

Artigo de Revisão

TENDÊNCIAS CLIMÁTICAS E ILHAS DE CALOR URBANAS NO BRASIL: REVISÃO DA LITERATURA**Climate trends and urban heat island in Brazil: a literature review**

Luciomar da Silva Almeida Filho¹, Natacha Cintia Regina Aleixo².

¹ Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Geografia, Manaus, Brasil. E-mail – luciomar.almeida13@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-4924-6058>

² Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Geografia, Manaus, Brasil. E-mail - natachaaleixo@ufam.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0001-7021-0730>

Recebido em 31/08/2022 e aceito em 04/05/2023

RESUMO: A urbanização se tornou um processo que ocorre em escala global e representa hoje o máximo da alteração do homem no ambiente natural, requerendo estudos que possam subsidiar mudanças em políticas de adaptação e proteção ambiental. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma revisão sistemática da literatura a respeito das temáticas “Tendências climáticas” e “ilhas de calor urbanas” a partir de pesquisas realizadas em território nacional. A revisão foi realizada no portal de periódico da CAPES, de 2001 a 2020 por meio da busca simples por assunto. Os principais resultados demonstram uma lacuna de pesquisas em estados brasileiros nas duas temáticas estudadas, especialmente na região Norte e Nordeste, os estados de Minas Gerais e São Paulo concentraram maior número de estudos de tendências climáticas, utilizando principalmente os testes estatísticos de Mann-Kendall e teste de Pettitt, também São Paulo concentrou mais estudos sobre as ilhas de calor, onde as principais abordagens usadas para mensuração dos dados foram o transecto móvel, estações fixas e dados de sensoriamento remoto. Este estudo possibilitou verificar as principais metodologias usadas nos trabalhos realizados no Brasil oferecendo um parâmetro do contexto para nortear pesquisas relacionadas ao clima urbano e a ciência da mudança climática.

Palavras-chave: Revisão sistemática; alterações climáticas; clima urbano.

ABSTRACT: Urbanization has become a process that occurs on a global scale and now represents the maximum human alteration in the natural environment, requiring studies that can support changes in adaptation policies and environmental protection. The objective of this work was to present a systematic review of the literature on the themes "Climate trends" and "urban heat islands" from research carried out in the national territory. The review was carried out at the CAPES periodical portal from 2001 to 2020 by means of a simple subject search. The main results show a gap of research in Brazilian states in the two themes studied, especially in the North and Northeast regions, the states of Minas Gerais and São Paulo concentrated the largest number of studies of climate trends, using mainly the statistical tests of Mann-Kendall and Pettitt test, also São Paulo concentrated more studies on heat islands, where the main approaches used for measuring the data were the mobile transect, fixed stations and remote sensing data. This study made it possible to verify the main methodologies used in the work done in Brazil, offering a context parameter to guide research related to urban climate and climate change science.

Keywords: Systematic Review; Climate changes; Urban Climate.

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento do interesse nas questões sobre as mudanças climáticas a nível global, muitos estudos evidenciam alterações no clima por meio dos dados climatológicos em diferentes escalas.

O clima da Terra está sujeito a alterações, seja por causas naturais ou pelas mudanças no ambiente provocadas pela sociedade urbano-industrial, perturbações nos elementos do clima nas escalas locais ou regionais pode causar um conjunto complexo de acontecimentos devido as interações existentes no sistema climático (SANT'ANNA NETO, 2013).

A urbanização é um processo que ocorre em escala global e que está em constante crescimento, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mais de 80% da população brasileira mora em cidades, isso tem causado profundas alterações nas paisagens e no fluxo de energia no sistema natural que antes existia, fazendo surgir um novo sistema, que é produto da relação sociedade-natureza e como consequência temos o aumento de temperaturas nas áreas em que as cidades ocupam e o surgimento de problemas relacionados ao conforto térmico e a saúde (TEOBALDO NETO, 2019).

É nesse contexto que estudos que analisam as ilhas de calor devem considerar o grau de interferência do ser humano no clima em escala local para geração de climas próprios, e como esse fator repercute em dados climatológicos que são usados para os estudos das tendências climáticas sob o ponto de vista das Mudanças Climáticas. A tendência Climática é uma mudança observada no valor médio durante um período de registros considerado, que se manifesta através do sútil aumento ou diminuição das médias em uma série de dados climatológicos. A alteração não precisa ocorrer de forma linear, mas apresenta sempre um valor mínimo e um máximo (OMM, 1992). Sua detecção pode estar relacionada a uma variabilidade climática de meso/grande escala e/ou a alterações na cobertura superficial próxima à estação climatológica usada para obtenção dos dados, devido a intensificação do processo de urbanização e constituição de um clima urbano (MENDONÇA, 2006; MOLION, 2008).

A Ilha de calor urbana (ICU) é uma irregularidade característica do clima urbano, com dimensão espacial, variabilidade temporal e um perfil vertical (LUCENA, 2013). De acordo com Amorim et al. (2009) é “uma cúpula de ar quente que cobre a cidade, a ilha de calor urbana é a manifestação do aumento das temperaturas causado por características físicas e as atividades urbanas”.

O surgimento das ICU é um dos principais fenômenos intrínsecos da constituição de um clima urbano, está atrelado às diferentes formas de mudanças no uso e cobertura da terra, baseadas principalmente em um modelo econômico que produz na cidade um ambiente desigual, do ponto de vista socioeconômico e das formas-conteúdos urbanas (SANT'ANNA NETO, 2011).

