

UM OLHAR PARA AS CIDADES A PARTIR DO ESTUDO SOBRE AS ILHAS DE CALOR URBANAS

A LOOK AT CITIES: A STUDY ON URBAN HEAT ISLANDS *UNA MIRADA A LAS CIUDADES: UN ESTUDIO SOBRE ISLAS DE* *CALOR URBANAS*

Estéfane da Silva Lopes, Mestranda Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade
Universidade Federal de Goiás
email: estefane_lopes@hotmail.com

Karla Emmanuela Ribeiro Hora, Dr^a. em Meio Ambiente e Desenvolvimento pela
Universidade Federal do Paraná
email: karla_hora@ufg.br

Resumo

O adensamento populacional e aumento de áreas urbanizadas contribui para o crescimento das cidades. Tal situação, por sua vez, leva à ocorrência de problemas de natureza distinta, dentre eles o fenômeno de ilhas de calor urbanas. Tal fenômeno se caracteriza pelo aumento da temperatura de uma determinada área da cidade ou aglomerado urbano em relação à temperatura de áreas periféricas. Podemos dizer que é de suma importância diminuir a intensidade o fenômeno ilhas de calor urbanas, uma vez que este representa uma ameaça às condições de saúde humana, quando esta variação se dá em locais não desejáveis. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo refletir sobre os fatores do processo de urbanização que leva ao fenômeno das “ilhas de calor urbanas”. Para tal, realizou-se uma revisão bibliográfica permitindo entender conceitualmente o processo e as ocorrências do fenômeno nos países.

Palavras-Chave: Ilhas de calor; Cidades; Urbanização; Problemas ambientais.

Abstract

Population growth and an increase in urbanized areas contributes to an increase in urbanization. These growths have led to problems of a different nature, including the phenomenon of urban heat islands. This phenomenon is characterized by the increase in temperature in a given region of a city or urban agglomeration. We can say that it is extremely important to reduce the intensity of the phenomenon of urban heat islands, as this represents a significant threat to human life and health. Therefore, this work aims to reflect on the consequences of the disorderly urbanization process that generates the phenomenon of "urban heat islands". To this end, a bibliographic review was carried out, making it possible to conceptually understand the process and occurrences of the phenomenon in the countries.

Key-Words: Heat islands; Cities; Urbanization; Environmental problems.

1. Introdução

A cidade é uma realização muito antiga, que marca sua presença na história através dos elementos que assinalam o advento do que se considera civilização. Nela, processos econômicos e sociais delinham-se, transformando as condições de existência cujas características perspassa pelas concentrações populacionais, migrações rurais, superpovoamento e transformação do espaço (PESAVENTO,1995).

Em 2018, mais da metade da população mundial vivia em cidades e, segundo a Organização das Nações Unidas (2018), espera-se que esse percentual chegue a 68% até 2050.

Da formação das cidades ao crescimento dos aglomerados urbanos modernos e contemporâneos, viu-se inúmeros e distintos processos de desigualdades sócioespaciais com reflexo sobre a natureza. Em países lationamericanos, por exemplo, o crescimento urbano ocorreu de forma desordenada e num curto espaço de tempo ao se considerar as histórias da Europa e parte da Ásia. As desigualdades sócioespaciais revelaram, também, sua faceta negativa sobre a natureza, uma vez que, muitos dos aglomerados urbanos em que vivem populações vulneráveis há ausência de infraestrutura básica adequada, como acesso a água e esgotamento sanitário. Por consequência, a cidade como um todo e seus núcleos urbanos em particular passaram a conviver com problemas estruturais que prejudicam a qualidade de vida ambiental da sua população.

Aspectos tais como custo da terra urbana e da moradia, bem como, a facilidade de acesso ao transporte e ao local de trabalho também resultaram em modelos urbanos cujo adensamento urbano se tornou uma regra. O adensamento populacional, tido como uma vantagem para as cidades compactas, também pode ser questionado do ponto de vista ambiental.

