

ILHA DE CALOR URBANA: DIAGNÓSTICO COMO FERRAMENTA DE GESTÃO AMBIENTAL URBANA NAS CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE

[\[ver artigo online\]](#)

Fernando Diniz Abreu Silva ¹
Marcio Antônio Couto Ferreira ²

RESUMO

Tanto a estruturação como a ocupação dos espaços urbanos, como um todo, estabelecem inquestionável influência sobre o perceptível crescimento das temperaturas, chegando mesmo a dar ensejo ao episódio denominado Ilhas de Calor Urbana (ICU), causadoras de inquietações ou incômodos de natureza térmica. Mesmo nas circunstâncias nas quais os referidos incômodos possam se manifestar em equilíbrio por determinado espaço, haverá diferenciadas percepções desse fenômeno, a partir dos padrões de suscetibilidade coletiva, comunitária ou popular. Dessa forma fica estabelecido como objetivo do presente estudo o exame das condições básicas do espaço urbano, envolvendo áreas verdes na perspectiva de atenuar a geração das chamadas ilhas de calor. A revisão bibliográfica será a metodologia a ser aplicada no desenvolvimento desse aprendizado, utilizando-se diversas pesquisas, artigos, algumas dissertações, entre outros elementos textuais. Conclui-se que é possível compreender que o exame minucioso das ilhas de calor urbanas viabiliza a oferta de incentivos ou aportes ao planejamento urbano, tencionando a proteção da coletividade, a fim de que se torne factível a edificação de centros urbanos mais salubres para quem lá vive.

Palavras-chave: Ilha de calor; urbanização; clima urbano; conforto térmico; planejamento urbano.

¹ Mestrando do Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Amazonas, Manaus. E-mail: fndiniz@ufam.edu.br

² Professor Orientador. Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas. Professor da Universidade Federal do Amazonas. E-mail: macouto@ufam.edu.br



URBAN HEAT ISLAND: DIAGNOSIS AS A TOOL FOR URBAN ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN SMALL AND MEDIUM-SIZED CITIES

ABSTRACT

Both the structuring and the occupation of urban spaces, as a whole, establish an unquestionable influence on the perceptible increase in temperatures, even giving rise to the episode called Urban Heat Islands (ICU), causing concerns or discomfort of a thermal nature. Even in the circumstances in which the aforementioned discomforts can manifest themselves in balance in a given space, there will be different perceptions of this phenomenon, based on the patterns of collective, community or popular susceptibility. Thus, the aim of this study is to examine the basic conditions of urban space, involving green areas with a view to mitigating the generation of so-called heat islands. The bibliographic review will be the methodology to be applied in the development of this learning, using several researches, articles, some dissertations, among other textual elements. It is concluded that it is possible to understand that the meticulous examination of urban heat islands makes it possible to offer incentives or contributions to urban planning, intending to protect the community, so that it becomes feasible to build more healthy urban centers for those who live there. live.

Keywords: Heat Island; urbanization; urban climate; thermal comfort; urban planning.

1 INTRODUÇÃO

O evento denominado Ilha de Calor Urbana (ICU), também se origina, como outros problemas ambientais, nas diversas ações de produção da zona urbana. Em cenários como países tropicais, tal fenômeno se caracteriza como uma ameaça ao conforto térmico, à qualidade de vida e até mesmo à saúde da população.

A acelerada evolução urbana de grande parte dos maiores municípios do Brasil, nos últimos decênios, possui como marca a inexistência de organização prévia, para o estabelecimento da apropriação dos espaços. Tal circunstância é corroborada pela alta taxa de urbanização do país, que entre 1940 e 2010, aumentou de 31,24% para 84,36% (IBGE, 2019).

A deficiência do sistema de saneamento básico é um dos resultados dessa urbanização não planejada, juntamente com o déficit habitacional, entre outros aspectos de grande importância da estrutura básica das cidades, levando a proliferação de mais problemas para a coletividade e para o meio ambiente.

Fato que se distingue entre tantos outros, a supressão do verde dentro das cidades, envolvendo praças, jardins e parques urbanos, por exemplo, não podem ser confundidos com áreas livres de construção e de áreas destinadas a atividades recreativas particulares, como é o caso dos clubes (RUBIRA, 2016).

No processo de urbanização vigorosa, uma das mais graves consequências é o crescimento da temperatura local. É grave, tanto pela geração de desconforto térmico, altamente nocivo à saúde de idosos e crianças, mas também pelo potencial para provocar outras disfunções, como é o caso da ampliação das necessidades energéticas, dos indicadores de poluição e alteração da quantidade de chuva que cai (ALEIXO, 2012).

A ampliação pontual da temperatura nos espaços urbanos se deve, sobretudo, às alterações dos materiais do solo, que contribuem para o aumento das fontes que difundem calor. Nas circunstâncias em que se manifestam em grande proporção é possível perceber um padrão bem característico da temperatura da superfície urbana, na comparação com temperatura das adjacências (SOUZA, 2004).

Tal fato intitulado “ilhas de calor”, diz respeito a uma clara inconstância ou oscilação espacial da temperatura do planeta Terra (YUAN; BAUER, 2007).

Tudo isso é decorrência das mudanças na forma com a qual o solo vem sendo utilizado e de sua ocupação por materiais que, normalmente, são partes constituintes das áreas urbanas, mudando o equilíbrio da radiação solar que alcança a superfície da Terra e, portanto, as frações de radiação incidentes, difundidas, absorvidas e carregadas. Por conseguinte, é passível de observação por sensoriamento à distância, nas faixas ou bandas do espectro eletromagnético, denominadas de infravermelho distante ou termal (BOSCHETTI, 2008).

