



TELHADOS VERDES COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DE ILHAS DE CALOR E MELHORES CONDIÇÕES DE CONFORTO AMBIENTAL

Rosangela Leal Santos, UEFS, rosaleal@uefs.br
Carlane Costa Dias Feitosa, UFRB, carlanedias@hotmail.com
Maiane Costa Ferreira, UFRB, maianeferreira@hotmail.com
Kelly Cristina Ribeiro Marques Cardoso, UEFS, krcmcardoso@uefs.br
Diego Evangelho Barbosa de Carvalho, UEFS, diego.engenheiro.uefs@gmail.com
Ramon dos Santos Dias, UEFS, ramon.dias17@gmail.com

Resumo

O aumento acelerado e contínuo da taxa de urbanização mundial e também nacional, tem provocado a expansão das áreas urbanizadas das cidades, demandando discussões acerca das condições de habitabilidade das cidades contemporâneas. Em virtude do crescimento acelerado e sem o devido planejamento, tem se observado das cidades alterações de uso do solo e cobertura vegetal que tem implicado em criação de microclimas urbanos, com ocorrência de fenômenos do tipo ilhas de calor, que afetam o conforto ambiental e a qualidade de vida dos cidadãos das urbes, necessitando de proposições de alternativas de técnicas construtivas ou uso de materiais capazes de minimizar os danos provocados pelo adensamento das construções. Com o propósito de entender o fenômeno das ilhas de calor, e visando a discussão acerca de cidades mais sustentáveis, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, com análise de viabilidade de implantação de telhados verdes como alternativa à problemática de conforto ambiental vigente.

Palavras-chave: Ilhas de calor, conforto ambiental, telhados verdes, cidades sustentáveis.

1. Introdução

O intenso e acelerado processo de urbanização observado no mundo e também no Brasil, tem provocado alterações significativas nas formas de uso do solo urbano. Alterações estas, capazes de modificar o microclima as cidades e provocar danos no que se refere à qualidade de vida da população e ao conforto térmico ambiental.

Desde o século XIX as pessoas têm sido gradativamente atraídas pelas cidades com promessas de trabalho, qualidade de vida, conforto e segurança, iniciando um intenso e rápido processo de Urbanização. Para Lombardo (1985), foi a partir de meados do século XIX que o processo de urbanização alcançou proporções significativas de expressão espacial. E com a expansão das cidades, modifica-se substancialmente a paisagem natural, reduzindo áreas verdes e aumentando de forma a proporção da paisagem construída, fato que atrelado à falta de



planejamento adequado do uso do solo, com ausência de parâmetros apropriados de verticalização e ocupação, pode colocar em risco a qualidade de vida habitantes e provocar constantes modificações no espaço urbano e no microclima das cidades.

Com a abrupta mudança na superfície das cidades verifica-se uma desorganização do mecanismo climático. Cardoso e Amorim (2014) enfatiza que fatores como a retirada da vegetação original, a impermeabilização do solo, a canalização de córregos, as alterações do relevo, a concentração de edificações, o aumento da circulação de pessoas e veículos, além do lançamento de partículas e gases poluentes na atmosfera, provocam mudanças no comportamento da atmosfera sobre a cidade. Desta forma, a relação entre o clima e a organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade em particular.

Por motivo semelhante, para Sant'anna Neto (1998) a relação entre o clima e a organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade em particular e de quais atributos são fundamentais em cada ecossistema do planeta, visto que tais alterações espaciais implicam não só em mudanças de relações sociais, mas também são capazes de provocar alterações no clima local das cidades, criando um clima particular: o clima urbano.

A intensidade e propriedades dos materiais encontrados nas cidades, como: asfalto, concreto, vidro e metais, que possuem albedo e difusividade diferentes dos materiais vegetais, ocasiona a variação da temperatura dos grandes centros urbanos para suas áreas circunvizinhas e esta é uma das características intrínsecas que norteiam o conceito de ilha de calor (IC). Para Amorim et al. (2009), a expressão mais concreta da mudança do balanço de energia nos ambientes urbanos configura-se na geração das ilhas de calor.

Considerando que a tendência mundial é de aumento da taxa de urbanização e observando o comportamento das cidades contemporâneas que tem apresentado crescimento significativo de suas áreas urbanizadas e dos assentamentos subnormais, vale analisar o fenômeno de criação de ilhas de calor urbano, com atenção especial para as condições de conforto térmico das cidades, propondo alternativas para minimização dos conflitos e possibilitando melhores condições de habitabilidade e qualidade de vida para os cidadãos das urbes.

Com este propósito, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre tema, analisando a formação de ilhas de calor e as vantagens da utilização de telhados verdes como alternativa a esta problemática urbana, de modo a propor alternativas para a criação de cidades mais sustentáveis.