O aumento da temperatura nas cidades tem sido considerado como parte dos efeitos adversos à saúde promovendo agravos tais como problemas respiratórios, estresse térmico e mortalidade induzida por calor. Sua ocorrência pode ser potencializada pela geometria das construções, materiais de superfície e sua quantificação em áreas adensadas.

Assim, compreender como o aumento do gradiente construtivo adensado (edifícios, ruas, obras de infraestrutura etc.) afeta o ambiente, torna-se necessário nos estudos sobre clima urbano e para melhor tomada de decisão dos planejadores urbano. De acordo com Dorigon e Amorim (2019), aspectos relacionados à rugosidade, vegetação e densidade, aliados a outros de cunho econômico e social, podem ser determinantes para a análise do clima urbano, uma vez que permitem e intensificam a troca de energia entre a superfície e atmosfera.

Dentre as alterações de temperatura numa dada localidade da escala urbana, uma das que tem recebido maior atenção nos últimos anos do século XX tem sido a formação de ilhas de calor urbanas. Este fenômeno, segundo Iping *et al.*, (2019), pode ser definido como a diferença observada entre a temperatura ambiente entre ambientes urbanos e periféricos. Ele surge e se intensifica em consequência das estruturas urbanas e materiais de infraestrutura sua formação pode provocar anomalias locais com impacto sobre a saúde e o ambiente. Assim, os estudos sobre ilhas de calor urbanas, ajudam a perceber tanto o desenvolvimento de um meio urbano em longo prazo, quanto incidir sobre decisões de configuração espacial que visam melhorar a qualidade de vida de uma dada região. (Chen *et al.*,2002; Yuan e Bauer 2007)

Diversas pesquisas, tais como as de Deng *et al.*, (2009); Hu; Brunsell, (2013); Budhiraja; Pathak; Agrawal, (2017); Dorigon; Amorim, (2019); Wang *et al.*, (2019) apresentam os efeitos causados pelas ilhas de calor urbanas ao redor do mundo e seus impactos sobre a saúde e a cidade.

Conhecer a magnitude e o significado da ilha de calor urbana numa dada localidade é importante para definir diretrizes para um planejamento urbano eficiente e sustentável, trabalhando assim para o bem-estar da população que na cidade reside.

Entretanto, segundo Nascimento (2009) e Sousa e Ferreira (2012), dentre os problemas causados pela rápida urbanização, a formação de ilhas de calor urbanas tem sido um deles, embora pouco estudado. Dorigon e Amorim (2019) afirmam que há poucos estudos no Brasil. Considerando esse contexto, o texto ora apresentado, se propõe a refletir sobre a influência das ilhas de calor urbanas nas cidades e os fatores que geram sua ocorrência.

O fenômeno ilhas de calor urbanas e sua forma de mapeamento

As ilhas de calor urbanas são fenômenos que tem sido estudado há muitos anos. Embora os trabalhos iniciais sobre o tema datam da década de 1950 (LOMBARDO 1985), a preocupação com esse fenômeno tem se dado de forma mais intensa no meio acadêmico no período recente. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), o número de estudos de 2006 a 2010 foi 40% superior ao número total de publicações de 1972 a 2005 (ONU, 2018). A taxa de crescimento continuou a aumentar, e isso pode ser atribuído ao crescente interesse nessa área associado não apenas ao processo de urbanização mas, sobretudo à possibilidade de adoção de geotecnologias para essa investigação assim como a sua correlação com as mudanças climáticas globais.

Inicialmente os estudos sobre ilhas de calor necessitavam da utilização de equipamentos de medição em campo nem sempre acessíveis. Estações climáticas em diferentes localidades ou medições por transectos horizontais utilizando-se termohigrômetros exigiam a presença de pesquisadores in loco e maior logística de medição.