É cada vez mais descomplicado o desenvolvimento de estudos sobre as Ilhas de Calor detectadas dentro das cidades, sobretudo em razão da disponibilidade plena de recursos como as imagens de satélite fornecidas por instituições como a *United States Geological Survey* (USGS, 2019) nos Estados Unidos e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2019), no Brasil.

Por todo o exposto o exame do suporte da estrutura das cidades juntamente com o reconhecimento de seus espaços verdes, capazes de minimizar os impactos provocados pelo desenvolvimento de Ilhas de Calor, são a razão maior da realização do presente estudo.

A abordagem qualitativa conjugada com a realização de procedimentos bibliográficos é o suporte metodológico escolhido para a realização deste estudo.

Em que pese toda a disponibilidade oferecida pelos recursos tecnológicos anteriormente mencionados, ainda é necessário o desenvolvimento de mais estudos relacionados a qualidade das imagens e de seu potencial para avaliar a temperatura da superfície de espaços físicos determinados, a fim de oferecer o suporte a confiabilidade das estimativas ou aproximações e o aprimoramento das tecnologias necessárias à realização de estudos ou pesquisas como a presente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Conteúdos e assuntos concernentes à **ilha de calor urbano** serão apresentados envolvendo a relevância dos espaços verdes a fim de que seja

minimizado esse evento. A investigação sobre as ilhas de calor urbanas revela-se, cada vez mais, uma ferramenta determinante para a administração das áreas das cidades, tendo em vista que a adaptação das diferenças das temperaturas intraurbanas e rurais próximas é potencialmente capaz de proporcionar dados para implementação de ações no sentido de reduzir a tamanho das tais já referidas **ilhas de calor**.

2.1 Conceituando ilha de calor urbana

Compreendida como um desequilíbrio ou irregularidade térmica a **ilha de calor**, detentora de proporções horizontais, verticais e temporais, é perceptível em quase todas as localidades onde têm sido pesquisada. Suas especificidades guardam relação com as características da cidade como suas dimensões, encorpamento ou densidade das construções, e a forma como vem sendo utilizado solo, além das interferências externas como o clima, as condições climáticas e as estações do ano (OKE, 1982).

Uma das formas através das quais é possível interpretar **Ilha de Calor Urbana** é o aumento de temperatura em pontos específicos de uma cidade motivada por inúmeros outros fatores como é o caso da concentração de prédios que se configuram como obstáculos a ventilação natural, a supressão ou escassez de arborização, as transformações de traços ou atributos da superfície do solo (MENDONÇA, 2015).

Segundo Oke (1988) o aspecto de destaque sobre a ilha de calor atmosférica é sua força ou potência, configurada na dissemelhança entre o maior extremo da temperatura urbana e o menor extremo da temperatura rural, simultaneamente.

As ilhas de calor podem ser descritas como bolhas de ar quente localizadas nos limites territoriais das cidades, resultantes do potencial característico dos materiais identificados na superfície para conservar e espelhar a energia do sol e da produção do calor antropogênico. Sucodem das distinções identificadas na apuração da energia entre a área urbana e a área rural, assim como das distinções verificadas dentro da própria cidade (AMORIM; DUBREUIL, 2017).

Considerado todo esse contexto, os enfoques de maior relevância para a geração das ilhas de calor urbanas advêm do balanço de energia, resultante dos aspectos naturais e urbanos. Elementos naturais como as variedades de tempo, o relevo e as variações de superfície (com e sem vegetação), além das causas urbanas, as particularidades dos espaços edificados e as ocupações humanas são os pontos de maior destaque em relação ao presente tema.

2.2 Tipos de ilha de calor urbana

Segundo Oke (1978) e Arnfield (2003) a atmosférica inferior, a atmosférica superior e a superfície são as espécies de ilhas de calor urbana descritas pela bibliografia.

A radiação difundida pelos objetos da superfície terrestre, guardam estreita relação com as **ilhas de calor urbano** de superfície, passíveis de representação em valores de temperatura com base na conversão dos valores de radiância das imagens adquiridas através de sensores remotos, no intervalo espectral infravermelho termal, acoplados a satélites, como é o caso do o satélite Landsat 8.

Verticalmente falando são constituídas duas camadas distintas a saber: a *Urban Canopy Layer* (UCL) (inferior) e *Urban Boundary Layer* (UBL) (superior). A UCL localiza-se entre o solo (a superfície) e o nível médio dos telhados e coberturas. Tal camada resulta de circunstâncias que se manifestam na microescala, dotadas de um hermetismo próprio, em razão da multiplicidade das movimentações na superfície (OKE, 1978).

O conjunto de técnicas e de obras que tem por objetivo oferecer a uma cidade as condições de infraestrutura, planejamento, organização administrativa e embelezamento com base nos princípios do urbanismo é responsável pela formação da referida camada de calor que, a partir de sua interferência, no plano vertical, responde pela *Urban Boundary Layer* (UBL) (Camada Limite Urbana). Diz respeito a camada que se encontra sobre a UCL. Suas proporções se modificam ou se alternam no tempo e no espaço, assumindo maior turbidez durante o dia e maior concreta no decorrer da noite.

Em relação ao corte vertical da atmosfera urbana, há um cenário favorável para mistura, considerando sua altura variável, a depender do potencial da superfície para gerar o deslocamento do ar. No decorrer da noite existe a possibilidade de alcançar menos de 100m, visto que a superfície é resfriada mais rapidamente que a atmosfera e, ao longo do dia tende a alcançar de 1 a 2 km, pois as correntes convectivas possuem um maior nível de intensidade (AMORIM, 2000).

Oke (1978, p.265), em mais contribuição, indica como pressupostos mais relevantes em relação a ilha e calor urbano, na perspectiva da *Urban Boundary Layer* que:

Entrada de ar quente resultante da ilha de calor na camada de cobertura urbana; Calor antropogênico dos telhados e da aglomeração; Queda do fluxo de calor sensível da camada estável de cobertura pela convecção de penetração; Convergência do fluxo radiativo de ondas curtas no ar poluído.

