

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO EM PRAÇAS NA MITIGAÇÃO DE ILHAS DE CALOR URBANO

MAIOLI, Ricardo Nacari¹ (ricardo.nacari@faesa.br); SILVA, Douglas Eduardo Gomes da¹ (eduardogomes.arch@gmail.com); RICARTE, Pietro Martinuzzo¹ (ricartepietromartinuzzo@gmail.com); SILVA, Fabiana Trindade da² (fabianatrindade.silva@gmail.com)

¹ Centro Universitário FAESA (FAESA), Brasil

² Louisiana State University (LSU), EUA

Palavras-chave: Áreas verdes, Conforto térmico, Ilha de calor urbano, Medição, Sombreamento.

Resumo

A presença de vegetação que oferece sombreamento é essencial em cidades como Vitória, capital do Espírito Santo, devido ao clima quente e úmido. Essa vegetação desempenha um papel fundamental ao reduzir a formação das ilhas de calor urbano e ao mesmo tempo ao promover o uso da cidade como um espaço de interação e convivência, incentivando as pessoas a permanecerem nesses locais. Neste estudo, foi investigado o impacto da disposição da vegetação na Praça Jacob Suaid, localizada na Mata da Praia, em Vitória, ES e é fruto de uma iniciação científica. O objetivo foi avaliar como a presença de vegetação e como o seu sombreamento pode reduzir a formação das ilhas de calor urbano e promover o uso da cidade como um espaço de interação e convivência. Foram realizadas medições durante o outono de 2023 em oito pontos da praça, com diferentes níveis de sombreamento e pavimentação, em três horários do dia. Os dados de temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade de vento e umidade foram registrados. Para validação da metodologia, utilizou-se de uma análise preliminar de dados de medição, obtendo resultados parciais que demonstram que a presença e a densidade vegetativa do espaço implicam em menores registro de temperaturas radiante, promovendo maior sensação de conforto térmico aos usuários. Os resultados sugerem que a vegetação pode ser utilizada como recurso para a mitigação das ilhas de calor urbana.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento dos centros urbanos é um importante termômetro para medir o desenvolvimento de uma sociedade. Entretanto, quando ocorre sem planejamento, desconsiderando áreas verdes, influi em profundos impactos ao meio ambiente, ao conforto e à qualidade de vida dos cidadãos (Barbosa; Barbirato; Vecchia, 2003).

Nessa perspectiva, como consequência das ações antropogênicas, surge o fenômeno de ilhas de Calor Urbano (ICU). Gartland (2010) e Oke (2017) afirmam que as Ilhas de Calor Urbano podem ser compreendidas como zonas nas quais as temperaturas das camadas de ar e da superfície dos materiais são mais quentes do que em áreas periféricas. Esse balanço energético pode ocorrer de diferentes formas, conforme as características climáticas da região, tipologia construtiva, materiais e ações antrópicas desenvolvidas no local. ICU's são formadas em zoneamentos urbanos e suburbanos, em decorrência da maior absorção e retenção de calor do sol pelos materiais de construção.

Dessa maneira, a infraestrutura verde torna-se objeto vital no planejamento urbano. Segundo Santamouris e Osmond (2020) a vegetação é responsável por uma considerável melhora no microclima da urbe, mitigando os principais parâmetros motores da ICU. Os parques e praças podem exercer importante papel no abrigo dessas estruturas verdes no meio urbano em virtude de suas características e localização entre agrupamentos de edificações.

Nesse contexto, um estudo realizado por Vieira e Bartolomei (2021) em um parque na cidade de Presidente Prudente - SP, demonstrou que, comparado a uma área sem sombreamento, houve uma redução no valor de temperatura radiante média de 8,8°C e aumento da umidade relativa do ar em 9,5%, no ponto de medição abaixo das árvores. Esses fatores refletiram em uma melhor sensação térmica, relatada pelos transeuntes entrevistados no local.