O objetivo deste artigo é apresentar uma revisão sistemática da literatura científica no Brasil, a respeito das tendências climáticas e das ilhas de calor urbanas com base nos artigos publicados constante na base de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) escritos em língua portuguesa, a fim de demonstrar um parâmetro da concentração das principais áreas de estudos, principais metodologias empregadas, as escalas analisadas e os principais resultados.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia inclui o referencial teórico da Climatologia Geográfica e do Sistema Clima Urbano (SCU) proposto por Monteiro (1975). Foi realizado o levantamento de artigos no Portal de Periódicos CAPES e o tratamento estatístico das informações dos artigos selecionados.

A revisão sistemática da literatura recente foi realizada utilizando-se palavras-chaves e indicadores Booleanos, por meio da busca simples por assunto, foi verificada a ocorrência dos termos selecionados no título, no resumo e nas palavras-chaves de cada artigo, conforme a Figura 1.mi

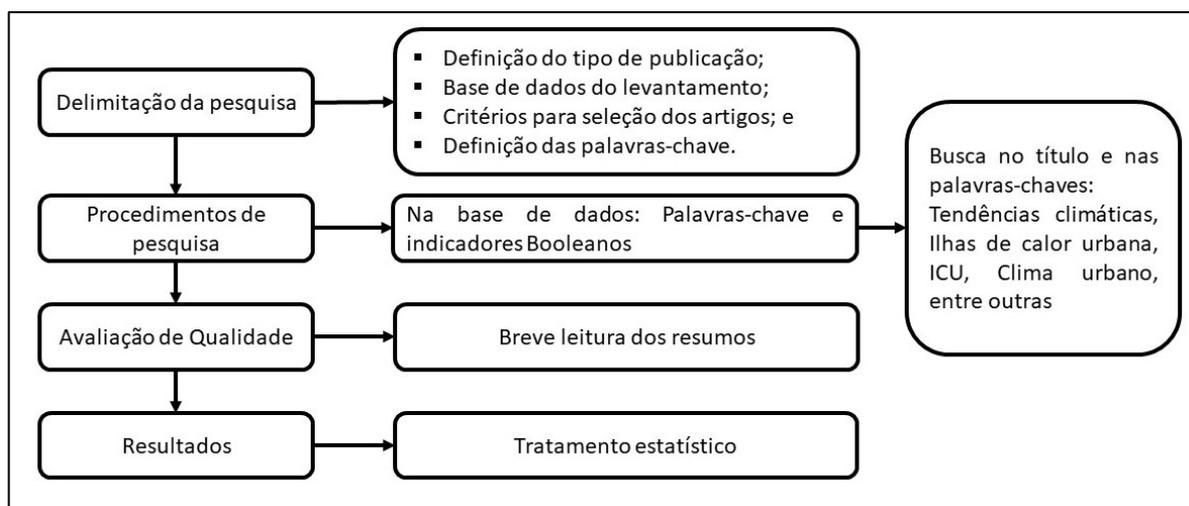


Figura 1. Esquema representativo das etapas da metodologia. **Fonte:** Os autores

Os artigos selecionados correspondem aos resultados publicados entre 2001 a 2020, foram selecionados artigos em português. Devido o acesso ter sido por meio da rede café (Comunidade acadêmica federada), foram selecionados os de acesso livre e de acesso restrito assinados pela instituição de ensino. O indicador booleano usado foi o AND, que associa o conceito 1 ao conceito 2, onde os conceitos são as principais palavras definidas na etapa de procedimentos.

Para os estudos de tendências climáticas em uma segunda rodada de buscas também foram usadas as palavras-chaves “Teste de Mann-Kendall” e “Teste de Pettitt”. No total setenta (70) artigos apresentaram resultados que atendiam a temática, ou seja, utilizaram dos testes ou analisaram as variáveis climáticas com ênfase na verificação de tendências a alterações do clima.

Para os estudos de ilhas de calor foram usadas as palavras “ilhas de calor” e “ICU”, que verificou a ocorrência destas no título, resumo e palavras-chaves. Foram encontrados cinquenta e seis (56) artigos que relacionaram mudanças na cobertura e uso da terra com alterações em variáveis do clima urbano, como a temperatura do ar, por exemplo.

As tendências climáticas e as ilhas de calor urbanas podem ser estudadas em diversas escalas espaciais, que vão desde o global até a escala local, as escalas climáticas descritas neste artigo foram definidas a partir da sistematização realizada por Sant'Anna Neto, 2013 baseado nas categorias taxonômicas da organização geográfica do clima presente em Monteiro (1975).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tendências climáticas

A região Nordeste concentrou o maior número de áreas de estudos sobre tendências climáticas (30,0%), seguida por Sudeste (25,7%), Sul (25,7%), Norte (7,1%) e Centro-oeste (4,3%), respectivamente (Figura 2).

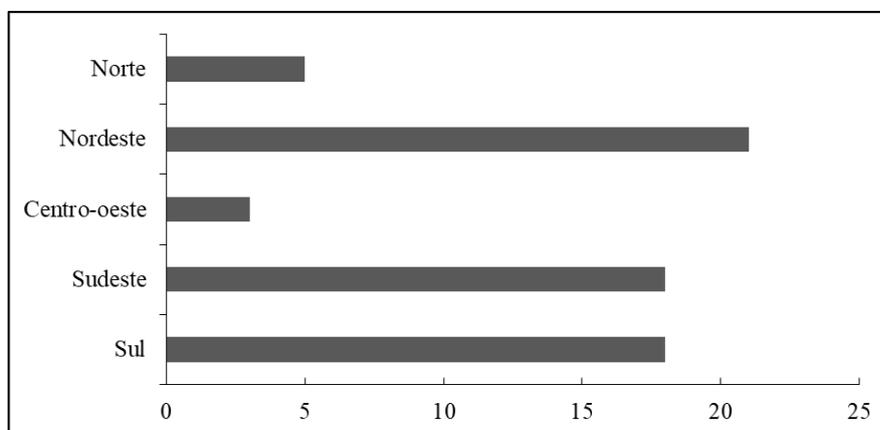


Figura 2. Artigos sobre Tendências climáticas por região conforme área de estudo. **Fonte:** CAPES, 2020.