Como elucida Lombardo (1985, p. 26), ainda que se destaque como fator de grande visibilidade o desconforto térmico não é a causa única da deterioração das ilhas de calor urbano, posto que:

A ilha de calor pode modificar as correntes de vento na cidade, mas essa implicação deve ser analisada também com o tipo de tempo, a posição orográfica, a estrutura das construções e o sítio urbano. As cidades, em época de calmaria, recebem ventos da periferia em direção ao centro, aumentando, assim, a possibilidade de concentração de poluentes no ar [...]. Pode, também, causar um aumento de precipitação nas áreas urbanas. O efeito da rugosidade das construções, o ar quente ascendente e o aumento dos núcleos de condensação devido à concentração de aerossóis, podem provocar um aumento da quantidade de precipitação de 5 a 10%, registrando-se também a elevação da incidência de granizos.

Consideradas as inúmeras decorrências desfavoráveis e teoricamente nocivas ao conforto térmico, como também, ao bem-estar ou higidez da coletividade, o referido evento é potencialmente conveniente para certa parcela da comunidade científica, favorável a inserção do assunto no contexto das políticas públicas, bem como do projeto de urbanização, sobretudo nos centros urbanos de temperatura quente.

2.3 Clima urbano

Hann, em 1982, classificava o clima, de forma categórica, como sendo a representação de eventos meteorológicos que constituem a condição média da atmosfera por cima de um local específico da superfície da terra (SILVA; ASSUNÇÃO, 2004).

Por outro lado, Cunha e Vecchia (2007), assumiram posição discordante da definição anterior que, para eles, envolvia considerável grau de subjetividade, uma vez que os aspectos meteorológicos se relacionam mutuamente, no tempo e no espaço, principalmente por sua variabilidade, tangibilidade e realidade. Nessa perspectiva a climatologia dinâmica, na qualidade de modalidade diferenciada de análise do clima, orientada ao tratamento dos aspectos climáticos de forma integralizada, dada a inviabilidade de que sejam avaliados de forma desagregada, já que a ideia maior é alcançar o entendimento da realidade.

Falar em climatologia dinâmica, significa considerar que tanto a investigação quanto a análise do clima são desenvolvidos a partir da variabilidade do clima, reprisada em períodos uniformes, caso das estações do ano, ou não, em face de episódios atípicos, na atmosfera e seu relacionamento com outros planos como a biosfera, a hidrosfera e a antroposfera, definido como holorritmo, plenitude ou integralidade dos ritmos (SETTE; TARIFA, 2002).

Nessa conjuntura, levando-se em conta a habitual limitação das dimensões dos espaços urbanos, na comparação com às áreas rurais, acabam por representar pouca preponderância em escala global. Complementarmente em um grande número de análises climáticas, lançam mão de informações fornecidas por estações meteorológicas standardizadas, constituídas de determinados aspectos técnicos de instalação, entre eles, a obrigatoriedade de que seja acomodado em espaço desembaraçado de obstáculos naturais ou de edificações produzidas pelo homem (INMET, 2011).

Conseqüentemente, em grande parte dos estudos sobre o clima até então desenvolvidos, é pouco significativa a avaliação das repercussões resultantes do desenvolvimento das áreas urbanas. Fruto das inúmeras inteirações necessárias a

realização das mudanças que as áreas materiais e as atribuições características dos espaços das cidades desencadeiam nos balanços de energia, massa e movimento, em relação aos quais os estudos precisam ser enfrentados de maneira interdisciplinar, em um espaço ou região intitulada climatologia urbana (ANDRADE, 2005).

As consequências mais evidentes da atuação do clima das cidades se fazem perceptíveis pela coletividade, sobretudo, pelos protestos relacionados ao desconforto térmico, das condições do ar e das repercussões negativas provocadas pelas chuvas em excesso, entre outros aspectos. Mais que isso as mudanças são fruto da devastação da cobertura vegetal primordial ocorrida, em grande parte, pela intensificação do fluxo de pessoas e veículos, pela impenetrabilidade do solo, alterações no relevo através da prática sistemática de nivelamentos resultantes da aposição de materiais, encanamento de cursos d'água, aglomeração de construções, crescimento vertical da cidade, aparelhamento urbano com equipamentos como praças, casas, parques e indústrias, entre outros, assim como da incomensurável dispersão de inúmeros elementos poluentes na atmosfera (AMORIM, 2011).

As temperaturas de grande magnitude, bem como as variações abruptas tornam-se cada vez mais circunstâncias reiteradas no Brasil e no mundo. Segundo manifestação da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) (2016) o ano de 2015 bateu recorde histórico de calor, com a constatação de que os valores médios de temperatura da Terra foram os mais altos já consignados em toda a série histórica de aferição iniciada em 1880. O *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) foi responsável pelas avaliações autônomas que corroboraram tal constatação reforçada, ainda, por medições da temperatura global que registram crescimento contínuo, há mais de 15 anos, desde 2001, realizadas pela NASA.

O clima tropical predomina em parte considerável dos centros urbanos brasileiros, reconhecidos por suas altas temperaturas, em parte preponderante do ano. As práticas usuais de organização e utilização do espaço urbano agravam, sobremaneira, as condições naturais para a permanência do homem nesse

ambiente, amplificando as temperaturas a patamares capazes de originar o evento denominado Ilhas de Calor Urbana (ICU), característico, entre outros aspectos, de um problema ambiental que exige todo cuidado e atenção da comunidade científica e daqueles que projetam as cidades, por todo risco que oferece ao meio ambiente urbano, assim como para sua coletividade.