Em Oslo, na Noruega, uma pesquisa associando temperatura com morbidade apontou que a influência da vegetação coopera na redução do índice de mortalidade de pessoas acima de 75 anos, que são mais sensíveis ao aumento da temperatura (Venter et al., 2020). A pesquisa indica que, mesmo em clima mais frio, diferente dos encontrados em regiões tropicais, a vegetação assegura papel importante para controle da temperatura.

Desse modo, a incorporação de áreas verdes nas cidades deve ser assegurada como parâmetro urbanístico defendido por lei, tendo em vista os benefícios de conforto e saúde que espaços públicos bem planejados trazem para o ambiente urbano, assim como a correta adequação do planejamento das cidades, levando em consideração as particularidades do clima tropical quente e úmido.

2 OBJETIVO

O objetivo é analisar a influência da vegetação na mitigação de Ilhas de Calor Urbano em praças inseridas no tecido urbano. Para isto foi definida como área de estudo a Praça Jacob Suaid, localizada no bairro Mata da Praia, em Vitória (Espírito Santo). A importância e relevância desse estudo residem na necessidade de compreender e quantificar os efeitos da vegetação na redução do calor nas áreas urbanas e o trabalho apresenta os resultados iniciais de uma pesquisa de iniciação científica. As considerações e recomendações deste estudo buscam auxiliar futuros estudos que busquem aprimorar a metodologia e a compreensão dos efeitos da vegetação no ambiente urbano.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A primeira fase da pesquisa se baseou na pesquisa bibliográfica para uma maior aproximação com os temas abordados na investigação (GIL, 2021), associando a influência da vegetação no conforto térmico e microclimas urbanos, como forma de mitigação dos efeitos das ilhas de calor. Na fase posterior utilizou-se o processo de documentação direta através de pesquisa em campo, definido por Lakatos e Marconi (2022), onde foram coletadas as informações no local estudado.

A abordagem metodológica desta pesquisa divide-se em três etapas fundamentais:

3.1 Caracterização da área de estudo e dos pontos de medição;

3.2. Performance da campanha de medição microclimática;

3.3. Compilação de dados e análise de resultados.

3.1 Caracterização da área de estudo e dos pontos de medição

A área de estudo trata-se da praça Jacob Suaid, no bairro Mata da Praia, em Vitória – ES (Figura 1). A praça está localizada a 850m do mar, sendo o bairro limítrofe a Orla de Camburi. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (2006), a cidade de Vitória-ES é descrita tendo um clima equatorial, quente e úmido. Além disso, a cidade não possui período de chuvas bem definido e as estações mais distintas são o verão e o inverno.



Figura 1. Mapa de localização da praça Jacob Suaid.

A praça possui uma área de aproximadamente 9.778 m² e possui diversos equipamentos como quadras de tênis, quadra poliesportiva, quadra de vôlei de praia, pista de bocha, posto da polícia militar, parquinho infantil, jardins, zonas vegetativas. O espaço conta com alguns poucos mobiliários urbanos, em sua predominância bancos. O local é frequentado durante todo o dia pela comunidade, sendo o maior fluxo de pessoas observado durante o período da tarde e da noite.

A pavimentação é predominantemente pedra portuguesa, em toda área de circulação interna da praça. Nas quadras esportivas a cobertura é composta por piso de concreto moldado in loco, assim como na calçada que circunda a praça. Existe, ainda, areia na quadra de vôlei e no parquinho. A vegetação é composta por portes arbóreos, gramíneos e arbustivos. As espécies, de portes diferentes, vão desde nativas do Brasil como a Pachira aquatica, e

também, exóticas como a *Senna siamea* (asiática). As árvores estão dispostas no interior e ao redor da praça em disposição aleatória. Existe uma massa vegetativa em uma parte do espaço e arbustos que circundam toda a praça. A grama recobre pequenos canteiros e jardins.

