

TELHADO VERDE: UMA IDEIA SUSTENTAVEL¹

Pedro Lúcio Bonifácio²
Ricardo Cintra³

RESUMO: O movimento da sociedade em direção à sustentabilidade impactou significativamente a indústria de coberturas. A intenção do movimento de sustentabilidade é incentivar o uso e o desenvolvimento de opções ecologicamente corretas. Na área de coberturas, isso é conseguido com a instalação de produtos que fornecem serviço de longo prazo com opções de renovabilidade e serviço de baixo custo. À medida que a regulamentação aumenta, os fabricantes estão se voltando mais para produtos com foco “verde”. Esses produtos são duráveis, ecológicos e econômicos. Este artigo analisa as evidências sobre telhados ecológicos e sua importância no contexto sustentável. Enfatiza-se o potencial para melhorar a função do telhado verde ao compreender as interações entre seus elementos do ecossistema, especialmente as relações entre meios de cultivo, biota do solo e vegetação, e as interações entre a estrutura da comunidade e o funcionamento do ecossistema. Pesquisas adicionais sobre a tecnologia de telhados verdes devem avaliar a eficácia dos telhados verdes em comparação com outras tecnologias com fins semelhantes e, em última instância, focar em estimativas de benefícios agregados em escalas de paisagem e em análises de custo-benefício mais holísticas. A metodologia da pesquisa foi realizada por coleta de dados de maquetes experimentais com relação ao tema proposto.

471

Palavras-chave: Coberturas verdes. Sistema construtivo. Sustentabilidade. Meio ambiente.

1. INTRODUÇÃO

Os esforços de construção verde aumentaram substancialmente na última década, à medida que proprietários de edifícios e planejadores comunitários desejam reduzir os custos de energia e compensar os impactos ambientais das práticas de construção. Um dos componentes mais importantes do processo de construção verde envolve a instalação de telhados verdes.

Em geral, os telhados desempenham um papel vital no uso de energia de um edifício, especialmente no que se refere à inclinação. Enquanto os telhados altamente inclinados são capazes de refletir o calor solar de forma mais eficiente, os telhados com inclinação inferior

¹Artigo submetido e apresentado à Libertas – Faculdades Integradas, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, em 01/06/2022.

²Doutor em Química, Pela Libertas Faculdades Integradas.

³Engenheiro Civil, Pela Libertas Faculdades Integradas.

ou planos apresentam um desafio significativo para aumentar a refletância solar para otimizar o desempenho energético.

Embora os telhados verdes sejam uma faceta relativamente nova no processo moderno de construção verde, sua proeminência como técnica de construção foi documentada há muito tempo. Na verdade, durante a maior parte do século 20, os telhados verdes foram considerados uma prática de construção vernacular, imprópria para projetos de construção modernos.

No entanto, à medida que a expansão urbana aumentou em conjunto com o declínio dos espaços verdes urbanos, os telhados verdes começaram a ganhar popularidade, inicialmente na Suíça e na Alemanha. (THOMAZELLI, 2013).

O objetivo deste estudo foi analisar as características de uma edificação com utilização dotelhado verde e outro convencional através de experimentos.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

Quando se trata de telhados verdes, é mais que apenas uma diferença de cor dos telhados tradicionais pretos ou brancos; é um compromisso de pleno direito para fornecer vegetação natural ou adaptável para a estrutura de cobertura de um edifício. Em grandes áreas urbanas, onde a vegetação é escassa (pense na cidade de Nova York), os telhados verdes fornecem os elementos essenciais para os edifícios para aliviar alguns dos impactos ambientais da urbanização (SILVA, 2011).

Alguns dos benefícios mais significativos dos telhados verdes incluem: cargas de resfriamento reduzidas, diminuição do escoamento de águas pluviais, melhor qualidade do ar ambiental, biodiversidade, vida útil estendida do telhado e cargas de resfriamento reduzidas (BRASILEIRO, 2018).

