

**Revisão Sistemática atual sobre Sensoriamento Remoto aplicado a
detecção de Ilhas de Calor Urbanas**

*Current Systematic Review on Remote Sensing applied to the detection of Urban Heat
Islands*

*Revisión sistemática actual sobre teledetección aplicada a la detección de islas de calor
urbano*

Greicy Kelly Pfeiff

Mestranda em Ciências Ambientais, UFPA, Brasil
greicypfeiff@gmail.com

Maria Aurora Santos da Mota

Professora Doutora, UFPA, Brasil
aurora@ufpa.br

Aline Maria Meiguins de Lima

Professora Doutora, UFPA, Brasil
ameiguins@ufpa.br

RESUMO

As Ilhas de Calor Urbanas são fenômenos climáticos estudados mundialmente. Esse cenário está diretamente relacionado às mudanças do uso e cobertura da terra, como a impermeabilização dos solos e ausência de áreas verdes, ocasionando alterações nas variáveis climáticas. Assim o objetivo do trabalho foi realizar uma revisão sistemática sobre detecção de ilha de calor por meio do sensoriamento remoto, para isso foram pesquisados artigos indexados no período de 2017 a maio de 2019 em três bases eletrônicas: WorldWideScience, Plataforma Capes e Google acadêmico. A pesquisa resultou na seleção de 10 artigos científicos, extraídos do montante de 1125. Com base nos autores pesquisados, o uso do sensoriamento remoto permite verificar a temperatura da superfície com o propósito de diagnosticar a intensidade das ilhas de calor urbanas e assim auxiliar em medidas mitigadoras, a fim de propiciar o bem-estar e a qualidade de vida da população.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura. Cidades. Geoprocessamento.

ABSTRACT

The Urban Heat Islands are climatic phenomena studied worldwide. This scenario is related to changes in land use and land covers, such as waterproofing of soils and lack of green areas, causing changes in climatic variables. The purpose was developed a systematic review on heat islands detection through remote sensing, for this to search articles indexed in the period from 2017 to May 2019 in three electronic bases: WorldWideScience, Capes and Scholar Google. The research resulted in the selection of 10 papers, extracted the amount of 1125. Based on the researched authors, the use of remote sensing allows to check the surface temperature for diagnosing the intensity of the urban heat islands and thus assist in mitigating measures, in order to promote the well-being and the quality of life on the population.

KEY-WORDS: Temperature. Cities. Geoprocessing.

RESUMEN

Las islas de calor urbano son fenómenos climáticos estudiados en todo el mundo. Este escenario está directamente relacionado con los cambios en el uso y la cobertura del suelo, como la impermeabilización del suelo y la ausencia de áreas verdes, lo que provoca cambios en las variables climáticas. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue llevar a cabo una revisión sistemática sobre la detección de islas de calor a través de la teledetección, para lo cual se buscaron artículos indexados en el período de 2017 a mayo de 2019 en tres bases de datos electrónicas: WorldWideScience, Plataforma Capes y Google Academic. La investigación resultó en la selección de 10 artículos científicos, extraídos de la cantidad de 1125. Según los autores investigados, el uso de la teledetección permite verificar la temperatura de la superficie para diagnosticar la intensidad de las islas de calor urbanas y así ayudar en las medidas de mitigación, para promover el bienestar y la calidad de vida de la población.

PALABRAS CLAVE: Temperatura. Cidades. Geoprociamiento.

INTRODUÇÃO

A urbanização é uma das causas antrópicas do aquecimento global com tendência crescente. Em razão das alterações no uso e cobertura do solo, como a substituição de áreas vegetadas por áreas pavimentadas e a verticalização das cidades, podem ocorrer algumas modificações no microclima urbano (ALVES, 2017; TEIXEIRA; AMORIM, 2018).

Uma das consequências com maior destaque, para essa alteração, é o aumento da temperatura local, variável climática que expressa a variação do balanço de energia solar e está diretamente associada às mudanças climáticas e a formação de Ilhas de Calor Urbana (ICU).