Consequentemente, o aumento na quantidade e qualidade de dados possibilitados pelo uso do sensoriamento remoto proporcionou um aumento nos estudos sobre ilhas de calor urbanas e maior detalhamento das condições de ocorrência do fenômeno. O lançamento de novos e variados satélites também tem contribuídos com tais estudos.

De uma forma geral, os estudos recentes tiram vantagem das novas técnicas de investigação e buscam compreender como o crescimento demográfico e a densidade populacional e construtiva influenciam na formação deste fenômeno.

O crescimento populacional em áreas urbanas, especialmente em países em desenvolvimento, tem contribuído para a transformação das cidades. Segundo Gartland (2009) as áreas urbanas e suburbanas possuem ilhas de calor urbanas, e elas vêm sendo observadas em cidades de todo o mundo.

Para Brazel *et al.*, (2000) o crescimento populacional dissociado do planejamento urbano levam a problemas urbanos ambientais cada vez mais graves, especialmente o efeito ilhas de calor urbanas, uma vez que resultam do aumento das atividades antropogênicas.

Diversos autores se dedicaram a estudar os fenômenos ilhas de calor urbanas, dentre eles citam-se: Li *et al.*, (2018); Nakata-Osaki (2018); Iping *et al.*, (2019); Jato-Espino (2019); Gartland (2009). Estes estudos buscaram determinar como as temperaturas das superfícies afetam as temperaturas do ar em áreas urbanas. Para tal, encontraram relações entre as temperaturas de superfícies medidas a partir de sensores remotos e as temperaturas do ar em diferentes cidades.

Para compreender a abordagem adotadas nestes estudos, nesse ensaio optou-se por uma revisão sistemática da literatura.

2. Metodologia

Entende-se como revisão sistemática da literatura (RSL) são estudos secundários que normalmente são utilizados para se obter resultados publicados em estudos primários sobre um determinado assunto, por meio de um processo de busca, seleção e análise coerente e com processo claro e definido (DRESCH, LACERDA, ANTUNES J., 2015).

O desenvolvimento do estudo seguiu as três etapas supracitadas.

A etapa de planejamento constitui-se na elaboração do protocolo de pesquisa. Esse protocolo é dividido nas seguintes informações: objetivo, questão de pesquisa, seleção de fontes, critérios de inclusão e exclusão de artigos e definição de estratégias de seleção de artigos. Uma vez que as questões de pesquisas foram definidas, iniciou-se a seleção de fontes. No caso em questão, as fontes das pesquisas foram retiradas dos bancos de dados de quatro bases importantes para os assuntos: *Engineering Village*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*. Os artigos deveriam ser em inglês ou português e deveriam ter sido publicados entre os anos 2000 e 2020.

Para a seleção dos artigos, optou-se em ler todos os artigos que fossem selecionados nas buscas. Este processo ocorreu em três etapas: na leitura dos títulos, dos resumos e na leitura completa dos artigos.

A segunda etapa da pesquisa, denominada de Condução, consiste na execução e seleção dos artigos de acordo com os critérios estabelecidos no item anterior.

Sendo assim, estabeleceu-se a *string* de busca a ser utilizada. Para a construção desta *string*, verificou-se, por meio dos artigos obtidos na busca exploratória, as palavras usualmente empregadas. Sendo assim, obteve-se a seguinte *string* de busca: “*Urban heat island*”

Uma vez que estabelecido os critérios de buscas e de condução dos artigos, iniciou-se a leitura dos artigos aderentes aos critérios estabelecidos, denominando-se esta etapa de Extração. De um modo geral, as informações retiradas dos artigos foram divididas em duas partes. A primeira refere-se a análise bibliométrica dos artigos aderentes. Nesta etapa, se levantou as seguintes informações:

3. Resultados

Segundo a revisão sistemática de literatura os estudos sobre o tema concentraram-se predominantemente na Ásia (67%), seguido da Europa (16%), América do Norte (9%) e América do Sul e África, que apresentaram 4% cada uma das pesquisas aderentes.