Foram identificados dez (10) artigos que concentraram suas áreas de estudos em mais de um estado, a distribuição espacial dos artigos publicados no Brasil a partir da área de estudo, ocorreu conforme mostrado no mapa da Figura 3.

Os estados que não apresentaram resultados considerando a delimitação da pesquisa foram: Amapá, Roraima, Rondônia, há uma escassez de publicações devido a programas de Pós-graduação que não atuam nas áreas de Climatologia Geográfica e Meteorologia.

Sergipe, Rio de Janeiro e o Distrito Federal também aparecem sem resultados, nesses estados há instituições de pesquisa mais consolidadas que possuem pesquisas em Climatologia Geográfica e Meteorologia, como os Departamentos de Geografia e Meteorologia das universidades, como os da UFS (Universidade Federal de Sergipe), UERJ (Universidade Estadual do Rio de Janeiro), UFRJ (Universidade Federal do Rio de Janeiro), UNB (Universidade de Brasília), entre outras.

Contudo, a falta de publicações ocorre principalmente devido a limitação da pesquisa, que usou como base de busca apenas o Periódicos CAPES e considerou artigos em

Há uma atenção maior nas alterações que ocorrem nas séries de pluviosidade e na temperatura do ar, com maior predomínio dos estudos de tendências nas análises dessas variáveis. Entretanto, também foram encontrados artigos que identificavam as tendências em índices de aridez com vistas a compreensão do fenômeno de desertificação principalmente no Nordeste (SANTOS, et al., 2010; ALENCAR, et al. 2011; LOPES; SANTOS, et al., 2017; SOARES, et al., 2018), bem como em outras variáveis meteorológicas como: velocidade do vento, umidade relativa do ar e insolação (LUIZ, et al., 2012; DENSKI e BACK, 2015; ALMEIDA, et al. 2020). Também foram encontradas pesquisas de tendências do clima integradas a variáveis hidrológicas como vazão e cotas dos rios (VILANOVA, et al., 2014; SANTOS, et al., 2014; ULIANA, et al., 2015.).

Em suma, a maioria dos artigos publicados, utilizaram-se de testes estatísticos, tais como os de Mann-Kendall, teste de Pettitt, Teste Theil-Sem, Teste Run e a regressão linear, os estudos constataram tendência significativa para precipitação ou temperatura do ar, porém, houveram aqueles em que a tendência não foi estatisticamente significativa (RODRIGUES, et al., 2010; BLAIN, 2011; MINUZZI e CARAMORI, 2011; SANCHES, et al., 2013; BARBOSA, et al., 2016; e PINHEIRO e VIDE, 2018).

Ferreira et al. (2016) por meio da análise de espectro singular (SSA) verificaram a eficácia da metodologia para identificação de tendência geral e periódica nos valores de temperatura e umidade em escala anual. Denski e Back (2015), usando o teste de Theil-Sem, Mann-Kendall e Penman, verificaram aumento na série de temperatura média anual na ordem de $0,0174 \text{ } ^\circ\text{C.ano}^{-1}$ e diminuição da velocidade do vento.

Vilanova (2014) no sul de Minas Gerais identificou tendências com significância estatística para redução dos totais pluviométricos e da vazão no alto rio Mogi-Guaçu. Ribeiro et al. (2014) usando o teste de Mann-Kendall identificaram os tipos de tempo ao longo do ano, com séries de temperatura média e mínima apresentando tendência significativa positiva. Santos et al. (2020) corroboram para os estudos acima ao constatar tendência significativa positiva para temperatura, insolação e velocidade do vento, ainda evidenciaram tendência negativa significativa para os dados de umidade relativa do ar.

Os estudos do clima não devem considerar apenas a escala espacial como perspectiva de análise, visto que os componentes do clima possuem propriedades sensíveis aos ritmos, variações e alterações de todas as forçantes sejam elas antrópicas, terrestres, atmosféricas ou cósmicas, os fenômenos geográficos acontecem no espaço e no tempo. As forçantes climáticas e suas dinâmicas acontecem ao longo do tempo histórico ou geológico, por vezes tornam o clima estável, mas também causam perturbações que vão remodelar a definição dos padrões, causando alterações de diversas magnitudes, por isso, é interessante buscar o fenômeno a ser analisado e sua perspectiva temporo-espacial conforme sua totalidade (SANT' ANNA NETO, 2013).

A partir da interpretação geográfica das escalas do clima, a escala global funciona como um generalizador das relações entre as paisagens planetárias e a dinâmica geral da atmosfera, a escala regional sustenta a articulação dos aspectos naturais e socioeconômicos com os fatores geográficos do clima, nessa escala é possível

constatar como os grandes sistemas atmosféricos progridem e como as interferências do homem na paisagem influenciam nas variáveis climáticas. Enquanto o clima local engloba um conjunto de fatores que vai especializar um tipo climático, esse tipo vai se tornar mais complexo na medida em que são observadas as alterações que o homem causa nos aspectos geocológicos gerando um clima profundamente alterado pela ação antrópica (MONTEIRO, 1999).