Especialmente em áreas urbanas, onde as diferenças de gradiente entre terrenos não desenvolvidos e desenvolvidos são mais pronunciadas, que ocorre devido à falta de terrenos não urbanizados, os aumentos de temperatura por meio do efeito de ilha de calor, criam demandas de energia significativas para os proprietários de edifícios (BENETTI, 2013).

Dada a demanda por cargas de resfriamento para garantir o conforto dos ocupantes durante os meses mais quentes do ano, o uso de telhados verdes pode reduzir a quantidade de luz solar que é absorvida pelo material da cobertura. Em vez disso, a vegetação atua como um mecanismo de resfriamento natural para o edifício para reduzir a demanda de energia do edifício (SILVA, 2011).

Com a falta de terrenos não urbanizados em áreas altamente urbanizadas, existe o problema significativo que muitos edifícios enfrentam em termos de conter o escoamento de águas pluviais de seu local (BENETTI, 2013).

O escoamento de águas pluviais pode ter um impacto significativo nos ambientes naturais, bem como no transporte de esgoto, dada a presença de poluentes e sólidos em suspensão na água. A vegetação nativa ou adaptável no telhado de um edifício pode melhorar significativamente a quantidade e a qualidade da água da chuva, ao mesmo tempo em que diminui as demandas de paisagismo e as cargas de resfriamento do edifício (RODRIGUES, 2017).

Os telhados verdes também oferecem grandes benefícios ambientais para a qualidade do ar, por meio da capacidade de absorver não apenas gases de efeito estufa, como dióxido de carbono, mas também poluentes e poeira (SILVA, 2011).

A vegetação nativa e adaptativa em telhados de edifícios pode fornecer habitat para plantas deslocadas do processo de urbanização e pode fornecer habitat para animais e insetos que podem manter a vida de telhados verdes.

Finalmente, um telhado verde pode fornecer proteção extra para a estrutura do telhado do edifício, de danos mecânicos à radiação ultravioleta. Esses tipos de telhados são muito mais preferíveis que as estruturas de telhados convencionais, pois são menos prováveis de serem substituídos com frequência (SILVA, 2011).

Com uma extensa estrutura de cobertura verde, menos de 15 centímetros de solo são usados, permitindo uma estrutura de cobertura leve e flexível. Como resultado, um telhado extenso requer menos custo e manutenção, mas resulta em menor densidade da vegetação, pois requer plantas adequadas para solo fino (RODRIGUES, 2017).

Por outro lado, as estruturas de telhados verdes intensivos consistem em mais de seis

polegadas de solo e têm maiores requisitos de peso e manutenção do que telhados verdes extensos. Além disso, a superfície da cobertura também deve ser capaz de suportar uma ampla variedade de materiais vegetais, o que pode adicionar um peso considerável à estrutura.

Embora o uso de um telhado verde extenso ou intensivo dependa das capacidades estruturais e dos requisitos de custo / manutenção, os telhados verdes são componentes importantes do processo de construção verde para vários proprietários de edifícios e

planejadores comunitários (RODRIGUES, 2017).

No entanto, a inclusão de telhados verdes em telhados de edifícios urbanos serve como um símbolo de práticas de construção verde para restaurar a vegetação e reduzir os custos de energia (RODRIGUES, 2017).

As cidades podem ser projetadas para serem conscientes do clima e eficientes em termos de energia para contribuir para a sustentabilidade urbana e abordar as questões da mudança climática global em nível local. Telhados sustentáveis apresentam uma estratégia de projeto viável para melhoria do microclima e energia conservação nas cidades. Estudos de campo e modelagem anteriores em várias zonas climáticas indicam que um telhado sustentável individual pode reduzir a temperatura da superfície do telhado em 15-45 ° C, o ar próximo à superfície temperatura de 2-5 ° C e consumo de energia do edifício em até 80% (RODRIGUES, 2017).

De uma forma extremamente compacta cidade tropical como o Cairo com grande escassez de espaços verdes no nível do solo e, telhado sustentável pode trazer benefícios significativos. Instalação em grande escala de vegetação em os telhados e pódios espacialmente concentrados, formando uma rede verde elevada, poderia compensar para o déficit de áreas verdes, mitigar o clima urbano e melhorar a qualidade de vida. Avaliações anteriores dos efeitos térmicos do telhado sustentável são amplamente restritas a escala individual do edifício (CORSINI, 2011).

