

**TETO-JARDIM NO CONFORTO TÉRMICO DE GUARITAS: UMA
ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NO BAIRRO DA PONTA VERDE,
MACEIÓ-AL**

**ROOFTOP GARDEN IN THE THERMAL COMFORT OF GUARDHOUSES: A
SUSTAINABLE ALTERNATIVE IN THE PONTA VERDE NEIGHBORHOOD,
MACEIÓ-AL**

**JARDÍN EN LA AZOTEA EN EL CONFORT TÉRMICO DE GUARDIAS: UNA
ALTERNATIVA SOSTENIBLE EN EL BARRIO PONTA VERDE, MACEIÓ-AL**

Yvana Maria Sampaio Quintiliano Torres¹

Beatriz Cardoso Barros Leite²

Victória Cerize da Rocha Santos²

Mayara Andrade Souza³

Selenobaldo Alexinaldo Cabral Sant'anna³

João Gomes da Costa⁴

Nathália Quintiliano Torres Cedrim⁵

Vanessa Costa Vaz de Almeida⁶

Resumo: O teto-jardim é uma técnica arquitetônica sustentável que consiste na utilização de vegetação nas coberturas de edificações, promovendo benefícios tanto ambientais quanto para o conforto dos moradores. Entre as suas principais contribuições, destacam-se a redução da temperatura, o controle das ilhas de calor, a melhoria na drenagem de águas pluviais e a valorização estética do ambiente urbano. Este artigo analisa a eficácia dos tetos-jardins em relação ao conforto térmico em edificações da cidade de Maceió, com o objetivo de incentivar sua implementação por arquitetos e urbanistas, destacando seus benefícios. A pesquisa foi conduzida no bairro Ponta Verde, onde foram avaliadas quatro guaritas. Foram mensuradas a temperatura, luz e umidade, tanto internas quanto externas, em dois períodos do dia (manhã e tarde). Os dados obtidos foram analisados por meio do teste de Tukey no software GENES. Os resultados revelaram que as guaritas com tetos-jardins apresentaram temperaturas internas mais baixas e menores níveis de umidade, mesmo nos horários de maior calor e radiação solar. A presença de vegetação e revestimentos de alta refletividade contribuiu significativamente para a redução da temperatura e da umidade internas. Contudo, apesar dos

¹ Mestranda do curso de Análise de Sistemas Ambiental pelo Centro Universitário CESMAC. E-mail: yvana.torres@cesmac.edu.br

² Graduanda do Curso de Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário CESMAC. E-mail: beatrizcardosob@hotmail.com, rvictoria139@hotmail.com,

³ Docentes da Pós-Graduação em Análise de Sistemas Ambientais - PPGASA, do Centro Universitário CESMAC. E-mail: masouza@cesmac.edu.br, selenobaldo.santanna@cesmac.edu.br.

⁴ Embrapa Alimentos e Territórios – E-mail: joao-gomes.costa@embrapa.br.

⁵ Arquiteta e Urbanista – E-mail: Nathalia_quintiliano@hotmail.com.

⁶ Docente do Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário CESMAC. E-mail: vanessa.c.v.almeida@gmail.com

benefícios comprovados, a técnica do teto-jardim ainda é pouco difundida. Sua inclusão nos currículos de cursos de Arquitetura e Urbanismo, assim como sua aplicação em empresas de paisagismo, é fundamental para fomentar a sustentabilidade urbana em Maceió, aumentando áreas verdes, melhorando o conforto térmico, a qualidade do ar, a redução de poluição sonora e aprimorando a estética da cidade.

Palavras-chave: Telhado verde. Sustentabilidade. Qualidade do ar.