A praça possui uma área de aproximadamente 9.778 m² e possui diversos equipamentos como quadras de tênis, quadra poliesportiva, quadra de vôlei de praia, pista de bocha, posto da polícia militar, parquinho infantil, jardins, zonas vegetativas. O espaço conta com alguns poucos mobiliários urbanos, em sua predominância bancos. O local é frequentado durante todo o dia pela comunidade, sendo o maior fluxo de pessoas observado durante o período da tarde e da noite.

A pavimentação é predominantemente pedra portuguesa, em toda área de circulação interna da praça. Nas quadras esportivas a cobertura é composta por piso de concreto moldado in loco, assim como na calçada que circunda a praça. Existe, ainda, areia na quadra de vôlei e no parquinho. A vegetação é composta por portes arbóreos, gramíneos e arbustivos. As espécies, de portes diferentes, vão desde nativas do Brasil como a *Pachira aquatica*, e também, exóticas como a *Senna siamea* (asiática). As árvores estão dispostas no interior e ao redor da praça em disposição aleatória. Existe uma massa vegetativa em uma parte do espaço e arbustos que circundam toda a praça. A grama recobre pequenos canteiros e jardins.

Para as medições foram definidos um ponto fixo e oito pontos móveis (Figura 2). Os pontos móveis foram posicionados de forma a abranger a diversidade de situações presentes na praça. Dessa forma, os pontos móveis estão dispostos em áreas com ausência e presença de vegetação, diferentes tipos de coberturas do solo (concreto, pedra portuguesa, areia e grama), e pontos com e sem influência do sombreamento das árvores, visando buscar maior abrangência de parâmetros microclimáticos, como indicado por Vieira e Bartholomei (2021).

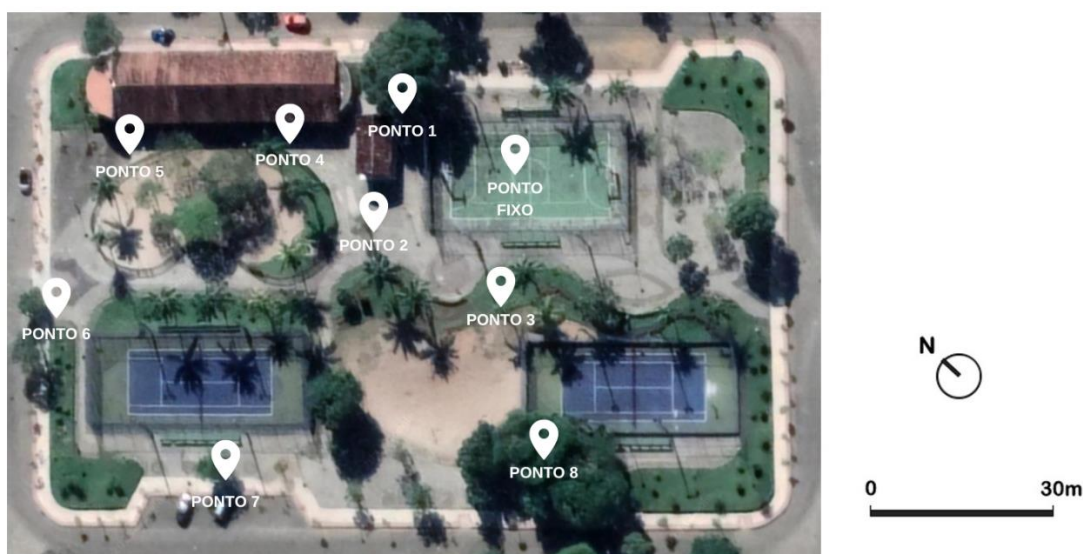


Figura 2. Localização dos pontos de medição na praça.

O Ponto fixo localiza-se dentro da quadra poliesportiva, onde o chão tem cobertura cimentada e uma camada de tinta, sem sombreamento durante todo o dia. O Ponto 1 localiza-se a aproximadamente 15m do ponto fixo, em frente ao posto da polícia militar, sob a sombra de uma árvore (*Licania tomentosa*) durante todo o dia, e pavimentação de pedra portuguesa.