2.4 Fenômeno das ilhas de calor

Caracterizada pela diminuição, paulatina, da temperatura ambiente, na proporção em que se estabelece o distanciamento dos centros urbanos em direção ao seu entorno, as chamadas Ilhas de Calor Urbanos são objeto de grande interesse por parte dos estudiosos do clima.

Na qualidade de evento caracterizado por considerável variabilidade térmica, as Ilhas de Calor respondem pelo registro de temperaturas da superfície do ar urbano superior àquela dos espaços de suas adjacências. Esse fenômeno varia em termos de padrão de localização, dentro das próprias cidades, como também em relação a distinção de temperatura entre as cidades e as zonas rurais que as circundam (WENG; YANG, 2004).

Para Oke (2005), as variações de calor registradas dentro das cidades são elementos motivadores da formação das Ilhas de Calor, com a conseqüente mudança no clima local. Apesar disso, há circunstâncias nas quais as variações de calor extrapolam o espaço dos centros urbanos, atingindo o espaço rural.

As elevadas variações de temperatura se verificam, nas cidades, na comparação com as alternâncias de temperatura do ambiente rural, resultam da intitulada oscilação ou variação climática de ordem antropogênica, levando a ocorrência das Ilhas de Calor. Segundo os já mencionados autores é uma anomalia térmica, fruto do mecanismo de desenvolvimento urbano, em relação à mudança da superfície, essencialmente em relação aos materiais que a constituem, e da atmosfera local que favorece o acesso do curso de radiação solar (CAMARGO *et al.*, 2007).

Da mesma forma que os demais eventos de natureza climática, o desequilíbrio térmico resultante das Ilha de Calor se processa em diferentes níveis de intensidade. As oscilações, nos planos espacial e temporal, se manifestam tanto dentro do perímetro urbano quanto na zona rural. Mais do que os problemas ligados ao alto padrão de temperatura, as edificações também são, potencialmente, obstáculos a circulação de ar, tornando mais difíceis as trocas de calor com o ambiente rural (COLTRI *et al.*, 2007).

A queda no padrão de velocidade do vento resulta da redução da altura das áreas urbanas. Tal evento se conecta com o potencial das construções e edifícios para promoverem a alteração da velocidade e da direção do vento, podendo gerar resultados negativos para a população das cidades (ALCOFORADO *et al.*, 2005)

No rol das mudanças climáticas, a temperatura é o elemento de maior preponderância no que diz respeito a formação do clima das cidades. As áreas construídas, agregadas às atividades humanas e às mudanças na atmosfera das cidades, geram eventos diferenciados como é o caso das Ilhas de Calor e das Ilhas de Frescor, enquanto zonas nas quais são identificadas acentuadas diferenças de temperatura, na comparação com seu entorno limítrofe (DUMKE, 2007).

2.5 Áreas verdes urbanas

A estruturação urbanística é geradora de acentuadas repercussões no clima local, dado o fato de motivar o aumento da temperatura do ar e, por consequência, o desconforto térmico, provocando a queda da qualidade de vida da coletividade (ROMERO, 2016).

O crescimento das cidades e, por conseguinte, de seu contingente populacional, renova os elementos físicos e químicos presentes na atmosfera, modificando as condições naturais preexistentes, formando o clima do espaço urbano (LIMA; PINHEIRO; MENDONÇA, 2016).

Santana *et al.* (2014) acompanham o pensamento dos autores anteriormente citados uma vez que também compreendem que a temperatura urbana sofre as maiores consequências das mudanças do clima.

As áreas verdes são potencialmente benéficas ao ambiente das cidades, através de seu elemento básico e formador que é a vegetação. Uma vez incorporada ao arranjo urbano, adquire a capacidade de gerar certos benefícios aos indicadores ambientais, como é o caso da temperatura do ar e de sua umidade relativa, da ventilação, níveis de ruído, concentração de monóxido (CO) e dióxido de carbono (CO₂) dentre outros aspectos (BARBOSA, 2005).

Resolução CONAMA n.º 369/2006, em seu Art. 8.º, § 1.º, encontra-se estabelecido que área verde de domínio público é “o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização” (BRASIL, 2006).

É direito da coletividade o acesso a áreas verdes nas cidades, conforme o que determina o Artigo 225 da Constituição Federal, estabelecendo que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida”, corroborado pela Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, do Estatuto das Cidades assegurando, em seu artigo 1º, “o bem-estar dos cidadãos e equilíbrio ambiental” (BRASIL, 1988; 2001).

As áreas verdes das cidades dizem respeito ao conjunto de áreas internas do espaço urbano dotadas de cobertura vegetal arbórea, originárias e introduzidas, tanto arbustivas quanto rasteiras, caso das gramíneas, e que colaboram, de forma acentuadamente, significativa para a manutenção de uma boa qualidade de vida e o equilíbrio do meio ambiente das cidades (FERREIRA; CARRILHO; MENDES, 2015).

Lima e Amorim (2006) manifestam o entendimento de que a existência de áreas verdes é essencial para a manutenção do denominado microclima urbano, garantindo a boa qualidade do ambiente, bem como da qualidade de vida da coletividade.

No mesmo sentido, alguns estudos indicam que as características da vegetação também interferem auxiliando, em diferentes níveis, na redução da temperatura da mesma forma de avaliar a vegetação no meio urbano e o período analisado, (dia ou noite), também interferem (ALMEIDA; VASCONCELLOS, 2018).

Entre os padrões de clima como umidade, temperatura do ar, temperatura média radiante, direção e velocidade do vento, aquele de maior interferência sobre a capa da vegetação das árvores é a temperatura radiante média, que mexe, fundamentalmente, na comodidade térmica. Os atributos da capa da vegetação e do solo interfere, sobremaneira, na temperatura radiante média (SHINZATO; DUARTE, 2018).