Ilhas de calor

A região Sudeste concentrou o maior número de estudos (32,1%) realizados no Brasil no período de 2003 a 2020, a região Centro-Oeste, Nordeste e Norte apresentaram cada uma 16,1% dos artigos publicados e a Região Sul com oito artigos, representando do total 14,3% (Figura 5).

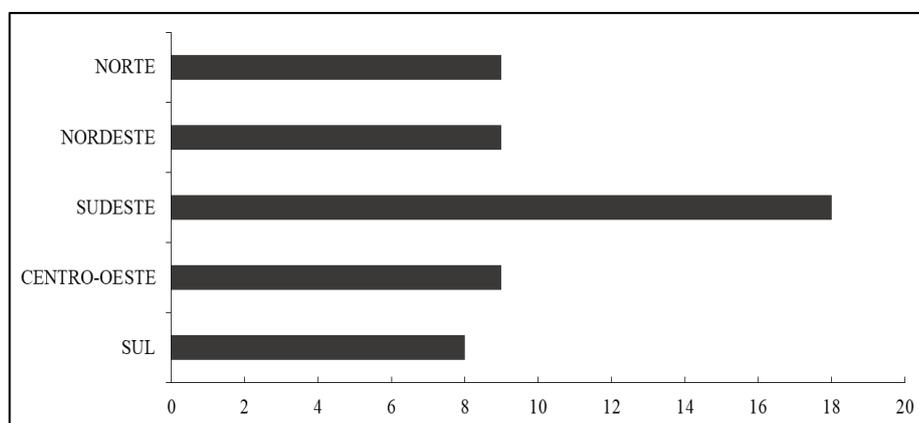


Figura 5. Artigos sobre ilhas de calor por região de 2003 a 2020, conforme área de estudo.
Fonte: CAPES, 2020.

Dos artigos selecionados, dois fizeram uma revisão da literatura a nível internacional atestando a relevância do assunto no cenário das questões climáticas e ainda articulando análises de ilhas de calor com zonas climáticas locais (SOUZA, et al., 2020 e LUCENA, 2013).

A distribuição espacial dos artigos baseados em estudos de casos, de ilhas de calor no Brasil está representada no Mapa da “Figura 6”.

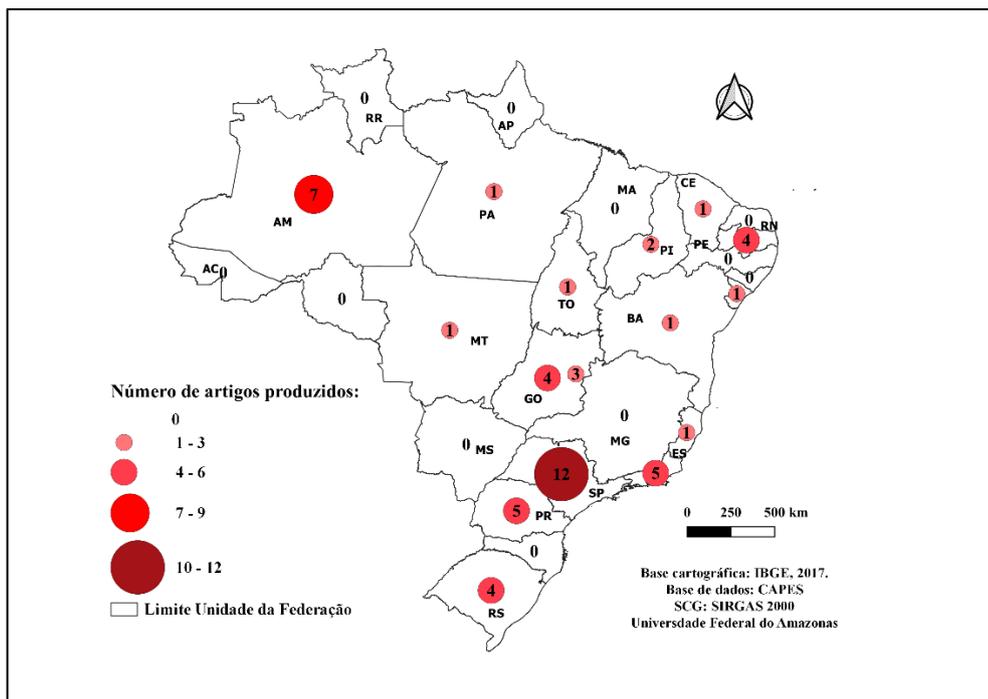


Figura 6. Artigos sobre Ilhas de calor no Brasil de 2003 a 2020, conforme a área de estudo.
Fonte: CAPES, 2020.

As unidades da federação onde a pesquisa não retornou resultados, compreendem os estados do Acre, Amapá, Roraima, Rondônia, onde há uma quantidade pequena de Institutos de Pesquisa e Programas de Pós-graduação que ainda tem escassez de investigações nos temas ilhas de calor e a produção do Clima Urbano a partir da Climatologia Geográfica, a expansão das universidades e programas de pós-graduação na região Norte na área da Geografia tem se mostrado promissora para os estudos da Climatologia na Geografia e espera-se que seja suprida a carência detectada ao longo dos próximos anos.