O Ponto 2 de medição fica a aproximadamente 30m do Ponto 1, estando no limite entre a quadra de vôlei de praia e um dos jardins internos, ficando sob a sombra dos coqueiros durante parte da manhã. A cobertura é mista entre areia e grama. O Ponto 3 é caracterizado por uma área de grama, estando a aproximadamente 30m do segundo ponto móvel, ao lado de uma quadra de tênis. Recebe um sombreamento arbóreo durante o período da manhã de um coqueiro (*Cocos nucifera*).

O Ponto 4 está localizado a uma distância maior do Ponto 3, a aproximadamente 50m, e está disposto a uma pavimentação parcialmente de pedra portuguesa e parcialmente de areia; recebendo sombreamento durante o período da manhã. As mesmas características se aplicam ao Ponto 5, localizado a aproximadamente 20 metros do Ponto 4.

O Ponto 6 está exposto à uma pavimentação de cimento, na calçada ao redor da praça. Abaixo de uma árvore de Oiti (*Licania tomentosa*), recebe uma pequena parcela de insolação no período da manhã, mas que ao se aproximar das 12h, segue em sombra plena, recebendo a insolação novamente posterior às 15h.

O Ponto 7 segue parcialmente exposto à pavimentação de cimento da calçada, ao revestimento de pedra portuguesa e recebendo uma parcela mínima de sombreamento durante a manhã. O Ponto 8 é caracterizado pela pavimentação de pedra portuguesa, recebendo sombra durante todo o dia, graças a uma castanheira molulo (*Pachira aquatica*) de grande porte que se encontra no local. As coordenadas de todos os pontos de medição se encontram listadas na Tabela 1.

Tabela 1. Coordenadas dos pontos de medição na praça.

Ponto de Medição	Coordenadas (Latitude / Longitude)
Ponto fixo	-20,2773444 / -40,2913209
Ponto 1	-20,2771983 / -40,2913012
Ponto 2	-20,2772319 / -40,2915109
Ponto 3	-20,2772999 / -40,2914667
Ponto 4	-20,2770628 / -40,2915489
Ponto 5	-20,276958 / -40,2916335
Ponto 6	-20,2771001 / -40,2918345
Ponto 7	-20,2773011 / -40,2919468
Ponto 8	-20,2777123 / -40,2915808

3.2 Campanha de medição microclimática

As medições aconteceram no dia 26 de março de 2023, em três horários (8h, 13h e 19h). Os três horários utilizados para as coletas estão ligados aos diferentes estágios da trajetória solar, a fim de captar distintos parâmetros microclimáticos. Para a escolha do dia de medição respeitou-se dois critérios propostos por Silva e Alvarez (2015) onde, na data deve haver ausência de chuvas (no dia do levantamento de dados e no anterior a ele), e poucas nuvens no céu (evitando-se dias nublados).

A campanha de medição foi realizada de forma sincronizada com o ponto fixo nos oitos pontos móveis. Foram utilizados quatro equipamentos: dois termômetros de globo portáteis e dois termo-higro-anemômetros (Tabela 2). Os instrumentos de análise foram posicionados dentro de um abrigo contra intempéries e em cima de um tripé a um metro e dez de altura do solo, de acordo com a ISO 7730 (2005), o que representa a altura do abdômen. Os equipamentos também seguem o rigor da ISO 7730 (2025) que padroniza as medições de variáveis físicas.

Os dados coletados foram: temperatura do ar, temperatura do globo, valores de velocidade do vento e umidade com suas respectivas máximas, mínimas e médias. A estação móvel registrou os dados em cada ponto móvel por um período de três minutos, enquanto no ponto fixo os dados foram coletados durante toda a campanha (Pinheiro et al., 2021).



Figura 3. Montagem dos equipamentos de medição no ponto fixo.