Abstract: The green roof is a sustainable architectural technique that involves the use of vegetation on building roofs, offering environmental and comfort benefits for residents. Its key contributions include temperature reduction, heat island mitigation, improved stormwater drainage, and aesthetic enhancement of urban environments. This article analyzes the effectiveness of green roofs in terms of thermal comfort in buildings in the city of Maceió, aiming to encourage their adoption by architects and urban planners, highlighting their benefits. The research was conducted in the Ponta Verde neighborhood, where four guardhouses were evaluated. Temperature, light, and humidity, both internal and external, were measured at two times of the day (morning and afternoon). The data were analyzed using the Tukey test in the GENES software. The results revealed that the green-roofed guardhouses had lower internal temperatures and humidity levels, even during periods of higher heat and solar radiation. The presence of vegetation and reflective coatings significantly contributed to the reduction of internal temperature and humidity. However, despite the proven benefits, green roof technology is still not widely implemented. Its inclusion in Architecture and Urbanism curricula, as well as its application in landscaping companies, is essential to promote urban sustainability in Maceió by increasing green areas, improving thermal comfort, air quality, reducing noise pollution, and enhancing the city's aesthetic.

Keywords: Green roof. Sustainability. Air quality.

Resumen: El techo verde es una técnica arquitectónica sostenible que consiste en el uso de vegetación en los techos de los edificios, ofreciendo beneficios tanto ambientales como de confort para los residentes. Sus principales contribuciones incluyen la reducción de la temperatura, la mitigación de las islas de calor, la mejora del drenaje de aguas pluviales y la mejora estética del entorno urbano. Este artículo analiza la eficacia de los techos verdes en términos de confort térmico en los edificios de la ciudad de Maceió, con el objetivo de incentivar su adopción por arquitectos y urbanistas, destacando sus beneficios. La investigación se llevó a cabo en el barrio de Ponta Verde, donde se evaluaron cuatro garitas. Se midieron la temperatura, la luz y la humedad, tanto internas como externas, en dos momentos del día (mañana y tarde). Los datos obtenidos se analizaron mediante la prueba de Tukey en el software GENES. Los resultados revelaron que las garitas con techos verdes presentaron temperaturas internas más bajas y niveles de humedad más reducidos, incluso durante los periodos de mayor calor y radiación solar. La presencia de vegetación y revestimientos reflectantes contribuyó significativamente a la reducción de la temperatura y la humedad internas. Sin embargo, a pesar de los beneficios comprobados, la tecnología del techo verde aún no está ampliamente difundida. Su inclusión en los planes de estudios de

Arquitectura y Urbanismo, así como su aplicación en empresas de paisajismo, es fundamental para promover la sostenibilidad urbana en Maceió, aumentando las áreas verdes, mejorando el confort térmico, la calidad del aire, reduciendo la contaminación acústica y mejorando la estética de la ciudad.

Palabras clave: Techo verde. Sostenibilidad. Calidad del aire.

INTRODUÇÃO

Devido aos problemas ambientais das últimas décadas ocasionados pelo uso desenfreado e irresponsável dos recursos naturais, faz-se necessário o uso de alternativas sustentáveis como atenuantes dessa situação (Oliveira, Soares & Santos, 2016).

Como alternativa o telhado verde ou ecotelhado, que embora seja uma técnica antiga, ainda é pouco difundido nas capitais do Brasil. A cidade de Maceió, como em grande parte do Brasil, o clima é quente e úmido e seu crescimento urbano é caracterizado pela expansão horizontal e adensamento vertical de forma contínua e desordenada, prejudicando o ambiente urbano e a qualidade de vida de seus habitantes (Barbirato, 2002).

Edificações com coberturas de telhas de fibrocimento ou lajes de concreto, elevam as temperaturas internas das edificações, com picos de calor que tornam o gasto de energia elétrica excessivo. Para minimizar esse problema, o telhado verde tem se destacado como uma alternativa eficaz, oferecendo maior conforto térmico e acústico, contribuindo para o controle do escoamento superficial, criando jardins suspensos em áreas urbanas, melhorando a qualidade do ar e reduzindo a temperatura durante o verão. (Penz et al., 2017).

Segundo Souza e Ferreira (2015) a utilização de telhados verdes têm se apresentado como uma solução cada vez mais interessante para minimização dos impactos provocados pelas ilhas de calor sentidas e observadas nas áreas urbanas. Oliveira et al. (2016) mencionam a eficiência do telhado verde no desempenho térmico das edificações, mesmo apresentando o maior custo para execução, uma vez que contribui com a economia de energia.