Apesar disso, Rocha, Souza e Castilho (2011) desenvolveram estudo sobre a inter-relação existente entre a temperatura do ar e as particularidades do ambiente urbano, tendo identificado que a presença da vegetação e a penetrabilidade do solo interferem, rigorosamente, no calor noturno atenuando as repercussões do aumento da temperatura das cidades.

Lobaccaro e Acero (2015) registram o fato de que a existência de vegetação, atenua a temperatura do ambiente e colabora com na dispersão do calor absorvido ao longo do dia, favorecendo o bem-estar térmico ao nível do solo urbano.

Tal aspecto torna de suma importância a conservação de equipamentos como parques, praças e espaços de preservação ambiental, além da presença de telhados verdes, com o objetivo de reduzir os impactos ou decorrências do aquecimento urbano e colaborar para a qualidade ambiental das cidades (BARROS; LOMBARDO, 2016).

Há cada dia que passa, vêm se atualizando os recursos tecnológicos relativos a produção de coberturas e paredes verdes, ampliando a eficiência em seu emprego, operando de forma cada vez mais adequada em relação ao fluxo de calor nas coberturas ou revestimentos para, então, minimizar a temperatura nas áreas internas das edificações e colaborando para redução da temperatura do ar (MATHEUS *et al.*, 2016).

Os espaços verdes existentes nas cidades possuem um valor inestimável para um adequado padrão da qualidade da vida nessas áreas. Sua ação se configura de forma conjunta sobre o lado físico e mental das pessoas, atenuando ruídos e calor do sol, enquanto em relação aos aspectos psicológicos, minora o sentimento de opressão do homem frente às edificações de grande dimensão; compondo-se em competente filtro para retenção de partículas sólidas, em suspensão no ar,

oferecendo suporte a formação e o melhoramento do direcionamento da harmonia ambiental, entre tantos outros proveitos. A fim de executar de forma integral a sua atribuição, a arborização urbana precisa ser aperfeiçoada com base em um planejamento melhor elaborado (NORO; BATTISTELLA, 2015).

Dentro desse cenário, a vegetação funciona como instrumento de controle da temperatura do ar ambiente por meio da radiação solar em seus processos metabólicos, tornando mais tênue ou suave a temperatura seu entorno, principalmente àquelas próximas aos corpos d'água. O bem-estar térmico de pessoas que circulam em áreas pródigas em cobertura vegetal é muito maior como consequência do sombreamento e da ventilação (MENDONÇA, 2015).

Segundo Faria e Mendes (2004), na qualidade de utilidade alternativa da vegetação, no desempenho do papel como dispositivo de ensombramento e indutor de umidade é potencialmente efetivo. Apesar disso, a escolha da vegetação apropriada para sombreamento de uma edificação deverá ser resultante do sentido ou direção da fachada a qual se busca ensombrar, da direção dos ventos dominantes, da qualidade do solo, do espaço ao dispor no terreno e, sobretudo, da altura e do azimute do sol nos ciclos de radiação solar mais intensos, indicativos dos dias de temperatura mais alta do ano.

Com base nesses aspectos fica evidente o potencial de atuação das áreas verdes como Ilhas de Frescor, colaborando com a tarefa de redução dos efeitos extremos da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, viabilizando, dessa forma, avanços ou aperfeiçoamentos das condições ambientais das zonas urbanizadas.

2.6 O olhar para as cidades nos estudos das ilhas de calor

Os estudos envolvendo as Ilhas de Calor em cidades de pequeno e médio porte, ainda que ignorados, em grande parte das políticas públicas, a nível global ou local, têm se orientado a partir da conjuntura que, da mesma forma como se dá nos grandes centros urbanos, nos agrupamentos com menores proporções territoriais e intricamento, a partir da ótica de sua estruturação, são identificadas acentuadas

mudanças na paisagem natural, concretizadas por meio de formas distintas de poluição do ar, água, solo e subsolo, além de mudanças na estrutura e distribuição do ambiente urbano (AMORIM, 2019).

Na concepção de Amorim (2017) verifica-se, corriqueiramente, o direcionamento de rios e córregos através de tubulações, com frequentes alterações em sua orientação por meio alteios, nivelamentos ou construção de novas edificações; desbaste da cobertura vegetal e a consorciação das atividades urbanas com a sistemática de ocupação da terra, gerando mudanças ou transformações nos processos dinâmicos da atmosfera e, por conseguinte, nos componentes climáticos (AMORIM, 2017).

Incontestavelmente, o fenômeno representado pelas Ilhas de Calor, bem como as altas precipitações e as consequências do severo processo de poluição atmosférica são muito mais perceptíveis pelos grupos sociais incertos nas áreas urbanizadas como um todo, em comparação com as áreas de seu entorno ou periferia.

Motta e Mata (2008) declaram que desde os anos de 1970, cidades de médio porte têm realizado um bom trabalho no que respeita a condução de sua economia, assim como também em relação a economia do país. Nessa conjuntura encontra-se inserto, um grande quantitativo de pessoas, assentadas nos centros urbanos de pequeno e médio porte e que, fatalmente, são atingidas por suas características específicas, especificadamente, no tocante às mudanças na atmosfera e na formação das Ilhas de Calor Urbanas.

Salienta-se, por oportuno, que a dureza imposta pelas altas temperaturas, principalmente nas áreas de clima tropical continental, seguramente favorecem o desconforto térmico para a população, agravados, ainda, pelas Ilhas de Calor. Complementarmente, intensidades de temperaturas diferenciadas entre as áreas edificadas e não edificadas favorecem o processo de transferência em razão da movimentação horizontal do ar, auxiliando o transporte de poluentes atmosféricos e de materiais particulados para as regiões ou zonas mais quentes e intensamente construídas, nas quais está localizada o contingente majoritário da população (MENDONÇA, 2015b).

