtragem de água, qualidade do ar, aumento de área útil e valorização do imóvel. Durante o projeto um protótipo camada a camada foi construído, foram realizadas medições de temperaturas em residências distintas e analisou-se os dados coletados perante a economia de energia, custo-benefício e o conforto térmico. Observou-se uma redução de 8 °C com o uso do telhado verde em um dado período do dia no qual a medição foi ocorrida, beneficiando assim a atenuação dos custos com energia elétrica.

**Palavras chave:** Telhado Verde; Conforto Térmico; Projeto; Temperatura; Eficácia.

#### **ABSTRACT:**

The Project based learning methodology proposes learning based on long-term work that begins with a motivating question. From that moment on, students carry out research on the subject, develop hypotheses, develop methodologies and apply them in practice until they find a solution, that is, a final product. As a motivation to start this work, an introduction to the concept of sustainable buildings was proposed, where the verification of the effectiveness of a green roof was chosen as the theme. The use of a green roof has

benefits such as: energy efficiency, reduction of heat island, urban aesthetics, water filtration, air quality, increase of useful area and property valuation. During the project, a layer-by-layer prototype was built, temperature measurements were carried out in different homes and the data collected was analyzed in terms of energy savings, cost-effectiveness and thermal comfort. A reduction of 8 °C was observed with the use of the green roof in a given period of the day in which the measurement was carried out, thus benefiting the mitigation of electricity costs.

Keywords: Green Roof; Thermal Comfort; Project; Temperature; Efficiency.

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional acelerado das últimas décadas tem diminuído significativamente as áreas verdes. E os sistemas de drenagem, em muitos lugares, são inexistentes ou deficientes gerando problemas relacionados ao clima como transbordamentos, e não renovam as águas subterrâneas da forma como deveriam.

Em regiões com temperaturas mais elevadas há um uso frequente de aparelhos resfriadores, gerando elevado consumo de energia elétrica, acarretando não só um custo financeiro para os moradores como prejudicando sua saúde e bem-estar. A ideia de telhado verde surgiu há milhares de anos, mais especificamente no século VI A.C. na Babilônia, sendo difundido no Império Romano posteriormente (SANTOS, 2017).

Com o passar dos anos, as técnicas, juntamente com os materiais, normas e manuais construtivos foram sendo aprimorados, chegando à Alemanha a partir da década de 1960, trazendo benefícios voltados para o contexto ambiental, econômico e social (ALBERTO, 2012). Em Berlim, as casas rurais costumavam ser cobertas por uma camada de terra com a intenção de evitar prejuízos gerados através das constantes incidências de incêndios na região. O governo da Alemanha acabou se interessando pelos benefícios gerados através do telhado verde, se tornando a pioneira em pesquisas relacionadas ao mesmo (SANTOS, 2017).

Já no Brasil, a utilização deste tipo de telhado vem crescendo gradativamente. O primeiro telhado verde brasileiro a ser implantado foi em Pedra Azul no ano de 1998, situado em Domingos Martins, estado do Espírito Santo (LOYOLA, 2011).

A maior difusão do telhado verde no Brasil está concentrada no Rio Grande do Sul, onde há a presença de empresas especializadas nesta técnica. Talvez o facilitador para essa maior disseminação tenha sido o fato de neste estado haver grande presença da cultura alemã e, também pelo telhado ecológico possibilitar uma melhor adaptação da temperatura na residência, considerando que os estados ao sul do país possuem temperaturas mais frias (SANTOS, 2017).

Quanto aos benefícios gerados pela utilização do telhado verde, tem-se: eficiência energética, redução de ilha de calor, estética urbana, filtragem de água, qualidade do ar, aumento de área útil e valorização do imóvel (SANTOS, 2017).

Podendo ser trabalhado como isolante acústico e térmico, o telhado verde contribui também na redução de poluição, ajudando a inserir vegetação nos ambientes urbanos. Além das vantagens ambientais e de conforto, o telhado verde dispõe de custos e pesos inferiores aos métodos utilizados para edificações no Brasil. Essa diminuição de custo pode ser ainda menor se considerarmos o ciclo de vida útil da cobertura. Autores como Vecchia (2005), Beyer (2007) e Mello (2010) confirmaram a eficácia do telhado verde na redução de temperaturas.

Segundo Ferreira (2007), existem três tipos de aplicação e construção de telhado verde, são eles: contínuo, módulos pré-elaborados e aéreos. O projeto aplicado é o contínuo, pois sua estética é bem-proporcionada e mais aparente.