Segundo Dias (2016), as superfícies das edificações e pavimentações absorvem a radiação solar e com isso, elevam-se as temperaturas superficiais. Ainda segundo o autor, a presença de áreas verdes no meio urbano gera um resfriamento proporcionado pela vegetação. Minke (2005) ressalta que essas coberturas podem amenizar a temperatura interna das edificações, já que conseguem manter isolados os ambientes internos das altas temperaturas do meio exterior.

Estudos sobre sustentabilidade na construção civil têm sido foco de pesquisadores, uma vez que o setor é um dos principais consumidores de recursos naturais, que estão se tornando cada vez mais escassos.

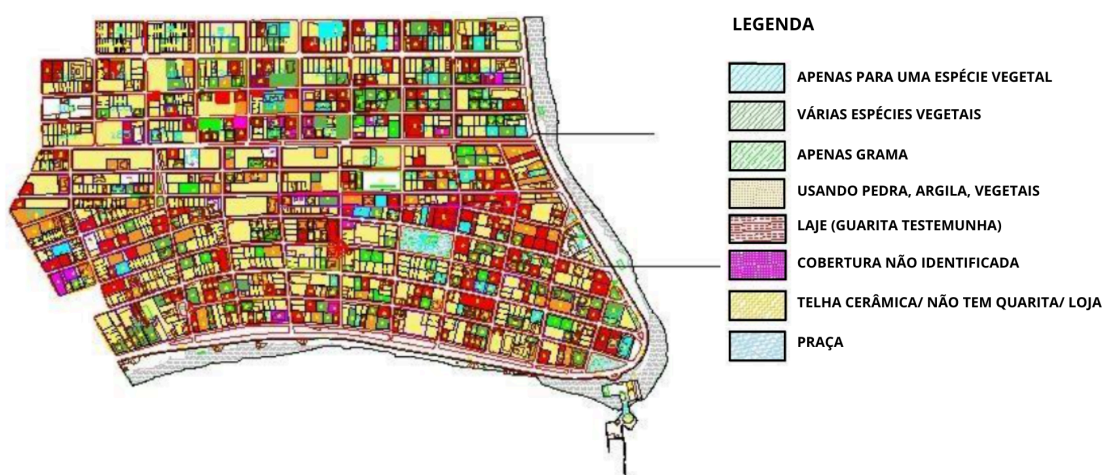
Diante da escassez de áreas verdes em Maceió e considerando que o uso de telhados verdes ainda não é uma prática comum na cidade, este trabalho propõe demonstrar a eficiência desse recurso, especialmente como uma alternativa para melhorar as questões ambientais e o conforto térmico.

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar o conforto térmico no interior de guaritas da cidade de Maceió utilizando a técnica teto jardim, como uma alternativa sustentável de climatização, e por meio deste informar e sensibilizar a população para maximização de áreas verdes na cidade de Maceió.