A Ilha de Calor é fenômeno climático que tem como característica o aumento de temperatura superficial de regiões urbanizadas quando comparadas com regiões rurais (BEZERRA; DE MORAES; SOARES, 2018; NURWANDA; HONJO, 2018). Ela gera desconforto térmico e coloca em risco à saúde da população local, em casos extremos, pode levar a morte, principalmente dos mais vulneráveis (LUBER; MCGEEHIN, 2008; WARD, 2016).

Então, o evento mais significativo para o clima urbano é o ICU e sua intensidade depende das condições locais. Os efeitos das ICU em alguns locais têm magnitude igual ou superior aos efeitos das mudanças climáticas globais (PORANGABA; TEIXEIRA; AMORIM, 2017).

Uma das técnicas de análise das características climáticas das cidades é o sensoriamento remoto que tem como uma de suas aplicações mensurar a temperatura do ar e assim capturar a intensidade das ilhas de calor por meio de imagens térmicas (ZHANG et al., 2017). De acordo com Vieira e Machado (2018) a criação e o lançamento de vários satélites, nas últimas décadas, impulsionaram muitos estudos de clima urbano realizados com base no sensoriamento remoto, pois é um método mais acessível, que otimiza tempo e custo, quando comparado às mensurações feitas em campo (PORANGABA; TEIXEIRA; AMORIM, 2017).

Assim, a pesquisa se justifica em como mudanças no uso e cobertura do solo podem ocasionar alterações nas características climáticas e influenciar no conforto térmico da população, nesse contexto o objetivo do artigo foi realizar uma revisão sistemática sobre a detecção de ilhas de calor urbanas por meio do sensoriamento remoto no período de 2017 a maio de 2019.

MÉTODO DE ANÁLISE

A metodologia utilizada na construção do artigo foi com base em Kitchenham et al. (2009). A proposta também foi desenvolvida por Miranda, Martins Neto e Bortoli (2017) que abordou um período de 20 anos (de 1996 a 2016), dessa forma, o presente estudo irá dar continuidade na pesquisa sobre esse tema seguindo os anos de 2017, 2018 até maio de 2019, porém, as bases de busca não foram as mesmas, uma vez que a plataforma ScienceDirect não possui acesso aberto.

Dessa forma as buscas foram realizadas em 3 plataformas de pesquisa, Worldwidescience, Plataforma Capes, e Google Acadêmico, conforme Quadro 1. Foram selecionados artigos online tanto em português quanto em inglês, excluindo os artigos duplicados, a primeira seleção foi por meio das palavras-chave “Sensoriamento Remoto” “Ilha de Calor” e “Remote Sensing” “Urban Heat Island”, aplicando os operadores lógicos “AND” e “OR”.

Quadro 1 : Endereço eletrônico das bases pesquisadas

Mecanismo de Busca	Endereço Eletrônico
Worldwidescience	https://worldwidescience.org/
Plataforma Capes	http://www.periodicos.capes.gov.br/
Google Acadêmico	https://scholar.google.com.br/