De um modo geral, os estudos aumentaram em todos os continentes ao longo do tempo, especialmente após 2010. Uma análise baseada por país indica que a China foi o país mais estudado em pesquisas sobre ocorrência de ilhas de calor urbanas (67 artigos entre 2010-2020) seguido pelos Estados Unidos (13 artigos entre 2010-2020).

Além disso, em uma análise baseada nas cidades investigadas, foi possível verificar que mais de 1400 foram estudadas em todo mundo, destacando-se Pequim e Xangai, na China, Jaipur, na Índia, Muar, na Malásia, Seul, na Coreia, Roma, na Itália, Augsburg.

O Quadro 1 sistematiza as pesquisas sobre ilhas de calor urbanas na RSL adotada, considerando os autores, local de estudo, período de coleta de dado, variação da temperatura obtida e período de coleta dos dados.

Fonte	Local de coleta	Período de coleta	Varição	Coleta
Sultana e Satyanarayana (2020)	Chandigarh - Índia	2000-2018	2°C e 1,2°C	Verão e inverno
Luan <i>et al.</i> , (2020)	32 Cidades -China	2015	-	verão
Hua <i>et al.</i> , (2020)	Xiamen- China	1989-2006	0,41°C a 0,91°C	verão
Lemus-Canovas <i>et al.</i> ,(2020)	Catalunha- Espanha	2013-2018	2°C	verão
Padmanaban <i>et al.</i> , (2019)	Tamilnadu - Índia	2007-2017	4°C	verão
Jato-Espino (2019)	Valenciana- Espanha	2005-2015	4°C	verão
Wang (2019)	Xi'an - China	1993-2013	0,38°C	inverno
Nguyen <i>et al.</i> , (2019)	Hanoi-Vietnã	1999-2016	6°C	verão
Liu <i>et al.</i> , (2019)	Xi'an - China	2006-2016	5°C	verão
Gao <i>et al.</i> , (2019)	Xi'an - China	2000-2016	10°C	verão
Zhang e Cheng (2019)	Hangzhou - China	2000-2013	4°C	verão

Tabela 1: Ocorrências de ilhas de calor urbanas no Mundo. Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Sultana e Satyanarayana (2020) apresentam um estudo na cidade de Chandigarh na Índia baseado em imagens de satélite que busca entender os impactos das mudanças na cobertura do solo, principalmente nas áreas de ilhas de calor urbanas durante estações de verão e inverno, no qual se notou uma variação na intensidade de ilhas de calor urbanas entre 2 ° C e 1,2 ° C durante o verão e o inverno, respectivamente e, devido ao rápido desenvolvimento, a concentração de vegetação na cidade está diminuindo. Os autores observaram o aumento constante nas intensidades das ilhas de calor urbanas, tanto no verão quanto no inverno, durante o período de dez anos, abrangendo 2000 a 2018.

Luan *et al.*, (2020), estudaram a contribuição e importância relativa de atividades antropogênicas para formação de ilhas de calor urbanas em 32 cidades chinesas. Eles apresentaram a heterogeneidade, da paisagem causada por condições topográficas e diferentes condições climáticas em termos da configuração dos edifícios e vegetação. O estudo aponta a importância dos corpos hídricos e da cobertura vegetal como agente mitigador do fenômeno. Foi sugerido que em pesquisas futuras sejam detalhadas as ações antropogênicas para formação do fenômeno.

Hua *et al.*, (2020), investigaram as mudanças na área de superfície impermeável e índice de vegetação na cidade de Xiamen na China, apontando o período de 1989 a 2006 para estudos do fenômeno de ilhas de calor urbanas. Entretanto foi analisada uma diminuição do fenômeno no ano de 2006 em relação ao ano de 1989, devido à reconstrução de vilarejos urbanos, construção de parques e cobertura vegetal. Foi constatado que, cada 10% de superfície impermeável corresponde a um aumento de temperatura de superfície terrestre de 0,41°C a 0,91°C.