Mato Grosso do Sul, Paraná, Minas Gerais, Sergipe, Paraíba e Maranhão são estados que possuem considerável produção científica sobre as ilhas de calor urbanas e estudos de Clima Urbano, que estão publicadas em outras bases científicas e diversas revistas especializadas na área, como a Revista Brasileira de Climatologia. Desta forma, temos demonstrada a limitação da revisão feita na presente pesquisa, que utilizou apenas uma base de dados científicos (periódicos Capes) na seleção dos estudos.

O estado com maior número de estudos foi São Paulo. Essa distribuição desigual ocorre principalmente devido a concentração da produção científica e tecnológica no Sudeste, em grande parte devido a consolidação e tempo de atividade de centros de pesquisas e programas de pós-graduação (ESCOBAR, 2021), principalmente os programas de pós-graduação em Geografia da Universidade de São Paulo (USP) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP).

Por se tratar de uma característica do clima urbano, a variação das escalas de análise dependeu do tamanho da área de estudo, conforme definido pelos autores dos artigos

analisados e considerando a extensão da área de estudo em km², levando em conta as categorias taxonômicas da organização geográfica do clima proposta por Monteiro (1975), que permite a definição da escala da área de estudo também pelo tamanho em km² não apenas pela categoria do lugar, como uma cidade ou estado. Foram verificados estudos comparativos em mais de uma cidade no mesmo estudo e também na análise do fenômeno no intraurbano realizado em bairros.

Sendo assim, predominaram nos artigos análises feitas em Escala Local e inferiores, considerando a extensão descrita, as áreas vão desde dezenas de quilômetro de uma metrópole ou área metropolitana até unidades de metros para estudos em habitações e quarteirões, portanto, também em escala topoclimática, microrregional e mesoclimática, os estudos em escala global e macrorregional se referem aqueles em que os autores realizaram uma discussão bibliográfica e um artigo que estimou o IGH-M (Irradiância Global Horizontal Média) para as regiões do Brasil (GIORDANO; KRUGER, 2013) conforme a Figura 7.

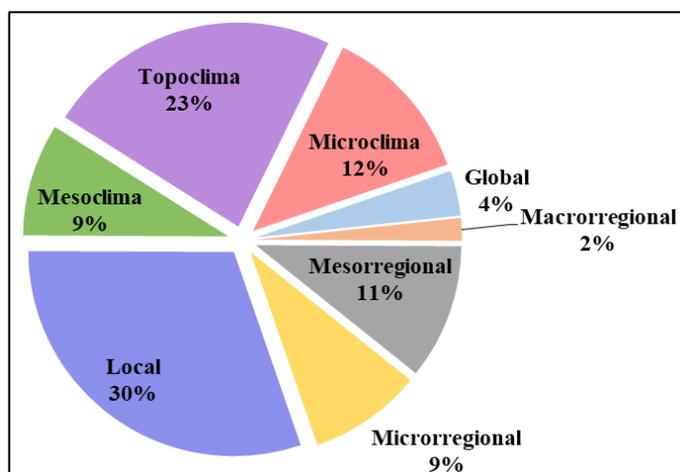


Figura 7. Escalas verificadas nos artigos de ilhas de calor. **Fonte:** CAPES, 2020.

A revisão sistemática possibilitou verificar que as principais metodologias utilizadas para o mapeamento das ilhas de calor urbana são os transectos móveis (18 artigos), a medição por meio de uma rede de pontos fixos espalhadas em áreas estratégicas da cidade (12 artigos) e dados provenientes de sensoriamento remoto (23 artigos), como a temperatura de superfície dos alvos.

Os autores observaram a distribuição espacial do fenômeno no perímetro urbano, estabelecendo também a relação de aumento ou diminuição da temperatura da superfície com as formas de uso e cobertura da terra (AMORIM, 2005; SOUZA e NERY, 2011; SANTOS e SANTOS, 2013; MONTEIRO, et al., 2014; OLIVEIRA FILHO, et al., 2015; CORREA, et al., 2015; TEIXEIRA e AMORIM, 2017; SIQUEIRA-GAY, et al., 2017; ALEIXO e SILVA NETO, 2019; SILVA JÚNIOR, et al., 2020).

As intensidades das ilhas de calor variam ao longo do período diurno e noturno, também pode ocorrer conforme as estações do ano, apesar de não haver um consenso claro a respeito dessa dinâmica. De acordo com o levantamento, foi possível identificar artigos que buscaram caracterizar a diferença nos registros ao longo do ano nos diferentes períodos sazonais (MOURA, et al., 2008; NASCIMENTO

e OLIVEIRA, 2011; ROCHA, et al., 2014; SENA, et al., 2014; MONTEIRO, et al., 2014; SILVA, et al., 2016; e FREITAS e SOUZA, 2016).

A intensidade e a diferença no balanço de energia de uma superfície vegetada em relação a áreas urbanizadas e a verificação da diferença de temperatura entre áreas com superfícies distintas também foi central nos resultados de alguns estudos (SANTOS e LIMA, 2013; SANTANA, 2015; LOPES, et al., 2019; SILVA e CARDOSO, 2019). Os principais produtos dos artigos são gráficos de ritmo climático, mapas de temperatura do ar, mapas de temperatura de superfície, mapas de ilhas de calor e frescor, mapas de NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), uso e cobertura da terra, índices de urbanização, entre outros.

Silva Júnior et al. (2020) identificaram ilhas de calor com diferenças máximas de 4 °C a 6 °C ao se comparar área urbana com rural. Araújo e Andrade (2017) por meio da análise de cartas sinóticas, transectos móveis e pontos fixos evidenciaram realidades mesoclimáticas e microclimáticas diferentes entre si, com ilhas térmicas de amplitude de até 6 °C. Pessi et al. (2019) constataram que o NDVI e a temperatura de superfície possuem padrão de distribuição espacial inversamente proporcionais.