2. Fundamentação teórica

O acelerado processo de urbanização, adensamento populacional e expansão das áreas urbanizadas das cidades contemporâneas tem acarretado alterações de uso e cobertura vegetal do solo, capazes de impactar diretamente na criação de microclimas urbanos e criação de fenômenos nocivos à qualidade de vida da população das urbes, a exemplo das Ilhas de Calor



Urbanas, que são resultado da perda de cobertura vegetal e do crescimento de superfícies impermeáveis (ASADI; AREFI; FATHIPOOR, 2020).

Conforme Geiger (1950), qualquer alteração sobre a cobertura natural do solo destrói os microclimas pré-existentes. Tais transformações no ambiente urbano causaram variações na atmosfera situada do solo ao topo dos edifícios e telhados, gerando assim, um microclima particular e diferenciado das áreas circunvizinhas, e essas mudanças podem gerar como consequências a elevação da temperatura e a diminuição da umidade, ocasionando um grande desconforto térmico, que pode acarretar em um aumento no consumo de energia, uma diminuição na qualidade de vida da população local, como também uma série de problemas de saúde, especialmente os relacionados ao sistema respiratório.

A variação da temperatura dos grandes centros urbanos para suas áreas circunvizinhas, está relacionado com a intensidade dos materiais encontrados nas cidades, como: asfalto, concreto, vidro e metais, que possuem albedo e difusividade diferentes dos materiais vegetais. A variação de temperatura entre áreas rurais e urbanas é uma das características intrínsecas que norteiam o conceito de ilha de calor (IC). Para Amorim et al. (2009), a expressão mais concreta da mudança do balanço de energia nos ambientes urbanos configura-se na geração das ilhas de calor. Caracterizada por uma cúpula de ar quente que cobre a cidade, a ilha de calor urbano (ICU) é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas (alta densidade de construções, concentração de materiais construtivos de grande potencial energético de emissividade e reflectância) e as atividades urbanas.

Fenômenos como as Ilhas de calor, além do aumento de temperatura local e piora no conforto térmico ambiental, provoca também poluição do ar, aumento do calor antropogênico e o armazenamento de calor em virtude dos materiais utilizados nas construções, reduzindo a evaporação e interferindo na absorção de radiação de ondas curtas do sol, dentre outros fatores (KLEEREKOPER et al., 2012).

Considerando a magnitude do fenômeno de criação de ilhas de calor urbano (figura 01), vale destacar que muitos são os mecanismos que contribuem para a sua formação e intensificação, indo desde sua localização geográfica até as condições climatológicas do dia. Existem também fatores relacionados às características específicas da cidade, como tamanhos de sua densidade populacional além das variações diurnas e sazonais. Sampaio (1981) definiu que a ilha de calor funciona como uma variável dependente, explicada por dois grupos de variáveis: os condicionantes do meio físico e geocológico e os condicionantes derivados do meio antrópico.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

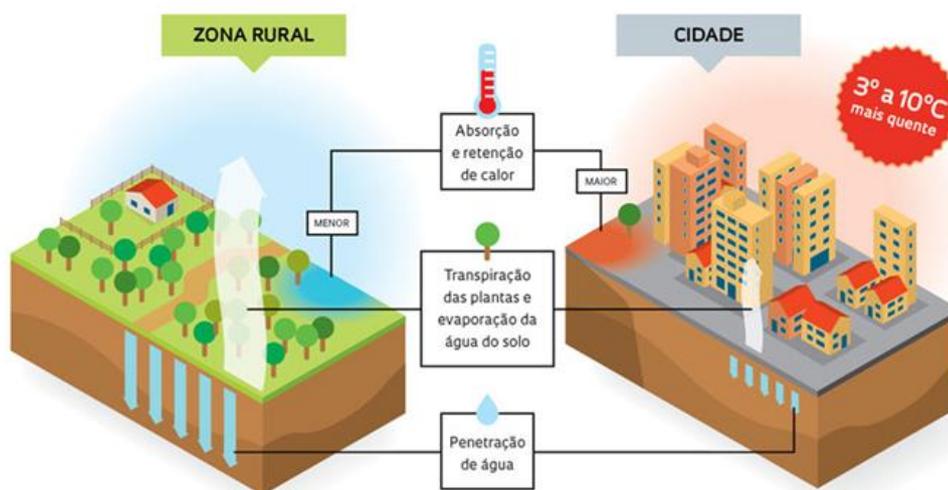
SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

Figura 01: Os fatores que levam a formação da “ilha de calor”



Fonte: Ilha de calor na Amazônia, Revista Fapesb.