METODOLOGIA

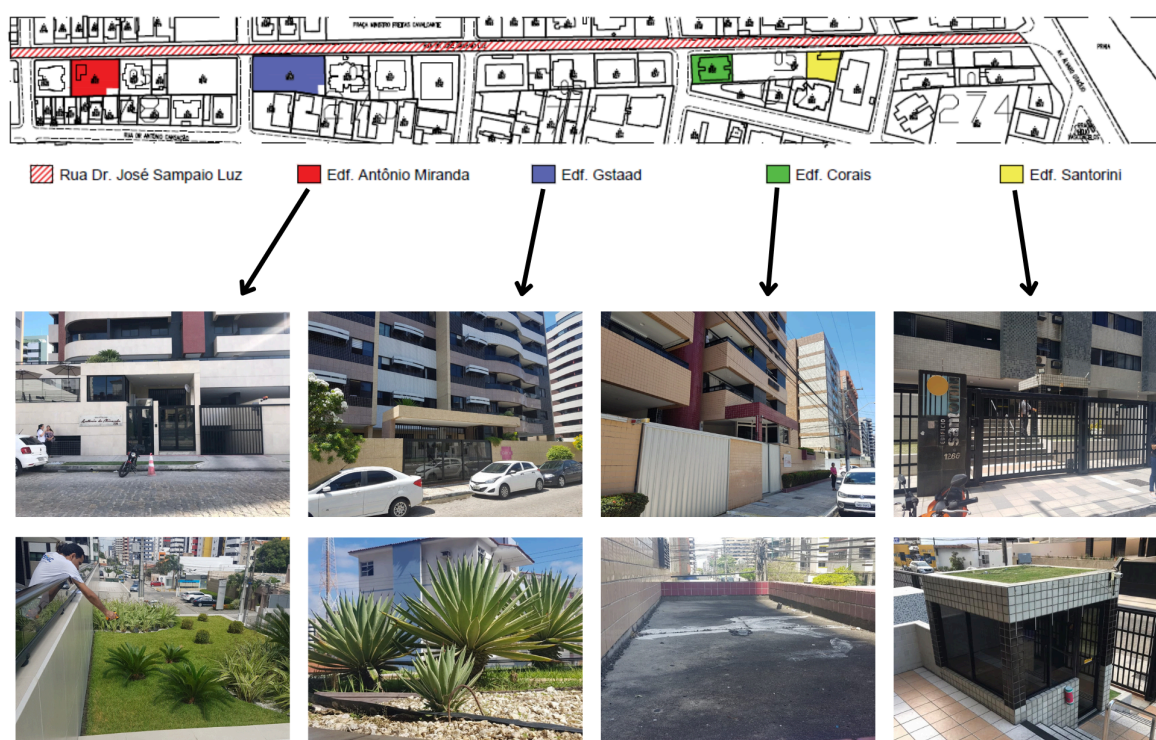
Inicialmente, foi realizada uma pesquisa em diversas fontes bibliográficas para fornecer embasamento teórico sobre o tema e auxiliar na definição da área de estudo. O bairro escolhido foi a Ponta Verde, devido à sua alta concentração de edifícios e guaritas em Maceió. Para delimitar uma área de estudo mais específica, foi feito um mapeamento detalhado de todo o bairro, caracterizando suas guaritas (Figura 1). Essa análise foi conduzida com o auxílio do Google Maps e complementada por visitas ao local, a fim de resolver eventuais dúvidas e identificar áreas não cobertas pelo Google.

Figura 1 – Mapa do bairro de Ponta Verde, Maceió – AL



A partir dessa delimitação, foram selecionadas a rua e as guaritas a serem estudadas. O objeto de estudo compreendeu quatro guaritas localizadas na Rua Dr. José Sampaio Luz, no bairro da Ponta Verde, conforme ilustrado na Figura 2. As guaritas foram escolhidas com base em alguns critérios de inclusão, como a similaridade de área em metros quadrados e os diferentes tipos de cobertura dos telhados-jardim. Foram avaliadas: uma guarita com duas espécies vegetais (grama e arbusto) e pedrinhas – Edifício Gstaad; outra com diversas espécies vegetais (grama, arbusto e plantas rasteiras) e pedriscos – Edifício Antônio de Miranda; uma com apenas uma espécie vegetal (grama) – Edifício Santorini; e uma com laje impermeabilizada (guarita de controle) – Edifício Corais. Além disso, a incidência solar foi semelhante em todas as guaritas (fator crucial), com orientação predominante para o norte.

Figura 2 – Rua Dr. José Sampaio Luz, Ponta Verde, Maceió – AL



Para a análise do conforto térmico das guaritas, foram coletados dados, como: temperatura externa e interna da guarita; luz externa e interna; e umidade externa e interna.

Foram aferidos, também, a temperatura das superfícies superiores das guaritas.

Para tanto, foram utilizados equipamentos, como: medidor de ambiente termo-higro-decibelímetro luxímetro – CEM DT8822 multifuncional digital 4 em 1 (que mede nível de som, luz, umidade e temperatura), e com o termômetro de superfície – termômetro laser digital infravermelho – 50°C a 380°C (que mede elementos na superfície do solo).

Os horários de medições foram determinados devido às recomendações da Organização Mundial de Meteorologia (OMM): 9h00, 15h00 e 21h00, pois estes contemplam os três períodos do dia (manhã, tarde e noite). Para a presente pesquisa foram feitas medições nos períodos da manhã e da tarde, excluindo o período da noite, uma vez que buscamos identificar a influência em relação à insolação.