Teixeira e Amorim (2018) verificaram a constituição de um clima urbano específico em Rancharia (SP), associado ao padrão de uso e cobertura da terra, com ilhas de calor de forte e moderada magnitude. Aleixo e Silva Neto (2019) mapearam as ilhas de calor e a temperatura de superfície em Tefé (AM) e mostraram diferenças de até 4,6 °C entre os pontos de coleta, com temperatura de superfície variando entre 25 ° e 30 °C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de tendências climáticas se concentraram principalmente no Sudeste e Sul do Brasil que foram estudadas principalmente em escala mesorregional, macrorregional e microrregional. As variáveis mais analisadas foram a precipitação pluvial (56,33%) e a temperatura do ar (28,16%), grande parte dos estudos realizados no Brasil tem constatado alguma tendência com significância estatística, seja na distribuição espacial ou temporal das variáveis climáticas mensuradas.

A detecção de tendências pode indicar duas causas para sua ocorrência, uma é devido a alterações ou variabilidade climática em escala global e macrorregional ou ainda podem indicar a constituição de um clima urbano próximo à estação que esteja aumentado a temperatura do ar local.

Os estudos sobre ilhas de calor urbanas foram realizados principalmente na região Sudeste e por ser manifestação do clima urbano, foram estudadas principalmente em escala local e topoclimática, constatando ilhas de calor de diferentes magnitudes em cidades de médio e grande porte.

As principais metodologias usadas para registro das ilhas de calor são o transecto móvel, pontos fixos em pontos representativos das cidades e o sensoriamento remoto.

É importante frisar que os resultados neste estudo não abrangem a totalidade das pesquisas das temáticas abordadas, tendo em vista que foram pesquisados apenas artigos em uma base de dados científicos, demonstrando limitações.

Portanto, o presente estudo contribuiu para evidenciar a necessidade de avanço nas análises climáticas nas regiões do Brasil, apresentou a diversidade metodológica que vem sendo utilizada nos estudos de climatologia geográfica e do clima urbano, além de demonstrar os efeitos do desenvolvimento desigual entre as regiões do Brasil na produção científica.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo financiamento do Projeto Uso do Solo e Alterações Climáticas em cidades da região do Médio Solimões-Amazonas-Brasil inscrito no edital 04/2017 PPP/FAPEAM e do Projeto Emergência Climática em Cidades Amazônicas inscrito no edital 002/2021 Programa Amazônidas – “Mulheres e Meninas na Ciência”.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão de bolsa de iniciação científica.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

Concepção: Luciomar da Silva Almeida Filho e Natacha Cintia Regina Aleixo. **Metodologia:** Nome Sobrenome e Nome Sobrenome. **Análise formal:** Natacha Cintia Regina Aleixo. **Pesquisa:** Luciomar da Silva Almeida Filho. **Preparação de dados:** Luciomar da Silva Almeida Filho. **Escrita do artigo:** Luciomar da Silva Almeida Filho e Natacha Cintia Regina Aleixo. **Revisão:** Natacha Cintia Regina Aleixo e Luciomar da Silva Almeida Filho. **Supervisão:** Natacha Cintia Regina Aleixo. **Aquisição de financiamento:** Natacha Cintia Regina Aleixo. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, Natacha Cíntia Regina; NETO, João Cândido André da Silva. O campo térmico em área urbana na Amazônia brasileira: análise episódica na cidade de Tefé-AM. **GeoUERJ**, n. 34, p. 40949, 2019. Disponível: <https://doi.org/10.12957/geouerj.2019.40949>. Acesso: 15 jul. 2022.

ALENCAR, L. P.; SEDIYAMA, G. C.; MANTOVANI, Everardo C.; et al. Tendências recentes nos elementos do clima e suas implicações na evapotranspiração da cultura do milho em Viçosa - MG. **Engenharia Agrícola**, v. 31, p. 631–642, 2011.

ALMEIDA, Lucas Rosa; ROSSE, Vinicius Possato; VIOLA, Marcelo Ribeiro; VIEIRA FILHO, Marcelo. Tendências meteorológicas e anomalias de evapotranspiração de referência no período de 2011-2017 para o estado de Minas Gerais. **Revista brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 26., 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/issue/view/2933>. Acesso em: 11 de out. de 2020.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ilhas de calor em Birigui/SP. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25234>. Acesso em: 17 jan. 2023.