As origens dos telhados sustentáveis começaram há milhares de anos. Os telhados sustentáveis mais famosos foram os Jardins Suspensos da Babilônia. Eles foram considerados como uma das Sete Maravilhas do Mundo Antigo foi construída por volta de 500 a.C. Eles foram construídos sobre vigas de pedra em arco e impermeabilizados com camadas de junco e alcatrão espesso. Plantas e árvores foram então plantadas. Em tempos mais recentes, as pessoas usavam grama para cobrir seus telhados com a finalidade de isolamento, mantendo suas casas frescas no verão e quentes no inverno. Os telhados modernos sustentáveis podem ter tido suas "raízes" em tempos antigos, mas os avanços tecnológicos os tornaram muito mais eficientes e caros do que seus equivalentes antigos.

Os telhados verdes modernos são feitos de um sistema de camadas colocadas sobre o telhado para suportar o solo e a vegetação. Este é um fenômeno relativamente novo e foi desenvolvido na Alemanha na década de 1960, e se espalhou para muitos países, desde então (ALBERTO, 2012).

1.2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar os parâmetros de uma edificação com a utilização de telhado verde, foram desenvolvidas duas maquetes contendo as mesmas dimensões para aplicação do telhado verde e a segunda com telha cerâmica, material este, um dos mais utilizados na construção civil.

As maquetes foram construídas utilizando forro de PVC e madeira na estrutura principal e no telhado foi utilizada uma lona, sendo esta um derivado do PVC para vedação da estrutura. Esta lona foi inserida antes da colocação da tubulação, permitindo a medição da água que não será retida no solo ou evaporada. Essa estrutura apresentou dimensões de 1 metro por 1 metro.

Para os ensaios de retenção de água foi utilizado um regador para distribuir a água de forma uniforme sobre telhado verde juntamente com uma proveta para realizar a medição precisa do volume inserido no telhado e a quantidade que não foi absorvida no experimento.

Para aferir a temperatura foi utilizado um termômetro eletrônico. Os materiais descritos anteriormente estão demonstrados na Figura 1.

Figura 1: Materiais Utilizados



Fonte: Próprio autor (2022)

Após a execução da estrutura da maquete e a vedação com a lona de PVC, foi realizada a etapa para formação da vegetação sobre o telhado verde. Para isso, foi adicionada uma camada de terra e adubo com aproximadamente doze centímetros de altura para receber a vegetação, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Maquete com Telhado verde



Fonte: Próprio autor (2022)

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a realização desse experimento foi adotada uma espécie de suculenta juntamente com grama. A escolha da vegetação deu-se pela profundidade de suas raízes que, neste caso são rasas, o que evita venha a danificar o sistema de impermeabilização, prejudicando assim a obtenção de resultados precisos da retenção de água. O período de formação da vegetação na maquete foi de cerca de quatro meses, onde posteriormente foram realizados os ensaios.

476

As maquetes foram posicionadas em uma área próximas uma das outras para que os fatores de insolação e sombreamentos que ocorressem durante o dia, afetassem as duas da mesma maneira, não gerando interferência no ensaio. Para medição da temperatura foram escolhidos três parâmetros, que podem ser vistos na Figura 3, sendo eles:

- ✓ Temperatura ambiente: onde o termômetro digital foi apoiado sobre uma base de papelão recebendo a incidência direta de raios solares, sem a presença de sobras e outros aspectos que poderiam interferir na medição desta.
- ✓ Temperatura utilizando o termômetro dentro da maquete com o telhado cerâmico.
- ✓ Temperatura utilizando o termômetro dentro da maquete com o telhado verde.