Foram aferidos os dados nas guaritas selecionadas em dois dias na semana, sendo eles alternados, (segunda-feira e quinta-feira) e em dois horários do dia (manhã – das 8h30min às 9h30min; e no período da tarde – das 14h30min às 15h30min), nos dias entre 28 de outubro de 2019 e 21 de novembro de 2019, início da época de maior calor, período seco.

O equipamento utilizado, termo-higro-decibelímetro luxímetro, foi localizado entre 1.00m e 1.10m de altura, conforme recomendação de Mayer e Höpfe (1987), que afirma que a altura de 1.10m acima do solo corresponde à altura média do centro de gravidade.

Os dados obtidos para análise do conforto térmico foram submetidos ao teste t de Student utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2013).

RESULTADOS

A análise de variância conclui que não houve diferença para nenhuma das variáveis em relação aos dias analisados. Porém, mostrou que houve diferença significativa para todas as variáveis analisadas referente ao conforto térmico das guaritas (Figura 3).

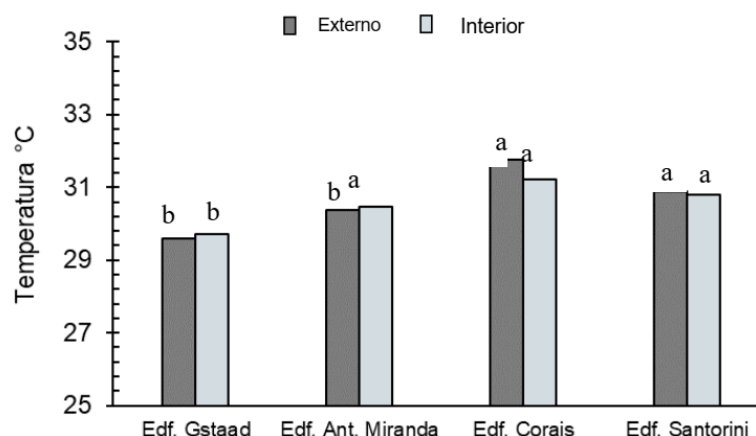
Na análise das variáveis, ao considerar os quatro edifícios — Gstaad, Antônio de Miranda, Corais e Santorini — observa-se que as temperaturas internas e externas entre eles não apresentam grandes diferenças. No entanto, ao comparar as diferenças entre os tetos-jardins de cada uma das guaritas (Figura 3), encontramos variações significativas. As temperaturas internas das guaritas dos edifícios Gstaad e Antônio de Miranda demonstram um

melhor conforto térmico, apresentando temperaturas mais baixas. É importante destacar que essas guaritas possuem em seus tetos espécies vegetais e elementos decorativos que contribuem para esse efeito.

A vegetação pode interferir no conforto no interior de um ambiente e se utilizada em grande proporção nos centros urbanos, melhora a qualidade do ar nessas áreas mais edificadas, controla o efeito estufa e minimiza a formação de ilhas de calor.

A vegetação tem grande importância na redução da temperatura, pois bloqueia partes da incidência da radiação solar, transformando parte da luz em fotossíntese e refletindo outra parte. Seu uso na cobertura de edificações une o paisagismo e estética e deixa o ambiente interno mais agradável e confortável.

Figura 3 – Temperatura média do ar em °C no interior e exterior das guaritas dos edifícios Gstaad, Antônio de Miranda, Corais e Santorini, em Ponta Verde, Maceió.

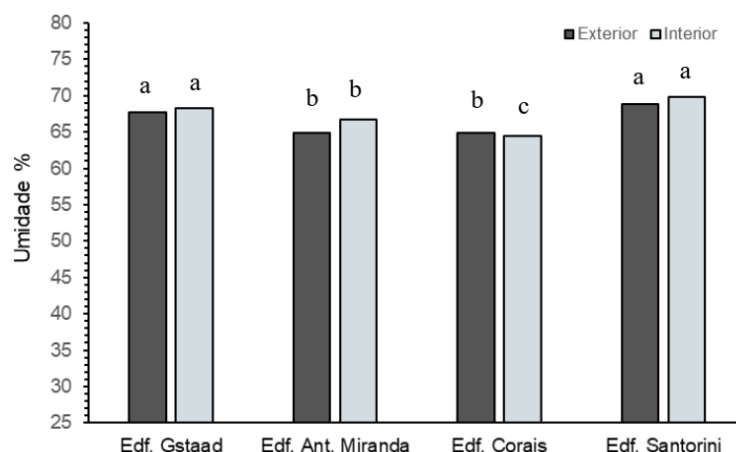


Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de agrupamento de Skott-Knott.