Por fim, este estudo tem como objetivo principal utilizar a metodologia de aprendizagem baseada em projetos para demonstrar as vantagens do uso do telhado verde aplicado ao conforto térmico residencial. Como objetivos específicos, para esse projeto são contemplados:

- A montagem do protótipo camada a camada;
- Medições de temperaturas em residências distintas,
- Análise dos dados coletados perante a economia de energia, custo-benefício e o conforto térmico.

## **2. METODOLOGIA**

O projeto teve início através de uma pergunta motivadora partindo de um desafio apresentado pelo professor de inserir uma introdução sobre construções sustentáveis na

disciplina de projetos de pesquisa. Lançado o desafio os alunos iniciaram a pesquisa sobre o a execução de um telhado verde através de análises, compreensão de artigos científicos, andamentos de obras onde é existente o método do telhado verde, livros, imagens, profissionais peritos no assunto, entre outras fontes de conhecimento. O telhado verde desenvolvido foi elaborado através de pesquisas e elaboração de hipóteses, partindo-se de camadas que asseguram grande parte do isolamento do meio externo à construção que usa esse tipo de método de execução. O processo consiste em:

- Laje: Elemento estrutural de uma construção onde devem ser consideradas as cargas fixas e as cargas acidentais.
- Camada de impermeabilização: protege a laje do contato com a água.
- Camada de drenagem: tem como finalidade destinar uma saída para o excesso de água presente no solo, detendo parcialmente a água da chuva que depois pode ser destinada para o processo de irrigação, o que acaba evitando alagamentos.
- Manta geotêxtil: possui a função de filtrar a água com a finalidade de evitar os possíveis entupimentos dos drenos.
- Solo: fornece água e nutrientes para que as plantas possam crescer da forma correta, principalmente com as alterações climáticas frequentes que algumas regiões sofrem.
- Vegetação: é a parte que absorve parcialmente a água da chuva. O seu tipo deve ser escolhido a partir do tipo de solo definido e seguindo as características da localidade onde o telhado será instalado.

Os materiais utilizados para a execução compõem-se por:

- Gesso cimentício;
- Vedacit;
- Manta asfáltica;
- Manta Geotêxtil;
- Pedra;
- Solo;
- Vegetação.

Os procedimentos do telhado verde apresentado, foram executados conforme a seguir:

1. Teste do gesso cimentício, para certificação de que o mesmo suportaria a umidade dos materiais;

2. Aplicação do vedacit e processo de secagem;
3. Aplicação e aquecimento da manta asfáltica;
4. Adicionar as pedras para o processo de drenagem;
5. Aplicação da manta geotêxtil para barreira contra raízes;
6. Adicionar terra para desenvolvimento da vegetação;
7. Plantar vegetação;
8. Aguar a vegetação.

Figura 1 – Telhado Verde desenvolvido na disciplina projeto de pesquisa.