Figura 3: Aferição de temperatura nas maquetes



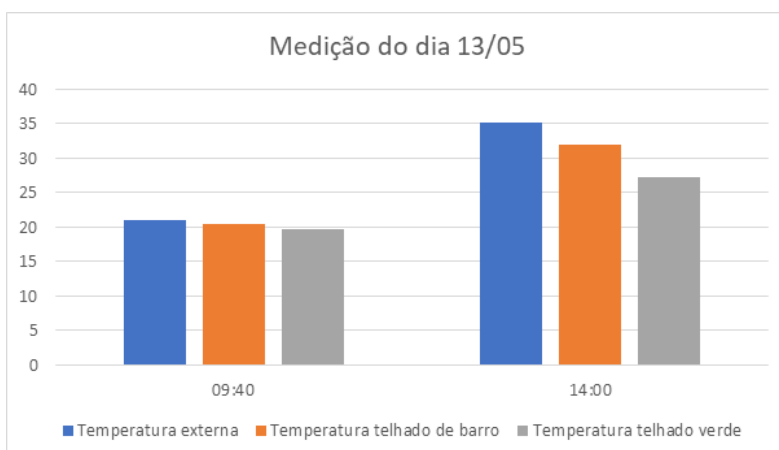
Fonte: Próprio autor (2022)

A aferição da temperatura foi executada no dia 13 de maio de 2022, utilizando-se de 10 minutos cronometrado para obter os resultados, sendo dividida em dois períodos do dia, sendo primeiro no período da manhã e o segundo no período da tarde.

No primeiro horário, onde a incidência solar é menor, foi possível verificar que não houve uma variação térmica muito grande da temperatura externa com relação às temperaturas das maquetes. Apesar de insignificante, pode-se observar que houve uma redução interna na maquete com telhado verde de $0,9^{\circ}\text{C}$.

Já no segundo horário de medição, onde a incidência solar é maior, houve uma diferença significativa da temperatura externa com relação maquete com o telhado verde, apresentando uma redução de $7,75^{\circ}\text{C}$ no seu interior se comparado com a temperatura do ambiente externo e uma redução de $4,7^{\circ}\text{C}$ se comparado ao telhado cerâmico, como pode ser visualizado nos gráficos apresentados na Figura 4.

Figura 4: Gráfico referente à medição do dia 13 de maio de 2022



Fonte: Próprio autor (2022).

Para o ensaio de absorção de água, conforme demonstrado na Figura 5, foi utilizada a proveta graduada para medição de três litros de água, onde o mesmo foi inserido dentro do regador e despejado lentamente, proporcionalmente, em todo telhado verde para que não ocorresse acúmulo de água em um único ponto de telhado.

Figura 5: Ensaio de Absorção de água



Fonte: Próprio autor (2022)

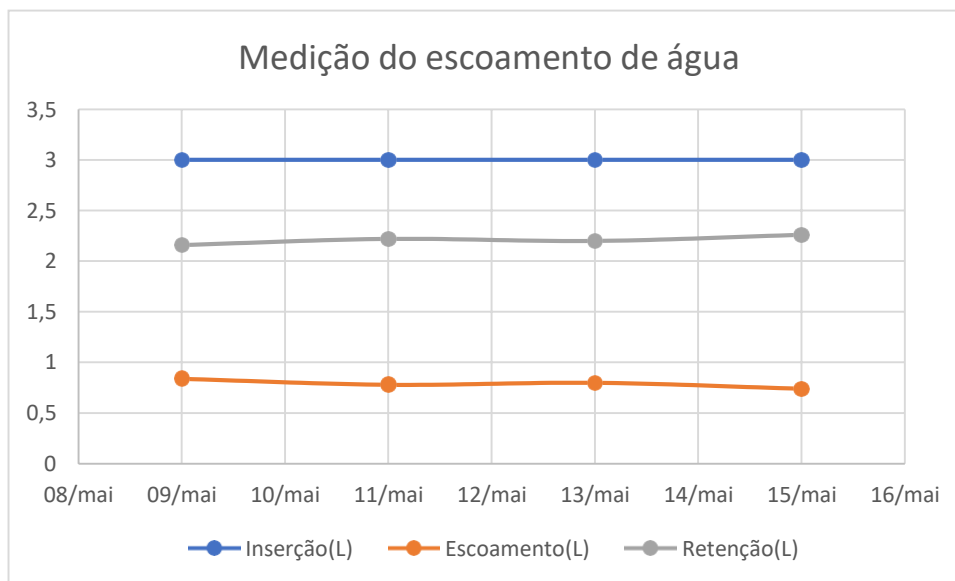
Na Figura 6 pode-se observar a saída do excesso de água do telhado verde, sendo esta direcionada para dentro de um recipiente plástico que, após o término do escoamento, foi despejado dentro da proveta volumétrica para obter o volume de água que retido e evaporado no telhado verde. Um fato que pode ser observado durante o experimento é a coloração da água, onde a mesma escoou sem a presença de partículas sólidas visíveis a olho nú.