A Figura 4 apresenta um gráfico que relaciona a umidade entre os edifícios analisados neste trabalho. Observa-se que a umidade nas guaritas do Edifício Santorini é a mais alta, tanto interna quanto externamente, devido à presença dos elementos que compõem o teto-jardim e à sua manutenção diária. Toda a área é coberta com grama, que é regada abundantemente pela manhã e à tarde. Essa água resfria a superfície e é absorvida pelo substrato, aumentando a umidade do ambiente. O Edifício Gstaad apresenta um processo semelhante, mas com uma área de teto-jardim maior e elementos como argila expandida, que

não retêm água na mesma proporção que a grama. A menor umidade é observada no Edifício Corais, que não possui vegetação, fazendo com que os raios solares sejam absorvidos pela laje.

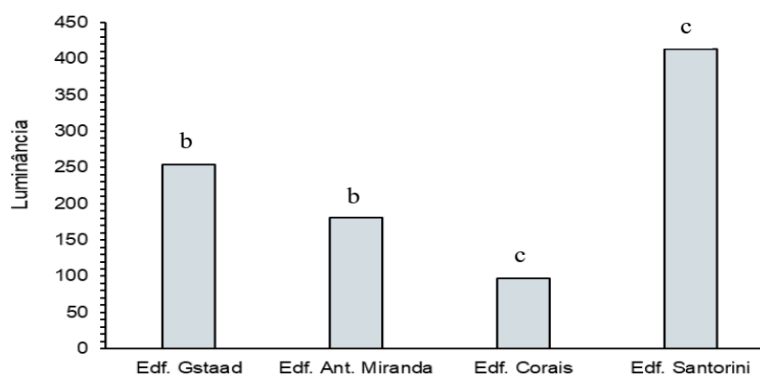
Figura 4 – Valores médios da umidade do ar em °C no interior e exterior das guaritas dos edifícios Gstaad, Antônio Miranda, Corais e Santorini, Ponta Verde, Maceió.



Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de agrupamento de Skott-Knott.

Quanto à luminância, o edifício Santorini por ter menor tamanho de laje, não possuir proteção de beiral e ter maior quantidade de aberturas, possui maior intensidade do fluxo luminoso por metro quadrado, como é possível notar no gráfico da Figura 5.

Figura 5 – Valores médios de luminância nas guaritas dos edifícios Gstaad, Antônio Miranda, Corais e Santorini, Ponta Verde, Maceió.



Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de agrupamento de Skott-Knott.

Na análise estatística, as variáveis dos dois horários (manhã e tarde) apresentaram

diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, conforme indicado pelo teste F (Tabela 1). Observa-se que as temperaturas interna e externa da guarita são iguais pela manhã, enquanto à tarde as temperaturas internas são mais elevadas, com uma pequena variação nas temperaturas externas.

Observou-se que a umidade do ar na área externa e no interior da guarita é constante no horário da manhã e com variação à tarde, sendo neste horário maior no seu interior. Comportamento semelhante é observado para luminância dentro da guarita no horário da manhã é maior que no horário da tarde.

Tabela 1: Média e desvio padrão das variáveis em dois horários distintos

Variável	Hora 1 - manhã	Hora 2 - tarde
TEMPF	30,16±1,47a	31,14±1,35b
TEMPD	30,12±1,46a	30,97±0,70b
UMDF	68,12±5,35a	64,95±3,25b
UMDD	68,38±3,87a	66,30±2,76b
LUXD	278,44±193,02a	193,78±160,34b

TEMPF – Temperatura fora da guarita / TEMPD – Temperatura dentro da guarita / UMDF – Umidade fora da guarita / UMDD – Umidade dentro da guarita / LUXD – Luminância dentro da guarita
Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% pelo teste de agrupamento de Skott-Knott.