O diagnóstico das ilhas de calor urbanas tem se mostrado um instrumento importante para a gestão do espaço urbano. E a espacialização das diferenças das temperaturas intraurbanas e rurais próximas, podem oferecer subsídios para amenizar a magnitude de tais ilhas de calor. Este trabalho, de forma ampla, busca, também, proporcionar reflexões e subsidiar ações do Poder Público e também da iniciativa privada que atua diretamente na construção civil, para que venham amenizar os impactos ambientais e alterações climáticas intraurbanas e proporcionar melhores condições de vida aos cidadãos urbanos.

Após análise de técnicas construtivas alternativas, seria possível implementar novos modelos arquitetônicos de modo a diminuir a concentração de calor no ambiente urbano, colaborando para a consolidação de cidades mais sustentáveis.

3. Metodologia

Para fundamentação do presente artigo foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a temática de ilhas de calor, conforto ambiental e telhados verdes, com seleção de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e outras publicações técnicas.

Foi definida a problemática urbana pretendida para análise e selecionados trabalhos que analisem o comportamento e eficiência dos telhados verdes no que tange à transmitância térmica e redução de temperatura no interior das edificações onde estão inseridos, mas também as evidências que mostram vantagens para as regiões circunvizinhas, em função da melhor refletância da radiação solar.



4. Resultados

Ao analisar trabalhos que associam o uso dos telhados verdes à melhoria das condições de conforto térmico e ambiental das edificações e também das regiões onde este tipo de cobertura está inserido, é possível constatar que a adoção da técnica correta, assim como a especificações de materiais mais adequados, é capaz de minimizar uma série de problemas de conforto térmico ambiental, assim como reduzir ilhas de calor nas cidades.

Pesquisas realizadas e publicadas demonstram que quando comparada a outras tipologias construtivas, os telhados verdes se mostram muito eficientes, no que tange à redução de amplitude térmica no interior das edificações e na redução da sensação de calor por parte dos usuários e transeuntes das regiões circunvizinhas.

Figura 02 – Camadas que compõem o telhado verde



Fonte: AT Arquitetura

Em pesquisa realizada pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, foi demonstrado que a utilização de coberturas compostas por telhados verdes é capaz de reduzir em cerca de 4,5 °C a temperatura no interior das edificações onde estão inseridas. Quando comparada às coberturas com telhas de fibrocimento e telha reciclada, a pesquisa apresenta que a temperatura das superfícies internas das coberturas compostas por telhado verde variou de 34,2°C e 36,7°C, enquanto nas edificações com telha de fibrocimento e a telha reciclada chegaram a 40,2°C e 39,1°C respectivamente. A simples substituição de técnica construtiva aliada à substituição de material de acabamento, são capazes de afirmar que com redução nos valores de ITGU (Índice de Temperatura de Globo e Umidade), ITU (Índice de Temperatura e Umidade), ICH (Índice de Conforto Humano) e TE (Temperatura Efetiva) quando comparados com a cobertura de fibrocimento e telha reciclada, o telhado verde se mostra viável como uma técnica natural de climatização em ambientes construídos (CARNEIRO et al. 2015, apud SOGLIA, 2021).



Estudos comparativos também foram realizados em outras localidades, sempre comparando as condições de conforto térmico com a utilização dos telhados verdes e outros sistemas de cobertura. Beltrán-Melgarejo et al. (2014, apud SOGLIA,2021), em Veracruz, México, avaliou o conforto térmico fornecido por um protótipo de telhado verde baseado no uso de pergolados com vegetação tipo trepadeira e coberturas comuns compostas por telhados cerâmicos. Após verificações, constatou-se que a temperatura média no ambiente coberto com telhado verde foi menor em até 4,5°C em comparação com os ambientes de cobertura cerâmica.

Soglia (2021) destaca um terceiro estudo realizado na cidade de Atibaia, estado de São Paulo, também comparando o telhado verde com a cobertura com telhado cerâmico, foi analisado outra variante do sistema. Quando verificado o comportamento dos sistemas em relação à transmitância térmica, constatou-se que na cobertura verde, ocorreu um atraso térmico de duas horas, comparada à cobertura cerâmica, no período do verão, além de uma redução de até 09°C em sua temperatura superficial interna. No momento mais quente do dia, o ambiente coberto por telhado verde atingiu uma temperatura de 32,64°C, enquanto o ambiente com telhado cerâmico atingiu uma temperatura de 41,18°C. Com isso, a utilização dos telhados verdes também se mostrou eficiente no que tange à transmitância térmica, visto que apresenta um retardo térmico em relação às outras coberturas comparadas, gerando uma temperatura mais estável no interior das edificações onde estão inseridos.