Tal ocorrência, potencialmente, colabora para o aumento de problemas respiratórios, característicos da estação seca de considerável parte do país. Assim, as Ilhas de Calor além de provocar decorrências, diretamente, no conforto dos indivíduos, também colaboram para o crescimento de doenças ligadas à qualidade do ar.

Eventos relacionados a perturbações térmicas ocorrem com habitualidade no ambiente tropical e as Ilhas de Calor favorecem a acentuação de situações de desconforto para moradores das cidades. Assim, estudos sobre o clima urbano em cidades de médio e pequeno porte, também são relevantes em função do anseio por cidades mais agradáveis e saudáveis para aqueles que nelas residem (GRIMM *et al.*, 2012).

Diante da impossibilidade de se mensurar as alterações nos elementos do clima, a partir do início da presença das pessoas, tanto no campo como na cidade, simplesmente porque não há registros metódicos ou organizados de tais elementos, a principal referência para se avaliar a interferência das cidades na geração de um clima propriamente urbano é a comparação com o entorno rural próximo, considerado menos alterado em relação à paisagem original do que as cidades (AMORIM, 2017).

Na concepção de Oke (1988) a característica de maior relevância da Ilha de Calor atmosférica é a sua potência ou energia, avaliada a partir da diferença entre o máximo da temperatura urbana e o mínimo da temperatura rural, simultaneamente.

Em ótica similar, García (1996) considerou a intensidade e a magnitude das Ilhas de Calor levando-se em conta as distinções térmicas entre o rural e o urbano consignadas através dos critérios ou fatores seguintes: ilha de calor de fraca significância, nas circunstâncias em que as diferenças entre os pontos mais quentes e mais frios oscilam entre 0°C e 2°C; de média significância, quando oscilam entre 2°C e 4°C; de forte significância quando oscilam entre 4°C e 6°C e de muito forte quando acima de 6°C.

Assim, as investigações sobre as intensidades e magnitudes das Ilhas de Calor, tornam viáveis estudos comparativos entre cidades distintas em âmbitos climáticos diversos (AMORIM; DUBREUIL, 2017).

As Ilhas de Calor atmosféricas são, conseqüentemente, descritas como bolsões de ar quente identificados nos espaços urbanos resultantes do potencial dissemelhante dos materiais vistos na superfície, destinados a conservar e irradiar a energia do sol e da geração do calor antropogênico. Originam-se das diferenças no balanço de energia entre os urbanos e rural, bem como das diferenças existentes dentro da própria cidade (AMORIM, 2017).

Para Oke (1982, p. 7) a Ilha de Calor é um desequilíbrio térmico de proporções horizontais, verticais e temporais, observada num grande número de locais onde os estudos foram desenvolvidos. Para que seja calculada “considera-se a diferença da temperatura, registrada simultaneamente, entre o ambiente construído e o não construído (ΔT_{u-r}).”

Não há parâmetro único para que se calcule a intensidade de Ilha de Calor urbana e em grande parte dos estudos tal cálculo foi desenvolvido a partir da subtração da temperatura do meio urbano da temperatura de estações meteorológicas de aeroportos (OKE, 2006; MARTIN-VIDE; SARRICOLEA; MORENO-GARCÍA, 2015).

Grande parte dos estudos de Ilhas de Calor urbanas foi desenvolvida em horário noturno e um número comparativamente menor deles foi desenvolvido em relação as Ilhas de Calor durante o dia (GEORGAKIS; SANTAMOURIS; KAISARLIS, 2010).

Quase sempre pela manhã, o diferencial térmico entre áreas urbanas e rurais é menor. Com o passar do dia esse diferencial tende a se ampliar a considerando que as superfícies das cidades concentram radiação solar e a dispersa como ondas longas intensificando a temperatura do ar urbano. O ímpeto ou potência da Ilha de Calor é quase sempre maior no horário noturno, considerando que as superfícies das cidades permanecem dispersando calor e reduzem o resfriamento no decorrer da noite (TING, 2012).

A temperatura de superfície é de importância capital para viabilizar a análise da Ilha de Calor urbana. Esse fenômeno é quase sempre analisado, tanto pelo método tradicional, onde é mensurada pelas observações terrestres através de transectos móveis ou redes de estações meteorológicas, como através das imagens

de satélite, método cada vez mais escolhido pelos pesquisadores, por significar um grande avanço em termos de tecnologias geoespaciais, sobretudo para a estimação da ilha de calor urbana de superfície (ALVES; BIUDES, 2013; ALVES; LOPES, 2017).

Tanto as ilhas de calor urbanas atmosférica como a de superfície, nos centros urbanos brasileiros também constituem-se em evidências, juntamente com situações de desigualdades socioespaciais no ambiente das cidades, sendo identificado o fato de que a população é afetada, diferenciadamente, pelo fenômeno em razão das condições de fragilidade social, ou seja, o clima urbano, por essa ótica, também pode ser entendido como uma construção social (RAMPAZZO, 2019).

A partir dessa perspectiva, o estudo das Ilhas de Calor, em espaços urbanos de médio e pequeno porte, é fundamental para geração de diagnósticos e prognósticos que colaborem com medidas efetivas de planejadores, movimentos sociais e sociedade civil para reduzir as repercussões socioambientais resultantes do fenômeno na qualidade de vida das pessoas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje em dia, as inquietações com as mudanças climáticas e, especialmente, com a ampliação da temperatura em proporção planetária, são postas em evidência por determinados administradores, cientistas e parte da população. Apesar disso, pouca atenção vem sendo dada as mudanças da temperatura no padrão local.

Um grande número de estudos desenvolvidos no Brasil, em cidades de pequeno e médio porte evidenciam, indubitavelmente, que tais cidades possuem características climáticas que precisam ser levadas em conta e as mesmas modulam de intensidade com base em suas especificidades próprias, com diferentes possibilidades de combinações.