3.3 Compilação de dados e análise de resultados

Para a análise dos resultados, adotou-se uma abordagem quantitativa, utilizando técnicas estatísticas e gráficos de barras. Os dados coletados, que incluíam temperaturas do ar, temperatura de globo, umidade e velocidade dos ventos, foram organizados e tabulados para facilitar a compreensão e a comparação das informações. Primeiramente, realizou-se uma análise descritiva dos dados, calculando-se as médias. Essas informações permitiram uma visão geral das características dos dados e suas variações. Em seguida, foram construídos gráficos de colunas para representar visualmente as diferenças nas medições em diferentes pontos da praça. Os gráficos permitiram identificar padrões e tendências nas temperaturas do ar, temperatura de globo, umidade e velocidade dos ventos ao longo dos horários de medição.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da metodologia de medições microclimáticas em vários pontos da praça revelaram informações relevantes sobre a relação entre as ilhas de calor urbano e as praças inseridas no tecido urbano. As principais questões observadas referem-se à variação de temperatura ao longo do dia, identificação de áreas mais quentes, avaliação do efeito de sombreamento, comparação das temperaturas em diferentes pavimentações e influência do design da praça.

Quanto a variação de temperatura ao longo do dia, observa-se que as medições realizadas às 13h revelaram as temperaturas mais elevadas, o que está de acordo com o esperado. Esse horário corresponde ao pico de aquecimento durante o dia, quando a radiação solar atinge seu máximo e contribui para o aumento das temperaturas registradas pelo termômetro de globo. Por outro lado, as medições realizadas às 19h mostraram os valores mais baixos de temperatura, devido ao resfriamento noturno. Nesse período, a ausência de radiação solar direta permite que o ambiente perca calor acumulado durante o dia, resultando em temperaturas mais amenas. Portanto, não foi observado na praça o fenômeno das ilhas de calor noturno, e sim as ilhas de calor diurno. Além disso, estudos realizados em cidades de clima tropical também constataram que o pico máximo de intensidade das ilhas de calor ocorre durante o dia (Fialho, 2002; Méndez et al., 2008).

A análise das pavimentações utilizadas na praça revelou que o ponto 6, pavimentado com asfalto de concreto, registrou a maior temperatura do ar. Isso se deve às propriedades térmicas específicas desse material, que tende a absorver e reter mais calor em comparação aos outros pontos de medição. Por outro lado, o ponto 8, que permaneceu sombreado durante todo o dia, apresentou os menores valores de temperatura de globo. O sombreamento nesse local reduziu a exposição direta à radiação solar, resultando em temperaturas mais baixas.

A questão do design da praça também foi abordada na análise dos resultados. O ponto 4, que recebeu uma quantidade menor de sombreamento durante a manhã, registrou as temperaturas mais elevadas. Especificamente às 13h, esse ponto exibiu um valor aproximadamente 7% superior em relação aos demais pontos. Isso ressalta a influência do sombreamento inadequado no acúmulo de calor e na formação de ilhas de calor. No que diz respeito à umidade, os maiores valores médios foram observados durante às 19h, indicando

uma maior umidade relativa do ar durante a noite e contribuindo para um ambiente mais fresco. Por outro lado, às 13h, quando as temperaturas são mais altas, os valores mais baixos de umidade foram verificados.

A velocidade dos ventos também desempenhou um papel relevante na análise dos resultados. Durante às 8h, foi registrada uma incidência reduzida de ventos, indicando uma menor circulação do ar nesse período. Nas demais medições, foram observados picos de vento, o que indica uma maior movimentação do ar e uma possível influência na dissipação do calor.