Lemus-Canovas *et al.*, (2020) estudaram a influência da cobertura no solo para a formação de ilhas de calor urbanas na cidade de Catalunha na Espanha, durante o período de 2013 a 2018, por meio de imagens de satélite. Nos estudos foi detectado que no verão existe um aumento de 2°C em áreas industriais da cidade, visto que no inverno a variação foi insignificante. Assim, quanto maior a taxa de urbanização, mais a temperatura tende a aumentar, principalmente na primavera e verão.

Kubota e Supiane Ahmad (2006), analisaram a velocidade do vento em seis cidades da Malásia. Eles constataram que a velocidade do vento pode ser afetada devido a falhas de planejamento das cidades. Dentre as seis cidades estudadas, Muar foi a mais representativa dessa condição, uma vez que o fluxo de vento em algumas áreas foi bloqueado, acarretando aumento na temperatura do ambiente urbano. Estes fatores podem ser ocasionados devido a construções na cidade, onde provocou um aumento de 1,2 ° C desde 1969, ou seja, a temperatura do ar aumentou 0,3 ° C a cada dez anos. Isto provocou temperaturas noturnas mais altas além de causar maior uso de ar condicionado e gasto energético.

Observa-se que dentre os estudos apontados, parte relevante investiga a formação e identificação de ilhas de calor urbanas, apontando à média e/ou variação de temperatura em determinada área da cidade, se tratando de pesquisas quantitativas, e pouco se pesquisa partindo-se do qualitativo, sobre as interferências do fenômeno ilhas de calor urbanas em relação às cidades.

4. Conclusão

É possível perceber a importância do tema para o conhecimento científico devido ao contínuo crescimento de publicações ao longo dos vinte anos e à quantidade de publicações encontradas nas bases de dados (5558) artigos sobre identificação de ilhas de calor urbanas.

Os estudos sobre ilhas de calor urbanas buscam apontar os possíveis efeitos provocados por este fenômeno, dentre eles viu-se: falta de conforto térmico, aumento de gastos com energia (devido à utilização de ar condicionado), aumento da taxa de mortalidade (devido a doenças respiratórias) da população moradora nas cidades. Alguns estudos buscam apontar soluções mitigadoras e os agentes causadores do fenômeno. Apesar da pouca adesão de países envolvidos na mitigação do fenômeno de ilhas de calor urbanas, cidades dos Estados Unidos e Israel ganham destaque em relação à adoção de medidas de mitigação do fenômeno, contribuindo com o plantio de árvores nas ruas, telhados verdes e melhoria de albedo em superfícies de pavimento/parede.

O resultado da RSL mostrou um aumento significativo nas publicações sobre ilhas de calor urbanas desde 2009, dando enfoque para o período, autores e países de publicação, jornais e fator de impacto publicado, além de palavras que mais se repetem e áreas geográficas, bem como clima e tamanho populacional foram focos de pesquisa.

É importante que seja dada maior atenção as regiões ainda não estudadas como (no Brasil, por exemplo, existem estudos de caso apenas em São Paulo, no Rio de Janeiro e Goiânia), já as cidades da China apresentam 60% da concentração dos estudos.

Referências

ALEXANDER, E. R. **Density measures a review and analysis.** *Journal of Architectural and Planning Research*, Chicago, v.10, n.3, p. 181-202, autumn.1993.

AMORIM M.C.C.T., MONTEIRO A., “**As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal**”, *Revista Confins* (Paris), v. 13, p. 1-18, 2011.

AMORIM M.C.C.T., SANT’ANNA NETO J.L., MONTEIRO A., “**Climatologia urbana e regional: Questões teóricas**”, São Paulo, 2013.

