

## **ANÁLISE DA APLICABILIDADE DE TELHADO VERDE NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO COMO REGULADOR TÉRMICO DE AMBIENTES**

Marcos Henrique Gomes Ribeiro <sup>1</sup>; Elizabeth Amaral Pastich Gonçalves <sup>2</sup>

*Laboratório de Engenharia Ambiental, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco<sup>1,2</sup>,  
[mhgribeiro@gmail.com](mailto:mhgribeiro@gmail.com) <sup>1</sup>, [bethpastich@yahoo.com](mailto:bethpastich@yahoo.com) <sup>2</sup>.*

### Introdução

A população do semiárido brasileiro corresponde a aproximadamente 11% da população do país, sendo que quase metade deste quantitativo reside em áreas rurais e subsistem sob grande vulnerabilidade social e econômica. De acordo com dados de estudos da Embrapa Semiárido (CPATSA/Embrapa), 60 dias após o encerramento do período das chuvas, 550 mil dos 2,6 milhões de estabelecimentos rurais da região passam a viver sem qualquer tipo de água para consumo nos seus próprios agro ecossistemas familiares. Considerando um período de 120 dias após o término das chuvas, é possível fazer a projeção que mais de 1 milhão de estabelecimentos fiquem sem qualquer tipo de fonte de água durante o período da seca. Além da escassez hídrica, a população destas localidades ainda tem que conviver com insolação média anual de 2800 h/ano e umidade relativa do ar média em torno de 50%. Temperaturas muito elevadas, em torno de 26°C, juntamente com a pequena variação interanual, inspiram uma situação de maior cuidado no que se refere ao calor.

Segundo Spangenberg (2004), os principais benefícios da vegetação em climas quentes são os de reduzir a radiação solar e de diminuir a temperatura do ar devido ao sombreamento e à evapotranspiração. De fato, as temperaturas baixas são essenciais tanto para melhorar as condições de conforto térmico como também para limitar o uso de energia para resfriamento. De forma geral, os telhados verdes caracterizam-se pela aplicação de vegetação sobre a cobertura de edificações com impermeabilização e drenagem adequadas, agindo, dessa forma, positivamente sobre o conforto ambiental, a qualidade do ar e a sobrecarga no escoamento superficial das águas pluviais que resultam em enchentes (BERTONI & TUCCI, 1993). Assim, os telhados verdes têm se mostrado uma alternativa eficaz com a capacidade de tornar mais amenos os ambientes internos das construções sob as quais estão aplicados, além de proporcionarem outros benefícios como a retenção de grande parte da água da chuva, que, além de representar diminuição da parcela de escoamento superficial, pode, também, ser utilizada para reuso.

(83) 3322.3222

[contato@aguanosemiarido.com.br](mailto:contato@aguanosemiarido.com.br)

[www.aguanosemiarido.com.br](http://www.aguanosemiarido.com.br)



Esta pesquisa tem por objetivo o levantamento de dados comprobatórios que justifiquem a aplicabilidade do uso de telhados verdes no semiárido pernambucano e o desenvolvimento de políticas públicas de incentivo de uso, tendo em vista resultados obtidos em pesquisas realizadas com o tema. Dessa forma, o uso dos telhados verdes na região semiárida se justifica ao ponto que os mesmos constituem um elemento capaz de promover conforto térmico (devido aos extremos climáticos sofridos na região), além de diminuição de escoamento superficial e possibilidade de captação de água pluvial para reuso doméstico por parte da população que enfrenta longos períodos de escassez.

## Metodologia

A metodologia desta pesquisa consistiu na revisão bibliográfica de trabalhos e/ou pesquisas anteriores que discorreram sobre o tema em questão, telhados verdes, e a partir dos dados apresentados, foi realizada a análise dos benefícios trazidos para a população, especialmente sob o ponto de vista de conforto térmico, através do uso desta tecnologia na região semiárida.

## Resultados e Discussão

Os telhados verdes constituem uma tecnologia construtiva que apresenta resultados positivos como elemento de interação entre a construção e o ambiente natural, inserindo-se adequadamente no contexto da arquitetura bioclimática, além de propiciar condições ambientais que contribuem para conforto térmico dos ocupantes, bem como menor consumo energético. As aplicações desta tecnologia estão bastante difundidas em todo o mundo e, desde a década de 70, vem se difundindo de modo acelerado na Alemanha e em outros países da Europa e nos Estados Unidos. Registros anteriores de uso desta técnica foram observados na Babilônia, com os Jardins Suspensos da Babilônia, e na Escandinávia, com um tipo de telhado verde que utilizava turfa como cobertura, sendo conhecido como *sod roof* ou *turf roof*. Atualmente há uma intensa pesquisa acadêmica sobre o assunto apoiada por grandes empresas privadas e estatais e governos de países como Alemanha e Canadá.