- ARAÚJO, Kleyson Campêlo de; ANDRADE, Carlos Sait Pereira de. Ilhas de calor em Teresina-PI: episódios de verão. **Revista Entre-Lugar**, v. 8, n. 16, p. 32–54, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.30612/el.v8i16.8070>. Acesso: 15 jul. 2022.
- BARBOSA, Vanessa Vasconcelos; SOUZA, Weronica Meira de; GALVÍNIO, Josiclêda Dominicano; et al. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 2, p. 353–367, 2016.
- BLAIN, Gabriel Constantino. Totais decendiais de precipitação pluvial em Campinas, SP: persistência temporal, periodicidades e tendências climáticas. **Ciência Rural**, v. 41, p. 789–795, 2011.
- CAPES. **Portal de Periódicos da Capes**. 2020. Disponível em: www.periodicos.capes.gov.br. Acesso: 30 ago. 2021.
- CORREA, Wesley de Souza Campos; COELHO, André Luiz Nascentes; VALE, Cláudia Câmara do. Influência de distintos sistemas atmosféricos na temperatura de superfície do município de Vitória (ES). **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 53, p. 37–54, 2015.
- DENSKI, Ana Paula Nola; BACK, Álvaro José. Tendência climatológica nos elementos meteorológicos e na evapotranspiração de referência de Urussanga-SC. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, n. 0, 2015. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/38400>. Acesso: 30 ago. 2022.
- ESCOBAR, Herton. Dados mostram que ciência brasileira é resiliente, mas está no limite. Disponível: <https://jornal.usp.br/universidade/politicas-cientificas/dados-mostram-que-ciencia-brasileira-e-resiliente-mas-esta-no-limite/>. Acesso: 30 jun. 2022.
- FERREIRA, Hozana Silva; PAULO, Sérgio Roberto de; PAULO, Iramaia Jorge Cabral de; et al. Análise de séries temporais da temperatura do ar e umidade relativa em Cuiabá através do método de análise de espectro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 19, n. 0, 2016. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/44334>. Acesso: 30 ago. 2022.
- FREITAS, Thyago Phellip França. Aspectos do clima urbano de palmas - TO no episódio de outono-inverno. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 59, p. 103–125, 2016.
- GIORDANO, Dominique E.; KRÜGER, Eduardo. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. **Paranoá**, n. 11, p. 1–22, 2014. Disponível: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n11.2014.12080>. Acesso: 15 jul. 2022.
- JUNIOR, Rosiberto Salustiano Silva; MARTILLI, Alberto; SILVA, Ewerton Hallan de Lima. Efeito da urbanização sobre a dispersão de poluentes e formação de ilha de calor. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, n. 0, 2020. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/69398>. Acesso: 30 ago. 2022.
- LOPES, Iug; SANTOS, Saulo Medrado dos; LEAL, Brauliro Gonçalves; et al. Variação do índice de aridez e tendência climática à desertificação para a região semiárida do

nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1014–1026, 2017.

LOPES, Jennifer da Silva Guimarães; ALEIXO, Natacha Cintia Regina; SILVA NETO, João Candido André. Amplitude térmica e magnitude das ilhas de calor em Tefé-AM, Brasil. **Boletim Geográfico**, Maringá, v. 37, n. 1, 2019.

LUIZ, Gislaine Cristina; CARDOSO, Heitor Carrilha; RIBEIRO, Lucas Lopes. Aplicação do teste sazonal de Mann-Kendall na análise de tendência da temperatura e umidade relativa do ar – Goiânia-GO: série histórica 1961 a 2008. 2012. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/21011>. Acesso em: 17 jan. 2023.

MINUZZI, Rosandro Boligon; CARAMORI, Paulo Henrique. Variabilidade climática sazonal e anual da chuva e veranicos no Estado do Paraná. *Revista Ceres*, v. 58, p. 593–602, 2011.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Cadernos geográficos**: Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Florianópolis: Imprensa Universitária, n. 1, 1999. Disponível: <https://www.abclima.ggf.br/publicacoes.php>. Acesso: 23 jul. 2022.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: USP/F.F.L.C.H, Tese de livre-docência, 1975. Disponível: <https://www.abclima.ggf.br/publicacoes.php>. Acesso: 23 jul. 2022

MONTEIRO, José; ROCHA ARIDE, Paulo Henrique; OLIVEIRA, Adriano; et al. Descrição da Temperatura e Umidade Relativa do Ar em Diferentes Localidades no Bairro do Parque Dez - Manaus/AM. *Biota Amazônia*, v. 4, p. 20–27, 2014.

MOURA, Marcelo de Oliveira; ZANELLA, Maria Elisa; SALES, Marta Celina Linhares. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza/CE - DOI 10.5216/bgg.v28i2.5718. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 28, n. 2, p. 33–44, 2008.

NASCIMENTO, D. T. F.; OLIVEIRA, I. J. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986-2010). **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 31, n. 2, 2011.

OLIVEIRA FILHO, P. C. de; MARTINS, K. G.; EVARISTO, G.; ANDRADE, A. R. de; SILVA, C. A.; MACIEL, A.; BARBOSA, G. D. Análise da Influência do Uso da Terra no Microclima Urbano: Caso Irati-PR. **Revista Floresta e Ambiente**, 2015.

OMM (Organização Mundial de Meteorologia). **International Meteorological Vocabulary**. N° 182. 2nd Ed. 1992. Disponível: https://library.wmo.int/?lvl=notice_display&id=220#.Yw9PpHbMLrc. Acesso: 15 jul. 2022.

PESSI, Dhonatan Diego; PIMENTEL, Cauê Felipe; CÂNDIDO, Anny Keli Aparecida Alves. Análise da relação entre NDVI e a temperatura da superfície terrestre como técnica no planejamento urbano dos municípios. **Terra Plural**, v. 13, n. 3, p. 237–251, 2019. Disponível: <http://orcid.org/0000-0003-0781-785X>. Acesso: 15 jul. 2022.

PINHEIRO, Gabriela Marques; VIDE, Javier Martin. O estudo das tendências pluviométricas no município de Irati/PR. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, n. 0, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/50867>. Acesso em: 17 jan. 2023.

RIBEIRO, Roberta Everllyn Pereira; ÁVILA, Pâmela Ribeiro; BRITO, José Ivaldo; et al. Análise da Tendência Climática nas Séries Temporais de Temperatura e Precipitação de Tucuruí-Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 798–807, 2014. Disponível: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.5.p798-807>. Acesso: 15 jul. 2022.