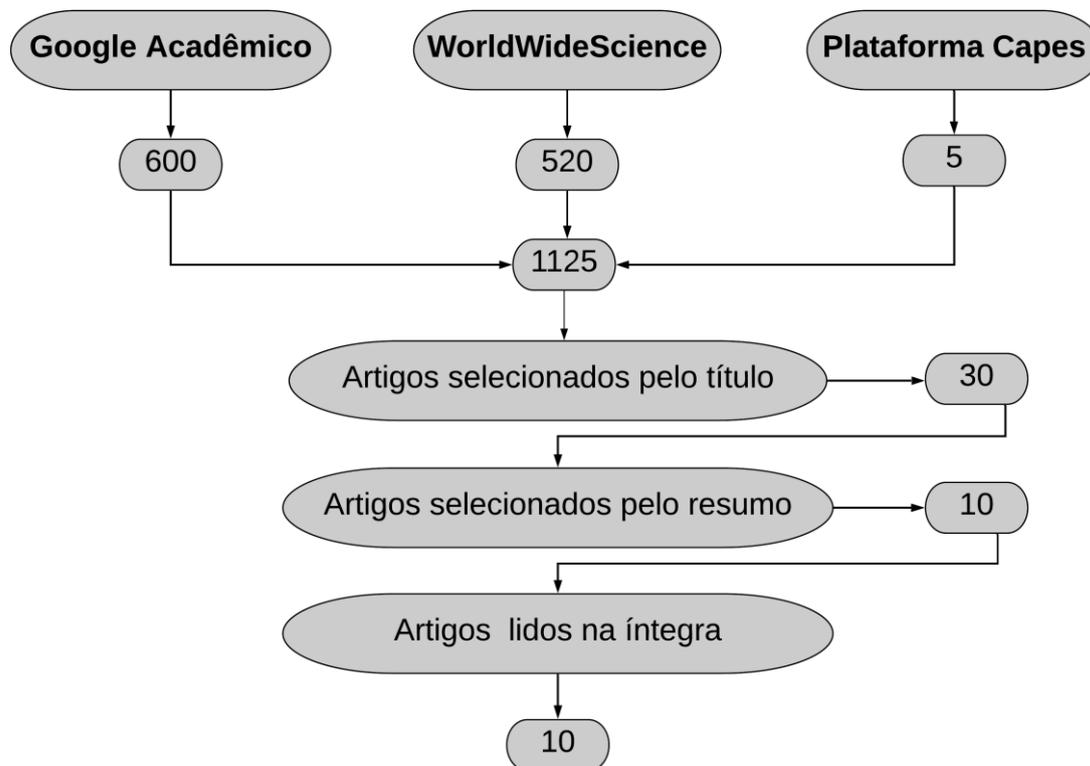
Fonte: Adaptado de Miranda, Martins-Neto e Bortoli, 2017.

Os critérios de inclusão adotados foram o uso do sensoriamento remoto especificamente para o estudo de ilhas de calor, metodologia claramente descritiva, artigos disponíveis na íntegra e publicados em revistas científicas no período de 2017 a maio de 2019. Já os critérios de exclusão foram, artigos de revisão bibliográfica, livros, anais, eventos, monografias e artigos repetidos. Os artigos foram selecionados primeiro pelos títulos, depois pelos resumos e após essa seleção, os artigos escolhidos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão foram lidos na íntegra e analisados na discussão desse trabalho, conforme Figura1. Os tópicos observados nos artigos selecionados foram a metodologia utilizada para detectar ICU, a importância em estudá-las e as medidas mitigadoras.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Há uma dificuldade em separar artigos que de fato enquadram-se no objetivo e foco do trabalho, pois os efeitos das ilhas de calor influenciam também outras áreas do conhecimento (MIRANDA; MARTINS NETO; BORTOLI, 2017) e o uso do sensoriamento remoto tem uma vasta área de aplicação (VIEIRA; MACHADO, 2018). Assim foram encontrados 1125 acervos nas bases pesquisadas, sendo 520 no WorldWideScience; 600 no Google Acadêmico e 5 na Plataforma Capes. Aplicando os critérios de exclusão já citados e analisando os títulos, restaram 30 artigos para serem lidos os resumos e destes, 10 foram estudados na íntegra e selecionados como objeto deste trabalho. Na figura 1, a seguir, estes resultados são apresentados de forma mais didática.

Figura 1 : Desenvolvimento esquemático dos resultados de busca



Fonte: Adaptado de Miranda, Martins Neto e Bortoli, 2017.

Miranda, Martins Neto e Bortoli (2017), analisaram 20 artigos na sua integralidade, porém utilizaram um maior intervalo de tempo e mais combinações de palavras-chave para encontrá-los, o que se tornou inviável e não estava no objetivo do presente trabalho. No entanto, sua representatividade foi menor do que a atual busca, pois o total de artigos encontrado por Miranda, Martins Neto e Bortoli (2017) foi 3515, ou seja, 0,57% de representatividade e o presente artigo teve 0,89%. Os artigos selecionados foram organizados pelo ano de publicação conforme Quadro 2.