De acordo com o que foi evidenciado, as Ilhas de Calor são identificadas nas cidades de pequeno e de médio porte, com vigor e importância muito elevados. As especificidades climáticas das cidades localizadas em clima tropical continental, tal como se mostrou, mostram temperaturas maiores do que nos espaços rurais do

entorno. As Ilhas de Calor urbanas, mesmo no inverno, afetam a qualidade de vida da coletividade de tais ambientes.

As mudanças climáticas são percebidas e detectadas, principalmente, na escala local e a oscilação geográfica das Ilhas de Calor admitem análises da fragilidade da população, que sofre de maneira diferenciada, diante das intensidades percebidas.

As dimensões das Ilhas de Calor não variam, somente, em função do tamanho da população, dos sistemas atmosféricos atuantes, do tipo e adensamento das edificações, mas, principalmente, da presença de vegetação arbórea nos espaços urbanos.

O conhecimento do funcionamento da constituição das Ilhas de Calor e a variabilidade de suas potências sempre fizeram parte das nossas preocupações, ao longo dos anos dedicados a essas pesquisas. Mais do que quantificar as alterações percebidas, tem-se procurado analisar geograficamente esse evento, relacionando-o com os dados analisados e os elementos componentes da cidade.

As temperaturas altas também influem na ampliação do consumo energético e, no caso do Brasil, há grande parte da população de baixa renda que piora de situação na medida em que, por falta de recurso, emprega materiais construtivos inadequados ao conforto térmico, além de ocuparem lotes pequenos, completamente construídos e sem qualquer tipo de cobertura vegetal.

O ímpeto das Ilhas de calor atmosféricas identificadas em inúmeras pesquisas desenvolvidas em cidades de pequeno e médio porte, tornam mais clara a gravidade dos resultados identificados e a necessidade de ações para reduzir altas temperaturas nos ambientes urbanos.

As políticas públicas têm potencial para contribuir com a redução das diferenças de temperaturas entre as cidades e as áreas rurais. Projetos de arborização urbana com tipos adequados ao ambiente tropical, são capazes de amenizar as temperaturas elevadas e, mais que isso, faz-se necessário investir no uso de materiais construtivos adequados que não exijam a climatização dos ambientes internos, além de ampliar as áreas permeáveis urbanas, através da manutenção das áreas de preservação ambiental e de preservação permanentes,

recomposição de áreas corrompidas, criação de parques urbanos e manutenção das áreas verdes já existentes.

As mudanças climáticas geradoras do processo de urbanização constituem o cotidiano da sociedade e, em especial as Ilhas de Calor urbanas, em grande parte das cidades, não são levadas em conta nas políticas públicas como também não são conhecidas pelas pessoas.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, M.J.; LOPES, A.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J. **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2005.

ALEIXO, N.C.R. **Pelas lentes da climatologia e da saúde pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP**. 2012. 353f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Presidente Prudente/SP, 2012.

ALMEIDA, M. A. M. DE; VASCONCELLOS, V. M. B. DE. Perfil dos métodos de análise mais usados na avaliação da influência da vegetação na temperatura do ar em ambientes externos no Brasil. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, Paranoá, v.20, n.1679-0944, p. 1–19, Jan./Jun. 2018.

ALVES, E. D. L.; BIUDES, M. S. Method for determining the footprint area of air temperature and relative humidity. **Acta Scientiarum. Technology**, [s./], v.35, n.2, p.187–194, abr. 2013.

ALVES, E.; LOPES, A. The Urban Heat Island effect and the role of vegetation to address the negative impacts of local climate changes in a Small Brazilian City. **Atmosphere**, [s./], v.8, n.2, p.18, fev. 2017.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, Fortaleza, v.9, n.1, p.71-90, jan. 2011.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor superficiais: frequência da intensidade e variabilidade espacial em cidade de clima tropical continental. **GEO UERJ**, Rio de Janeiro, v.1, n.34, p.1-18, 2019.

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V. Intensity of Urban Heat Islands in tropical and temperate climates. **Climate**, [s./], v.5, n.4, p.91-104, 2017.

AMORIM, M.C.C.T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. 378p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ANDRADE, H. O clima urbano: natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**, Lisboa, v.50, n.80, p.67-91, 2005.

ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal of Climatology**, [s.l.], v. 23, n. 01, p. 1-26, 2003.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: estudo em microclimas de Maceió (AL)**. 2005. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo**, São Paulo, v.20, n.1, p.160–177, 2016.

BOSCHETTI, C. **Conceitos fundamentais em ciência e tecnologia**. 2008. Disponível em: <http://www.las.inpe.br/~cesar/Infrared/conceitos.htm>. Acesso em: 17 jan. 2023.

BRASIL. (Constituição 1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 25 jan. 2023.

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 369**, de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais de utilidade pública. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5486>. Acesso em: 25 jan. 2023.

CAMARGO, F.F.; PEREIRA, G.; MORAES, E.C.; OLIVEIRA, L.G.L.; ADAMI, M. Análise multitemporal da evolução urbana e sua influência na modificação do campo térmico na Região Metropolitana de São Paulo para os anos de 1985, 1993 e 2003. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 5127-5134.

COLTRI, P.P.; VELASCO, G.D.N.; POLIZEL, J.L.; DEMETRIO, V.A. Ilhas de calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 5151-5157.

CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássica e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. **Ciência e Natura**, Santa Maria/RS, v.29, n.1, p.137-149, 2007.

FARIA, J. R. G. DE; MENDES, J. F. G. Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.4, n.3, p. 7–17, jul./set. 2004.

FERREIRA, L.F.; CARRILHO, S.T.; MENDES, P.C. Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das ilhas de frescor. **Brazilian Geographical Journal**, Ituiutaba, v.6, n.2, p.101-120, jul./dez. 2015.