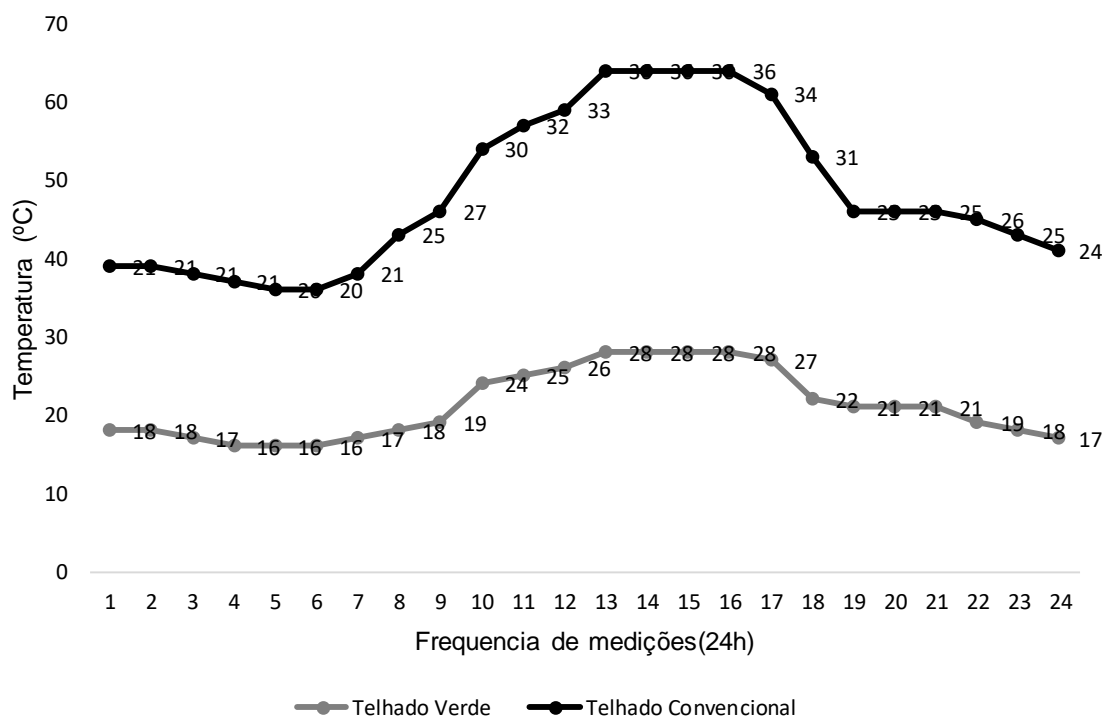


Fonte: os autores.

### 3. DESENVOLVIMENTO

A partir do desenvolvimento do protótipo, aplicou-se as hipóteses comparando a efetividade de uma residência com telhado verde instalado com uma com telhado convencional. Assim sendo, no dia 14 de setembro de 2019, na cidade de Indaiatuba, a partir das 1:00hs até 24:00hs, foram coletadas as temperaturas nas em duas residências onde uma possui telhado verde e outra não. Vale ressaltar que foram escolhidas residências vizinhas. Os resultados podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2 – Comparativo entre residências com telhado verde e convencional.



Fonte: os autores.

Como mostrado no gráfico, ao longo do período de medição, o telhado verde variou entre 17°C e 28°C. O telhado convencional, por sua vez, variou de 21°C para temperatura máxima de 36°C. Uma diferença de 8°C entre as residências no período mais quente do dia.

No âmbito de economia de energia, considerando Indaiatuba como uma cidade com temperaturas elevadas, os moradores que possuem telhado verde em sua residência acabam por não utilizar com tanta frequência ou na mesma proporção aparelhos de ar condicionado, ventiladores, umidificadores ou outros itens que possuem um elevado consumo de energia elétrica se comparado àqueles que possuem telhado de fibrocimento (convencional). Nessa etapa do projeto e com base na metodologia aplicada, foi considerado que o desafio imposto pela pergunta motivado foi cumprido.

Para comprovar os resultados encontrados trazendo uma reflexão sobre o projeto, foram realizados cálculos para avaliar o conforto térmico das residências analisadas, visando a comprovação da eficácia do método e apresenta grandes vantagens conforme citados na introdução supracitada.

Para a avaliar o conforto térmico das residências foi necessário encontrar a condutividade térmica dos materiais utilizados, que é a capacidade de um material de transferir calor, sendo quanto maior o valor do seu coeficiente, mais rápido o calor se espalha por ele (OPENSTAX, 2012). Um concreto de  $2200\text{kg/m}^3$ , por exemplo, tem o coeficiente de condutividade térmica por volta de  $1,80\text{ W/m.K}$  (SACHT, 2010) enquanto valores medianos para um telhado verde se situam na ordem de  $0,568\text{ W/m.K}$  (PALMEIRA, 2016).

Através dos cálculos, pode-se concluir que a variação do telhado convencional é de 27,13% e que a média de temperatura do método telhado verde contínuo é de 21,70%. Além disso, pode-se observar claramente o percentual de redução de temperatura de  $8\text{ }^\circ\text{C}$  durante o período de um dia, beneficiando assim a atenuação dos custos em um curto período, podendo ele ser medido conforme necessário.

Pode-se constatar também, a viabilidade do telhado verde no dia a dia das pessoas, seja no âmbito de conforto térmico, ou em questões financeiras. Leva-se em conta também a parte arquitetônica ligada ao projeto; a beleza física que envolve o projeto e o bem à natureza, uma vez que a implantação do telhado verde agrega valores de sustentabilidade.

Avaliando o aprendizado, a maior dificuldade ao longo do projeto, foi a carência em encontrar uma residência que possuísse telhado verde para que fossem medidas as temperaturas reais, pois, apesar de ser uma forma sustentável, muitos não conhecem essa técnica ou preferem a forma convencional por achar que a ecológica acarretaria em um custo maior de manutenção. O custo de implantação de um telhado verde é maior do que o telado convencional, porém comparado as vantagens torna-se a melhor opção e promove economia de energia elétrica.