Catuzzo, em sua pesquisa utilizando duas tipologias de telhado (verde e de concreto) no centro urbano de São Paulo, constatou que comparando os dois telhados, o de cobertura verde demonstra uma real diferença em temperatura e umidade.

Além disso, estudos realizados em instalações destinadas à acomodação de animais demonstram que a utilização de telhados-jardim contribui significativamente para a melhoria do conforto térmico e do bem-estar nos espaços de permanência dos animais, especialmente durante os horários de maior incidência solar (Souza, 2022). Esses resultados corroboram os benefícios associados ao uso ampliado de telhados-jardim.

Demonstração dos benefícios dos telhados-jardim para a qualidade ambiental e para a sociedade é de grande relevância. A divulgação dessa técnica no contexto da arquitetura local pode auxiliar na sua disseminação. Além de servir como um elemento estético e contribuir para o equilíbrio do clima interno dos ambientes, o uso em larga escala de telhados-jardim pode melhorar significativamente a qualidade do ar e reduzir a poluição sonora em grandes empreendimentos e em seus arredores, quebrando a onda de calor e tornando o clima mais agradável. Assim, a adoção e a promoção dessa prática na cidade de Maceió constituem uma excelente estratégia para compensar os impactos das ações humanas sobre o meio ambiente.

CONCLUSÃO

A utilização de tetos-jardim em edifícios é uma tendência arquitetônica necessária visto o atual cenário ambiental vivenciado, pois é capaz de melhorar consideravelmente o conforto térmico e diminuir a umidade no interior de um ambiente, além de trazer benefícios referentes às estratégias de sustentabilidade e estética, decorrentes de sua instalação.

Seu uso na cidade de Maceió – AL ainda é restrito e este estudo teve como função mostrar a análise da sua utilização na melhoria do conforto térmico de quatro guaritas de edifícios da região de Ponta Verde. Com essa análise observa-se que ambientes que utilizam essa técnica possuem melhor conforto térmico, tendo temperaturas menos elevadas, maior umidade e melhor luminosidade.

Logo, a difusão dessa técnica melhora o bem estar tanto dos moradores dos edifícios como para a sociedade. Sendo possível analisar fatos reais e concretos, pensando na sustentabilidade e na importância de minimizar a situação de desconforto existente nos espaços.

REFERÊNCIAS

- Barbirato, G. M., Barbosa, R. V. R., Fernandes, E. F. & Moraes, C. S. (2002) Análise de perfis térmicos urbanos em Maceió-AL. *Anais do IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC)*, Foz do Iguaçu, Paraná-Brasil, Anais, pp. 319-325.
- Cruz, C. D. (2013) Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 35, n. 3, p. 271-276
<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.
- Catuzzo, H. (2013). *Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar. O caso da cidade de São Paulo*. Tese de Doutorado, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/T.8.2013.tde-18122013-123812. Recuperado em 2024-01-22, de www.teses.usp.br.
- Dias, A. E. (2016). *O desempenho térmico de uma cobertura verde em simulações computacionais em três cidades brasileiras* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/175074>.
- Ecotelhado (2021) *Soluções em Sistemas para Arquitetura Sustentável e Bioconstrução*, Recuperado em 2021-08-10, de <https://ecotelhado.com>.
- Minke, G. (2005) *Techos verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos*. Montevideo, Uruguay: Editorial Fin de Siglo.

- Oliveira, P. L., Soares, R. G. & Santos, S. X. (2016) Desempenho térmico das edificações: estudo comparativo entre o telhado verde e outros tipos de coberturas. *Petra*, v. 2, n. 1, p. 36-55.
- Penz, M., Stulp, K., Moreira, L. S., Bressler, L. R. & Weis, A. A. (2017) Telhados verdes como alternativa ao meio urbano: conforto térmico. *Revista Infinity (Revista dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção)*, v.2, n. 1, p. 1-18.
- Souza, M. A. (2022). *Influência do telhado verde no conforto térmico em instalações zootécnicas* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Programa de Engenharia Agrícola. <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.411>.
- Souza, R. O. L., Ferreira, M. L. S. S. & Vasconcelos, C. A. B. (2015) Telhado Verde de baixo investimento composto por plantas medicinais e aromáticas. *Semioses*, 9 (2), 48-58.