AMORIM, C. T. M. UNESP, **remote sensing of surface heat islands: examples of small-and medium - sized cities in the tropical environment, BRAZIL**, Finisterra-revista Portuguesa De Geografia, p. 111–133, 2017.

ARAUJO, Ricardo Vieira *et al*, **São Paulo urban heat islands have a higher incidence of dengue than other urban areas, Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 19, n. 2, p. 146–155, 2015.

ARNFIELD, A.J., 2003. **Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island**. Int. J. Climatol. 23 (1), 1–26.

ARMADA. **The Growing World of Unmanned Airborne Spies**.IN: Armada Internacional, vol.28, nº3, 2004.

BARBUZANO, J. **Coronavirus lockdown brings clean air to Spanish cities**, Eos, 101, 2020.

BOURBIA, F.; BOUCHERIBA, F. **Impact of street design on urban microclimate for semiarid climate (Constantine)**. Renewable Energy, v. 35, p. 343-347, 2010.

CHEN, XL, ZHAO, HM, Li, PX e Yin, ZY (2006). **Controle remoto detecção de análise baseada em imagem da relação entre ilha de calor urbano e mudanças no uso / cobertura da terra**. Controlo remoto Sensing of Environment, 104 (2), 133146.

CHEN Z., HAO X., ZHANG X.. **Have traffic restrictions improved air quality? A shock from COVID-19**. Journal of Cleaner Production. 2020.

CIARDINI, Virginia; CAPORASO, Luca; SOZZI, Roberto; *et al*. **Interconnections of the urban heat island with the spatial and temporal micrometeorological variability in Rome**. Urban Climate, v. 29, p. 100493, 2019.

COSTA, Douglas F. da; SILVA, Hélio R.; PERES, Leonardo de F., **Identification of urban heat islands in Ilha Solteira - SP municipality using geotechnologies**, Engenharia Agrícola, v. 30, n. 5, p. 974–985, 2010.

DENG, J. S. et al.,**Spatio-temporal dynamics and evolution of land use change and landscape pattern in response to rapid urbanization**. Landscape and Urban Planning, v. 92, n. 3–4, p. 187–198, set. 2009.

DIAS, M. L. **A malha e o deslocamento: um estudo das relações entre configuração espacial e mobilidade urbana em Goiânia**, 2014.

DIMOUDI, A. S. ZORAS; KANTZIOURA, A. X.; STOGIANNOU, P. KOSMOPOULOS, C. Pallas, Sustain. Cities Soc. 13 (2014) 89 , 2006.

DORIGON, L. P.; AMORIM, M. C. DE C. T. **Spatial modeling of an urban Brazilian heat island in a tropical continental climate**. Urban Climate, v. 28, p. 100461, jun. 2019.

DUARTE, D.; SERRA, G. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos**. *Techne*, São Paulo, n°64, p.46-49, 2002.

ESA - **European Space Agency**. Disponível em <http://www.esa.int/> . acessado em 20 de jun de 2020.

FARIA, J. R. G.; MENDES, J. F. G. **Sobre o uso e ocupação do solo urbano e a temperatura do ar**. *Ambiente Construído* (São Paulo), Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 7-17, 2004.

FERREIRA, C.P. **Alguns dados sobre o clima para edificação em Brasília**. 1965, Tese de Mestrado, UNB, Brasília - DF.

FITCH, J. M. **The Environmental forces that shape it**. New York: Schocken Books, 1971.

FLORES R., Jose L.; PEREIRA FILHO, Augusto J.; KARAM, Hugo A., **Estimation of long term low resolution surface urban heat island intensities for tropical cities using MODIS remote sensing data**, *Urban Climate*, v. 17, p. 32–66, 2016.

GAO, Y; CHANG, M; ZHAO, J, **research on temporal and spatial variation of heat island effect in xi'an**, CHINA, *Applied Ecology and Environmental Research*, v. 17, n. 1, p. 231–244, 2019.