As propriedades acima mencionadas revelam que um telhado composto de concreto eleva a temperatura da edificação, em contrapartida quando a edificação possui o telhado verde, menos calor é transferido para o ambiente abaixo dele, deixando o clima mais agradável.

Apesar de ainda ser pouco utilizado, o telhado verde é apresentado como medida de divulgação das vantagens para os usuários e o meio ambiente também proporciona

vantagens para o microclima da região onde está inserido, a vegetação ajuda na estabilização do clima, trazendo grande benefício para a saúde das pessoas. Segundo Santamouris (2014), alguns estudos já foram realizados e comprovaram que moradores em locais com mais áreas verdes melhoram as chances de ter uma vida saudável. Os telhados verdes também produzem oxigênio e absorvem gás carbônico e partículas nocivas, filtram partículas de sujeira e poeira no ar e protegem contra a luz solar intensa.

#### 4. CONCLUSÃO

O telhado verde é uma alternativa construtiva que alia sustentabilidade, economia e estética em um só elemento, configurando-se como uma resposta eficaz para reduzir os impactos ambientais da construção civil. A escolha por este tipo de estrutura acarreta trazer plantas para cima de lajes ou telhas comuns, reaproveitando espaços antes inexplorados. Ao investir em ecotelhados, aplica-se também na melhoria da qualidade de vida, através da redução das ilhas de calor ao redor da construção e do conforto acústico e térmico (SILVA, 2011).

De acordo com os resultados obtidos neste projeto e ainda levando em consideração as informações de referências fica claro a contribuição do telhado verde para o conforto térmico interno das edificações, no entanto esta técnica é pouco utilizada, sendo então necessário divulgar informações a respeito dos métodos construtivos e vantagens da utilização do telhado verde, para incentivar a utilização.

#### REFERÊNCIAS

- ALBERTO, E. Z. et al. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. 2012
- BEYER, P. O. **Relatório Técnico: Medição do Desempenho Térmico de Eco-telhas. Laboratório de Vapor e Refrigeração**. Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.
- FERREIRA, M. F.; OLIVEIRA, A.J.; LEME, F.B.P. **Teto verde: o uso de coberturas vegetais em edificações**. Rio de Janeiro: Departamento de Artes e Design, 2007.



GENGO, R. C.; HENKES, J. A. **A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação e melhoria ambiental em área urbana.** *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 1, n. 2, p. 55-81, 2012.

KREITH, F.; MANGLIK, R. M.; BOHN, M. S. **Princípios de transferência de calor.** 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014

LIMA, S. M.; GARCEZ, D. S. **Áreas verdes públicas urbanas e sua relação com a melhoria da qualidade de vida: um estudo de caso em um parque ecológico urbano na cidade de Fortaleza (Ceará, Brasil).** *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 43, p. 140-151, 2017.

MELLO, G. B. P., COSTA, M. D. P., ALBERTI, M. S., FILHO, R. D. G. F. **Estudo da Implantação de um Telhado Verde na Faculdade de Engenharia Mecânica.** *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, p. 39-43, Dezembro 2010, Vol. 6, Número 2.

OPENSTAX, College Physics: **Conduction.** OpenStax College Physics. Rice University  
PALMEIRA, A. N. **Balço de energia em telhado verde.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

SANTAMOURIS, M. **Resfriamento das cidades - uma revisão das tecnologias de mitigação de telhados refletivos e verdes para combater ilhas de calor e melhorar o conforto em ambientes urbanos.** *Energia Solar*, v. 103, p. 682-703, 2014

SANTOS, D. J. P. **Desempenho Térmico de uma Cobertura verde Num Edifício Solar Passivo.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2012.

SILVA, N. C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** 60 f. Monografia. 2011. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, ago. 2011.

VECCHIA, F. **Cobertura Verde Leve (CVL): Ensaio Experimental.** In: ENCAC – ELACAC 2005, Maceió.

VIEIRA, T. J.; FLEISCHFRESSER, L.; PRUDENTE, L. A. **Comparação da variação de temperatura interna de um ambiente revestido com telhado verde e um com telhado convencional.** In: Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia Ambiental; Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade; Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental–Centro-Oeste, 2016.