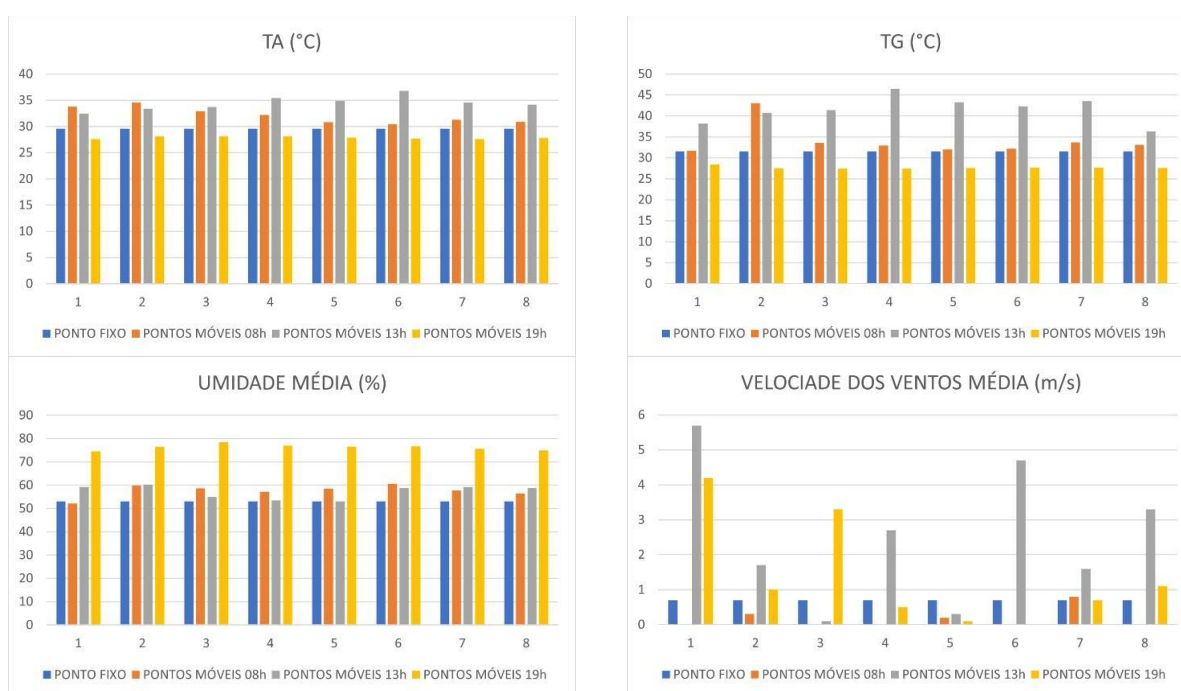


Figura 4. Gráficos comparativos das medições nos 3 horários distinto referentes à Temperatura do ar (TA), Temperatura de Globo (TG), Umidade e Velocidade dos ventos.

5 CONCLUSÕES

Em relação às ilhas de calor, constatou-se que a praça estudada apresentou predominantemente ICU diurna, com temperaturas mais altas ao meio-dia e mais baixas durante a noite. Essa informação corrobora estudos anteriores em cidades de clima tropical, também em estudos realizados na cidade de Vitória. A comparação das temperaturas em diferentes pavimentações ressaltou a influência da escolha de materiais na formação das ilhas de calor urbano, mostrando a forma com que alguns destes se comportam quando expostos a grandes radiações solares, acumulando calor. A identificação de áreas mais quentes revelou que os locais com pavimentação de asfalto de concreto registraram a maior temperatura do

ar. Pavimentos como o asfalto de concreto, devido às suas propriedades térmicas específicas, tendem a absorver e reter mais calor. Por isso, é importante considerar materiais de pavimentação com menor capacidade de absorção de calor para reduzir os efeitos das ilhas de calor, tal como pavimentos permeáveis e asfalto refletivo.

A avaliação do efeito de sombreamento evidenciou que áreas sombreadas apresentaram temperaturas mais baixas. O sombreamento adequado reduz a exposição direta à radiação solar, contribuindo para um ambiente mais fresco e mais agradável ao organismo humano, que quando exposto a altas temperaturas entra em desconforto. Portanto, o planejamento de áreas sombreadas em praças pode desempenhar um papel crucial na mitigação das ilhas de calor, mostrando também a importância de um planejamento paisagístico adequado para a promoção do conforto dos usuários do espaço urbano. Por fim, a influência do design da praça foi observada no acúmulo de calor. Pontos de permanência prolongada com sombreamento inadequado registraram temperaturas mais elevadas, em contrapartida, pontos em que há a presença de vegetação, e pavimentação de material que retém menos calor, apresentaram temperaturas mais amenas. Isso ressalta a importância do planejamento urbano adequado, considerando o sombreamento e outros elementos de design para minimizar o impacto das ilhas de calor.