O comportamento observado nas edificações onde foram utilizados telhados verdes evidencia que por haver uma redução considerável na transferência de calor do ambiente externo para o ambiente interno, há maior eficiência de coberturas vegetadas, como sistemas de resfriamento passivos e para redução de ilhas de calor, em virtude do fato de que a folhagem existente neste tipo de cobertura diminui o reflexo da radiação solar, contribuindo assim, para redução das ilhas de calor também nas cidades.

5. Conclusões

Diante do cenário observado, os telhados verdes se apresentam como solução alternativa para a problemática urbana e ambiental estabelecida, por ser capaz de reduzir parte dos impactos negativos decorrentes das construções nas áreas urbanas, além de agregar valor estético para as construções e regiões onde são inseridos. Se mostrando assim, como ferramenta estratégica para a melhoria das condições de conforto térmico e ambiental das construções e para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis.

Em um país tropical e com tanta sensação de desconforto térmico, em função do calor, com edificações e cidadãos que cada vez mais recorrem à climatização artificial para amenizar danos gerados em função das ilhas de calor das cidades, os telhados verdes se mostram eficientes, principalmente em regiões quentes e subúmidas, para a refrigeração passiva, visto que melhoram o comportamento higrotérmico no interior das edificações, reduzindo a transferência de calor através da cobertura e contribuindo para a redução das ilhas de calor nas cidades contemporâneas.



Enquanto as coberturas verdes funcionam como agentes que absorvem o calor do ambiente, os outros materiais costumeiramente utilizados em telhado, a exemplo de fibrocimento, concreto e metal, funcionam como agentes que irradiam calor para o ambiente, aumentando a transmitância térmica e piorando as sensações de calor.

Pode-se afirmar também que o aumento da temperatura do ar está diretamente relacionado com o tipo e a intensidade dos materiais predominantes no local avaliado. Onde houver diminuição de cobertura vegetal e predominância do asfalto, concreto, vidro e telhas de metal e fibrocimento, assim como o adensamento de construções, dificultando a circulação dos ventos, haverá piora nas condições de conforto térmico ambiental.

Dessa forma, as pesquisas demonstram que a utilização de técnicas construtivas mais apropriadas, a exemplo dos telhados verdes, são capazes de resultar em ganho de energia térmica e criação de ambientes térmicos mais confortáveis, assim como redução das ilhas de calor nas áreas urbanizadas, disseminando os princípios das cidades mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T. **Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: episódios de inverno.** Revista Geosul, v. 20, n.39, p. 64-82, 2005.

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente /SP.** São Paulo, 2000. 374p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

AMORIM M. C. C. T., DUBREUIL V., QUENOL H., SANT’ANNA J. L. **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França).** Confins, Online, 7, 16p., 2009.

ASADI, Anahita; AREFI, Hossein; FATHIPOOR, Hafez. Simulation of green roofs and their potential mitigating effects on the urban heat island using an artificial neural network - A case study in Austin, Texas. *Advances in Space Research*, v. 66, p.

BELTRAN-MELGAREJO, Abraham; VARGAS-MENDOZA, Mónica de La C; PÉREZ-VÁZQUEZ, Arturo; GARCÍA-ALBARADO, J. Cruz. Confort térmico de techos verdes com *Cissus verticillata* (Vitaceae) en viviendas rurales tropicales. *Rev. Mex. Cienc. Agríc, Texcoco*, v. 5, n. spe 9, p. 1551-1560, nov. 2014.

CARNEIRO, Thaisa A; GUISELINI, Cristiane; PANDORFI, Héilton; NETO, José P.Lopes; LOGES, Vivian; SOUZA, Ricardo F. L. de. **Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura.** *Rev. bras. eng. agríc.ambient*, Campina Grande, v. 19, n. 11, p. 1086-1092, nov. 2015.

CARDOSO R. S., AMORIM M. C. C. T., 2014. **Características do clima urbano em Presidente Prudente/SP a partir de dados de temperatura e umidade relativa do ar e técnicas de sensoriamento remoto.** *Revista do Departamento de Geografia*, 28, 39-64.



GEIGER, R. (1950) **The climate near the Ground**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press. 482 pp.

KLEEREKOPER, Laura; VAN ESCH, Marjolein, SALCEDO, Tadeo Baldiri. How to make a city climate-proof, addressing the urban heat island effect. *Resources, Conservation and Recycling*. V. 64, p. 30–38, 2012.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor na metrópoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

SAMPAIO, A. H. L. Correlações entre o uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, 102 Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 103, 1981.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Clima e Organização do Espaço**. *Boletim de Geografia*, Maringá, n. 1, pp.119-130, 1998.

SOGLIA, Mateus Bonfim de Matos. DIAS, Maria da Graça Andrade. **Vantagens da Aplicação de Telhados Verdes em Áreas Urbanas: uma Revisão de Literatura 2021**. 15. Trabalho de conclusão de curso – Bacharelado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021.