Segundo a norma internacional ISO 7730 (ISO,2005), o conforto térmico é a situação em que se observa a sensação de satisfação com o ambiente térmico, sendo que a não satisfação pode ser causada pelo desconforto quente ou frio do corpo. Dessa forma, a sensação de conforto térmico



está intimamente relacionada com o balanço térmico do corpo, que é influenciado por variáveis humanas como o metabolismo e resistência térmica e também por parâmetros ambientais como temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa do ar. O corpo humano possui mecanismos de auto regulação que acontecem através da pele, órgão responsável pelas trocas de calor entre o corpo e o ambiente. Do ponto de vista do processo físico, as trocas térmicas entre o corpo e o ambiente podem ser identificadas como trocas secas e trocas úmidas.

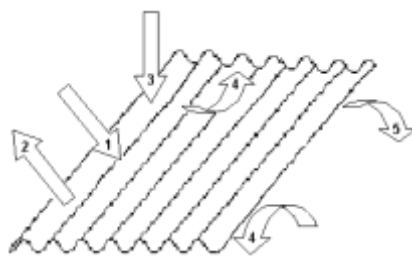
Tabela 1. Processos físicos envolvidos nas trocas de calor.

Tipo de troca térmica	Processo físico associado	Calor relacionado
Troca seca	Condução, Convecção, Radiação	Calor sensível
Troca úmida	Evaporação	Calor latente

Fonte: Autor, 2017.

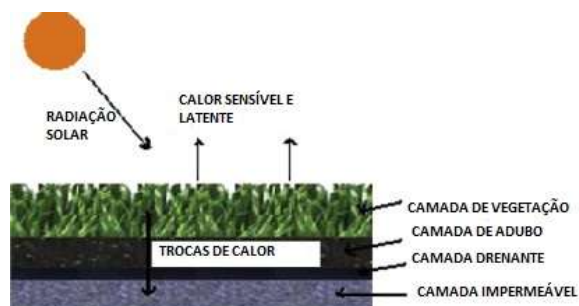
Nas trocas secas o calor perdido para o ambiente é chamado calor sensível pois é causado pela diferença de temperatura entre o corpo e o ambiente. Nas trocas úmidas o calor perdido é chamado calor latente, pois envolve mudança de fase, o suor líquido passa para o estado gasoso através da evaporação. Quando as perdas de calor por convecção e radiação são inferiores às perdas necessárias a termo regulação tem início a transpiração. Na Figura 1 apresentam-se esquemas que ilustram as trocas de calor observadas em um telhado convencional (Figura 1a) e em um telhado verde (Figura 1b).

Figura 1 – Esquema de trocas de calor no telhado.



- 1 – Calor solar incidente
- 2 – Calor refletido e emitido pelo telhado
- 3 – Calor conduzido
- 4 – Calor convectivo
- 5 – Calor irradiado pelo telhado

(a) Telhado convencional.  
Fonte: Araújo (2010)



(b) Telhado verde. Fonte: Ayata, Tabares-Velasco, Srebric (2011).

Como se pode observar na Figura 1, a energia irradiada pelo solo (calor solar incidente) é absorvida pelo telhado que em seguida a distribui por toda a área, uma parte dessa energia é refletida de volta (calor refletido), mas grande parte é dissipada no ambiente interno (calor irradiado pelo telhado) gerando um microclima desconfortável. Complementa esta situação desfavorável, o fato que o telhado convencional apresenta capacidade de absorção da água da chuva praticamente nula com altas taxas de evaporação.

Os telhados verdes, por outro lado, possuem considerável capacidade de armazenamento da água pluvial com baixa perda de água por evapotranspiração, explicando assim seu papel na melhoria do conforto térmico dos ambientes. Segundo Schmidt (1992), que observou as taxas médias de resfriamento causadas pelos telhados verdes na Alemanha, em países tropicais, como o Brasil, deve ser esperado valores muito maiores que aqueles obtidos na Alemanha devido aos altos níveis de precipitação e evaporação observados no primeiro.