GARCÍA, F.F. **Manual de climatologia aplicada**: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Síntesis, 1996.

GEORGAKIS, C.; SANTAMOURIS, M.; KAISARLIS, G. The Vertical Stratification of Air Temperature in the Center of Athens. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, [s.l.], v.49, n.6, p.1219–1232, 2010.

GRIMM, I. J.; PRADO, L.; GIACOMITTI, R.B.; MENDONÇA, F. Mudanças climáticas e o turismo: desafios e possibilidades. **Revista Brasileira de Climatologia**. Curitiba/PR. v.11, n.8, p.55-78, Jul./Dez. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Ilha de calor urbana**. São Paulo, Região Metropolitana de (SP). 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/bibliotecacatalogo?id=210899&view=detalhe>. Acesso em: 17 jan.2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais climatológicas**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=> Acesso em: 18 jan. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais em áreas urbanas, por conta do fenômeno conhecido como “ilha de calor” e da poluição**. Meio Ambiente e Saneamento 2019.

LIMA, N.R.; PINHEIRO, G.M.; MENDONÇA, F. Clima urbano no Brasil: análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista Geonorte**, Manaus, v.3, n.9, p.626-638, 2016.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. D. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. **Revista Formação**, [s.l.], v.1, n.13, p.139-165, 2006.

LOBACCARO, G.; ACERO, J. A. Comparative analysis of green actions to improve outdoor thermal comfort inside typical urban street canyons. **Urban Climate**, [s.l.], v.14, p. 251–267, 2015.

LOMBARDO, M.A. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo.** São Paulo: Hucitec, 1985.

MARTIN-VIDE, J.; SARRICOLEA, P.; MORENO-GARCÍA, M. C. On the definition of urban heat island intensity: the “rural” reference. **Frontiers in Earth Science**, [s.l.], v.3, p.1-6, 2015.

MATHEUS, C.; CAETANO, F.D.N.; MORELLI, DD.O.; LABAKI, L.C. Desempenho térmico de envoltórias vegetadas em edificações no sudeste brasileiro. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.16, n.1, p.71–81, jan./mar. 2016.

MENDONÇA, F. O estudo do SCU no Brasil: aplicações e avanços. In: MONTEIRO, C. A. F.; SANTANNA NETO, J. L.; MENDONÇA, F.; ZAVATTINI, J. A. (Org.). **A construção da climatologia geográfica no Brasil.** Campinas-SP: Alínea, 2015. p. 155-166.

MENDONÇA, V. M. Clima urbano de Londrina/PR. 2015. 201f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2015b.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Índices De Conforto Térmico Em Espaços Urbanos Abertos. **Fórum Patrimônio: Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 1–26, 2009.

MOTTA, D.; MATA, D. Crescimento das cidades médias. **Boletim Regional e Urbano**, Brasília: IPEA, n. 1, p. 33-38, dez. 2008.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION - NASA. **NOAA Analyses Reveal Record-Shattering Global Warm Temperatures in 2015.** Disponível em: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-analyses-reveal-record-shattering-global-warmtemperatures-in-2015>. Acesso em: 18 jan. 2023.

NORO, M.; BATTISTELLA, L. Urban heat island in Padua, Italy: simulation analysis and mitigation strategies. **Urban Climate**, [s.l.], v.14, p.187–196, 2015.

OKE, T. R. **Boundary layer climates.** 2nd ed. London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1988.

OKE, T. R. **Boundary layer climates.** London: Methuen & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York, 1978.

OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites.** Geneva: World Meteorological Organization, 2006. (IOM Report n.81, WMO/TD. No. 1250).

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, [s.l.], v.108, n. 455, p. 1-24, jan. 1982.

OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theatrical and Applied Climatology**, [s.l.], v.84, n.1-3, p.179-190, 2005.

RAMPAZZO, C.R. **Clima urbano, risco climático e vulnerabilidade socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente)**. 2019. 280f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2019.

ROMERO, C.W. da S. **Uso e ocupação do solo em áreas com ilhas de calor na cidade de Ilha Solteira/SP**. 2016. F.144. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, São Paulo, v.26, n.45, p.134-150, 2016.

SANTANA, E.F.; BATISTA, L.V.; SILVA, R.M. da; SANTOS, C.A.G. Multispectral image unsupervised segmentation using watershed transformation and cross-entropy minimization in different land use. **GIScience & Remote Sensing**, [s.l.], v.51, p.613-629, 2014.

SETTE, D. M.; TARIFA, J. R. O El Nino 97/98, ritmo e repercussão na gênese dos climas no Mato Grosso (Brasil). **Geo. USP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v.6, n.1, p.51-67, 2002.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.18, n.2, p.197-215, Abr./Jun.2018.

SILVA, E. M. da; ASSUNÇÃO, W. L. O clima na cidade de Uberlândia (MG). sociedade e natureza. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 16, n. 30, p.91-107, jun. 2004.

SOUZA, L.C.L. Ilhas de calor. **Jornal UNESP**, São Paulo, v.18, n.186, p.11, 2004.

TING, D. S.-K. **Heat islands**: understanding and mitigating heat in urban areas. **International Journal of Environmental Studies**, [s.l.], v.69, n.6, p.1008-1011, Mar. 2012.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY - USGS. **USGS Global Visualization Viewer-Landsat 8**. [s.l.], sep. 2019 Disponível em: <https://www.researchgate.net/.../292931765>. Acesso em: 17 jan. 2023.

WENG, Q.; YANG, S. Managing the adverse thermal effects of urban development in a densely populated Chinese city. **Journal of Environmental Management**, Oxford, v.70, n.2, p.145-156, 2004.

YUAN, F.; BAUER, M.E. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in land sat imagery. **Remote Sensing Environment**, [s.l.], v.106, p.375-386, 2007.