Figura 6: Ensaio de Medição de Escoamento



Fonte: Próprio autor (2022)

Figura 7: Gráfico com medição de escoamento de água.



Fonte: Próprio autor (2022)

Neste gráfico foi possível observar que houve variação nas condições de escoamento e retenção do volume de água inserido no telhado verde. Tal fato, deu-se devido a evapotranspiração da vegetação e o consumo desta no processo de fotossíntese.

CONCLUSÃO

479

Nesse trabalho foi possível concluir que quando as temperaturas estão acima de 30°C, o telhado verde pode reduzir a temperatura interna em torno de 8°C em comparação com a temperatura externa. Já no telhado cerâmico em relação ao ambiente externo houve uma redução de 5°C. Porém em temperaturas abaixo de 20°C a diferença de temperatura fica em torno de 1°C para os dois materiais estudados,

Com isso, pode-se afirmar que o telhado verde, em temperaturas baixas não gera benefícios de refrigerações do ambiente, já em altas temperaturas esse fator é indiscutível, havendo uma redução na temperatura da edificação e, por consequência, reduzindo a temperatura e garantindo o conforto aos moradores durante as épocas mais quentes.

Além da temperatura, foi possível verificar a retenção de água onde, um pequeno espaço de telhado verde, foi capaz de reter em média de 2,3 litros de água, além da filtragem desta água que pode vir a purificá-la, auxiliando com o escoamento das águas pluviais e assim evitando enchentes e melhorando a umidade do ar com o seu processo de evaporação.

Com a finalização desse trabalho, podemos concluir que dois fatores importantes podem ser verificados e quantificados ao longo de uma rota experimental, sendo eles a

temperatura e a retenção de água. Portanto, esse estudo pode servir de modelo a ser feito e modificado para experimentos futuros com outras variáveis ou outros ambientes.

REFERÊNCIAS

ALBERTO, Eduardo Zarzur. **Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis**. 2012. Disponível em: <<http://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/037.pdf>>. Acesso em: 08 maio de 2021.

BENETTI PAISAGISMO. **Telhado Verde**. Disponível em: <<http://www.benettipaisagismo.com.br/telhado-verde/benetti-paisagismo.php>>. Acesso em: 10 maio de 2021.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. *Cerâmica*, [s.l.], v. 61, n. 358, p.178-189, 27 fev. 2018. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>.

CORSINI, Rodnei. **Telhado verde**. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbanar17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-coberturade-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 11 de maio de 2022.

RODRIGUES, Caroline. **Novas construções apostam em telhados verdes**. 2017. Disponível em: <<http://www.segs.com.br/demais/48101-novas-construcoes-apostam-em-telhadosverdes.html>>. Acesso em: 8 de junho de 2021.

SILVA, Neusiane da Costa. "**Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**". 2011. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011

THOMAZELLI, Luciano Matsumiya. **Telhado verde: o telhado ecológico: um modelo prático, sustentável e de baixo custo**. *Telhado Verde, São Paulo*, p. 1-21, 2013.

SOLA-MORALES, Ignasi de. "El valor del tempo en la arquitectura". *Arquitectura Viva*, n. 35. Republicado in *Arquis - Arquitetura e Urbanismo*, n.4, Universidade de Palermo, Buenos Aires, dez.1994, p. 94-96.

WONG, N.H.; Y. CHEN; C. L. ONG; A. SIA. Investigation of thermal benefits of rooftop garden in the tropical environment. *Building and Environment*. v. 38, n. 2,p. 261-270. 2003.