Essas informações são fundamentais para a compreensão das ilhas de calor urbano em praças e podem subsidiar o desenvolvimento de estratégias de mitigação eficazes e melhores abordagens para o planejamento de cidades e novos espaços públicos, além de mostrar melhorias que podem ser aplicadas em espaços já existentes. A identificação das áreas mais quentes, a análise da variação de temperatura ao longo do dia, a avaliação do efeito do sombreamento, a comparação das temperaturas em diferentes pavimentações e a influência do design da praça são aspectos cruciais para promover um ambiente urbano mais sustentável e confortável do ponto de vista térmico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, Ricardo VR; Barbirato, Gianna M.; Vecchia, Francisco A. S. Vegetação urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido. In: VII Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e III Conferência Latino-Americana sobre Conforto e Desempenho Energético de Edificações. Anais... Curitiba, PUC – ANTAC, 2003.

Fialho, Edson S. Análise temporoespacial do campo térmico na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno. Dissertação (Mestrado em Geografia), Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza-Instituto de Geociências. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio Janeiro, 2002.

Gartland, Lisa. Ilhas de calor: Como Mitigar Zonas de Calor em áreas Urbanas. Tradução Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2011. 256 p. ISBN 978-85-86238-99-3.

Gil, Antônio C. Como elaborar projetos de pesquisa. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

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. 2005

Kottek, Markus; Grieser, Jürgen; Beck, Christoph; Rudolf, Bruno; Rubel, Franz. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. Schweizerbart Science Publishers: Meteorologische Zeitschrift. Vol. 15, No. 3, p. 259 - 263, 07/10/2006. Disponível em: DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.

Lakatos, Eva M.; Marconi, Marina A. Metodologia do trabalho científico: projetos de pesquisa, pesquisa bibliográfica, teses de doutorado, dissertações de mestrado, trabalhos de conclusão de curso. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

Oke, Timothy R.; Mills, Gerald; Christen, Andreas; Voogts, James A. Urban Climates. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 546 p. ISBN 978-0-521-84950-1.

Pinheiro, Ana Claudia R.; Calmon, Ana Carolina A.; Rodrigues, Murillo P.; Maioli, Ricardo N.; da Silva, Fabiana T. A influência da vegetação no conforto dos usuários em praça pública de Vitória-ES. In: XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído/ XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2021, Palmas. Anais... Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2021. v. 1. p. 161-167.

Santamouris, Matthaios; Osmond, Paul. Increasing Green Infrastructure in Cities: Impact on Ambient Temperature, Air Quality and Heat-Related Mortality and Morbidity. Buildings. Vol. 10, n.12, p. 233, 2020. Disponível em: DOI: 10.3390/buildings10120233

Silva, Fabiana T.; Alvarez, Cristina E. An integrated approach for ventilation's assessment on outdoor thermal comfort. Building and Environment. Volume 87, Pages 59-71, 2015.

Venter, Zander S.; Krog, Norun H.; Barton, David N. Linking green infrastructure to urban heat and human health risk mitigation in Oslo, Norway. Science of the Total Environment. Vol. 709, 136193, 2020.

Vieira, Rafaela de Lima; Bueno-Bartholomei, Carolina Lotufo. Influência da Vegetação na Variação dos Parâmetros Microclimáticos e no Conforto Térmico Real e Calculado.. In: XVI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído/ XII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Anais... Palmas (TO) online, 2021.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à FAESA Centro Universitário pelo apoio e equipamentos utilizados no desenvolvimento desta pesquisa.