ROCHA, José Ricardo Rodrigues; MARIANO, Zilda de Fátima; FELTRIN, Jean Carlos; et al. O clima em cidade pequena: o sistema termodinâmico em Jataí (GO). **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, n. 0, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/36901>. Acesso em: 17 jan. 2023.

RODRIGUES, Jackson Martins; RODRIGUES, Rafael de Ávila; JUSTINO, Flávio Barbosa; et al. Efeitos locais e de larga escala na dinâmica climática do município de Viçosa - Minas Gerais. **Sociedade & Natureza**, v. 22, p. 593–608, 2010.

SANCHES, Fabio de Oliveira; VERDUM, Roberto; FISCH, Gilberto. Estudo de tendência de chuvas de longo prazo. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, p. 214–228, 2013.

SANT' ANNA NETO, João Lima. Mudanças climáticas globais. In: AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; SANT' ANNA NETO, João Lima; MONTEIRO, Ana. (Organização.). **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso**. 1. ed. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SANT'ANNA NETO, João Lima. O clima urbano como construção social: da vulnerabilidade polissêmica das cidades enfermas ao sofisma utópico das cidades saudáveis. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 8, n. 0, 2011. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/25794>. Acesso: 30 ago. 2022.

SANTANA, Nickolas Castro. Investigação de Ilhas de Calor em Brasília: Análise Multitemporal com Enfoque na Cobertura do Solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 6, p. 1044–1054, 2014.

SANTOS, David N.; SILVA, Vicente de P. R.; SOUSA, Francisco de A. S.; et al. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 492–500, 2010.

SANTOS, Jessflan Rafael Nascimento; ARAÚJO, Mayara Lucyanne Santos de; JUNIOR, Celso Henrique Leite Silva; et al. Tendências de extremos climáticos na região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, n. 0, 2020. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/62883>. Acesso: 30 ago. 2022.

SANTOS, Jessflan Rafael Nascimento; ARAÚJO, Mayara Lucyanne Santos; JUNIOR, Celso Henrique Leite Silva; et al. Tendências de extremos climáticos na região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, n. 0, 2020. Disponível: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/62883>. Acesso: 30 ago. 2022.

SANTOS, Joel Silva dos; SANTOS, Gabrielle Diniz dos. Estudo Microclimático em Pontos Representativos da Malha Urbana da Cidade de João Pessoa/PB: Uma

Avaliação do Campo Térmico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 5, p. 1430–1448, 2013.

SANTOS, Maria Ângela Cruz Macêdo dos; COSTA, Iuri Moreira; COSTA, Juliana Alcântara; et al. Tendências no Nível do Rio de Bacias Hidrográficas do Estado do Ceará e Suas Causas Climáticas (Trends in Level River of Basin Hydrographic of the Ceará State and Its Causes Climate). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 5, p. 927–938, 2014.

SENA, Caio Atila Pereira; FRANÇA, José Ricardo de Almeida; PERES, Leonardo Faria. Estudo da Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro Usando Dados do MODIS. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 37, n. 2, p. 111–122, 2014.

SILVA, Ingrid Almeida da. Análise das ilhas de calor em um campus universitário no Litoral Norte da Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 469–479, 2016.

SILVA, Michele Souza da; CARDOSO, Cristiane. O campo termo-higrométrico: análise intraurbana no bairro Campo Grande, Rio de Janeiro (RJ). **GeoUERJ**, n. 34, p. 40950, 2019.

SIQUEIRA-GAY, Juliana; DIBO, Ana Paula Alves; GIANNOTTI, Mariana Abrantes. Vulnerabilidade às Ilhas de Calor no Município de São Paulo: Uma Abordagem para a Implantação de Medidas Mitigadoras na Gestão Urbana. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 105–123, 2017.

SOARES, Deivide Benício; NÓBREGA, Ranyére Silva; GALVÍNIO, Josiclêda Domiciano. Indicadores climáticos de desertificação na bacia hidrográfica do rio Pajeú, Pernambuco. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, n. 0, 2018. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/58557>. Acesso em: 17 ago. 2022.

SOUZA, Debora Moreira de; NERY, Jonas Teixeira. Parâmetros climáticos de Ourinhos, Estado de São Paulo - doi: 10.4025/actascihumansoc.v33i1.10043. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 33, n. 1, p. 107–115, 2011.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. O estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte: algumas contribuições. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 186–209, 2018. Disponível: <https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-9>. Acesso: 15 jul 2022.

TEIXEIRA, Danielle Cardozo Frasca; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p. 239–256, 2017.

TEOBALDO NETO, Aristóteles. **A geografia do risco e da vulnerabilidade ao calor em espaços urbanos da zona tropical: o caso Cuiabá/MT**. 2019. Disponível: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/181337>. Acesso: 30 ago. 2022.

ULIANA, Eduardo Morgan; SILVA, Demetrius David da; ULIANA, Estevão Morgan; RODRIGUES, Beatriz Silveira; CORRÊDO, Lucas de Paula. Análise de tendência em

séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste não paramétrico. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n. 1, jan/mar 2015.

VILANOVA, Mateus Ricardo Nogueira. Tendências hidrológicas na região do Alto Rio Mogi-Guaçu, sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, v. 6, n. 3, 2014. Disponível:

<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/601>. Acesso: 30 ago. 2022.



Revista Geonorte, Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Amazonas. Manaus-Brasil. Obra licenciada sob Creative Commons Atribuição 3.0