Niachou et al. (2001) apresentou resultados de uma pesquisa realizada na cidade de Atenas, Grécia, fazendo a comparação dos dados referentes às medições de temperatura no interior de construções com telhados verdes, realizados em três momentos, Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de temperaturas no interior de construções com telhados verde e convencional.

Fonte das informações: Niachou *et al.* (2001).

Período de monitoramento	Telhado verde			Telhado convencional		
	TDM	TMMAX	TMMIN	TDM	TMMAX	TMMIN
30/06/2000 a 17/08/2000	28°C	29°C	25°C	28°C	31°C	24°C
03/07/2000 a 06/07/2000	29°C	30°C	29°C	31°C	33°C	30°C
10/07/2000 a 13/07/2000	28°C	29°C	26°C	29°C	31°C	26°C

Legenda: TDM = temperatura diária média do ar; TMMAX = temperatura média máxima do ar; TMMINAR = temperatura média mínima do ar

Os resultados apresentados por Niachou et al. (2001), indicam, portanto, que os telhados verdes representam a melhor alternativa para uso quando se leva em conta a temperatura, no caso estudado, apresentando os menores valores de temperatura em relação aos telhados convencionais. Estes resultados levam à consideração que o ganho de conforto térmico pode também ter motivado o emprego dos telhados verdes na Babilônia, atual Al Hillah no Iraque, onde se observa a ocorrência de altas temperaturas, assim como na região semiárida brasileira, e na Escandinávia, onde predominam climas frios e/ou temperados. Em todas as localidades citadas o emprego de



telhados verdes pode ter minimizado a ocorrência de temperaturas extremas nos ambientes interiores.

## Conclusões

Os resultados obtidos e analisados corroboram para a constatação da satisfatória aplicabilidade de uso de telhados como regulador de temperaturas de ambientes internos e, conseqüentemente, geração de conforto térmico em situações climáticas como as vivenciadas pela população da região semiárida. Neste contexto, os resultados evidenciaram a eficiência do sistema tanto no comportamento térmico externo como no interno, como reduções de amplitude térmica interna superiores a 70% em dia característico de verão (com temperaturas acima de 30°C), com relação ao telhado convencional. Sendo, dessa forma, uma técnica viável que necessita de iniciativas governamentais e/ou privadas de incentivo de uso em benefício das populações e regiões atendidas.

## Referências Bibliográficas

ARAÚJO, T. F. *Desempenho térmico dos telhados verdes em residências de pequeno porte e considerações sobre o reuso da água*. 2010. 51f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, PE: 2010.

AYATA, T., TABARES-VELASCO, P.C., SREBRIC, J. An investigation of sensible heat fluxes at a green roof in a laboratory setup. In: *Building and Environment*, 46 (9), 1851-1861, 2011.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. **Precipitação**. In: Tucci, C. E. M. (org.): *Hidrologia: Ciência e Aplicação*, 2ª ed., Editora da Universidade, p. 177-241, 1993.

ISO - *International Organization for Standardization*. ISO 7730 - Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Suíça, 52 p., 2005.

NIACHOU, A., PAPAKONSTANTINO, K., SANTAMOURIS, M., TSANGRASSOULIS, A., MIHALAKAKOU, G. Analysis of the Green roof thermal properties and investigation of its energy performance. In: **Energy and Buildings**, 33, 719-729, 2001.

SCHMIDT, M. *Extensive greened roofs to improve the urban climate* (Extensive Dachbegrünung als Beitrag zur Verbesserung des Stadtklimas). 1992. Dissertação de Mestrado, Technischen Universität Berlin, 1992.

SPANGENBERG, Jörg. **Melhoria do clima urbano nas metrópoles tropicais - Estudo de caso**. Disponível em: <[http://www.basis-id.de/site2006/science/01\\_Spangenberg\\_](http://www.basis-id.de/site2006/science/01_Spangenberg_)

(83) 3322.3222

contato@aguanosemiarido.com.br

[www.aguanosemiarido.com.br](http://www.aguanosemiarido.com.br)





IMPROVEMENT%20OF%20URBAN%20MICROCLIMATE%20IN%20TROPICAL%20METR  
OPOLIS.pdf > Acesso em 23/06/13.



(83) 3322.3222  
contato@aguanosemiarido.com.br  
[www.aguanosemiarido.com.br](http://www.aguanosemiarido.com.br)