Quadro 2 : Artigos selecionados organizados pelo ano de publicação

Autor	Ano de publicação	Título
Pontes et al.	2017	Temperatura em superfície urbanas usando sensor TIRS Landsat 5 e 8: estudo de caso em Belém-PA.
Silva et al.	2017	Ilhas de Calor em Vitória da Conquista – Ba: Identificação e Proposta para Criação de Áreas Verdes
Souza e Silva	2017	Análise da Distribuição Térmica da Cidade de Campo Grande, Mato Grosso Do Sul, no ano de 2015
Porangaba, Teixeira e Amorim	2017	Procedimentos Metodológicos para Análise das Ilhas de Calor em Cidades de Pequeno e Médio Porte
Latif e Kamsan	2017	Assessing the Relationship of Land Use Land Cover On Surface Temperature In City Of Shah Alam, Malaysia Using Landsat-8 OLI
Zhang et al.	2017	Effects of Land Use/Cover Changes and Urban Forest Configuration on Urban Heat Islands in a Loess Hilly Region: Case Study Based on Yan'an City, China
Amorim	2017	Detecção Remota de Ilhas de Calor Superficiais: Exemplos de Cidades de Porte Médio e Pequeno do Ambiente Tropical, Brasil
Vieira e Machado	2018	Geotecnologias e Ilhas de Calor Urbanas: Uma Aplicação a Uberlândia – MG
Nurwanda e Honjo	2018	Analysis of Land Use Change and Expansion of Surface Urban Heat Island in Bogor City by Remote Sensing
Bezerra, de Moraes e Soares	2018	Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor

Fonte: Adaptado de Miranda, Martins Neto e Bortoli, 2017.

Análise das Metodologias utilizadas para detectar Ilhas de Calor Urbanas

Bezerra, de Moraes e Soares (2018), estudaram a presença de Ilhas de Calor em Belém, com relação à Temperatura de Superfície de Terreno (TST) e o Índice de Vegetação (IV), por meio de dados do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) e imagens de Satélite do Landsat 5 e 8, com isso constataram que os menores valores de NDVI, as temperaturas mais elevadas e as áreas com maior ausência vegetal coincidiram nas mesmas regiões. Pontes et al. (2017), investigaram as características térmicas e ambientais espaciais da superfície urbana, da mesma área de estudo, utilizando o sensoriamento remoto com o auxílio do software Spring desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Porangaba, Teixeira e Amorim (2017), pesquisaram sobre os procedimentos metodológicos utilizados para o diagnóstico e análise das ilhas de calor em cidades de pequeno e médio porte, no interior do Estado de São Paulo. O primeiro método foi mensurar a temperatura do ar por meio de pontos fixos. O segundo foi por meio de transectos móveis, ou seja, percorrer um trajeto com auxílio de veículo e registrar as temperaturas em lugares representativos que se deseja detectar ilhas de calor. O terceiro método utilizado foi por sensoriamento remoto. E por fim, os autores aplicaram a modelagem da temperatura urbana como recurso para detecção das ICU.

Amorim (2017), estudou as ICU em cidades de médio e pequeno porte nos Estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, por meio do sensoriamento remoto e geração de mapas de temperatura de superfície. Para validar os dados foram utilizados registros da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Vieira e Machado (2018) também utilizaram o sensoriamento remoto como ferramenta para mensurar a temperatura de superfície em Uberlândia – MG, com tratamento das imagens de satélite Landsat 5 e 8. Assim como SILVA et al. (2017) que identificaram pontos quentes na cidade de Vitória da Conquista na Bahia, as obtenções das ilhas de calor foram realizadas por meio de dados do sensor termal dos satélites Landsat TM 5 e 8.

Souza e Silva (2017), pesquisaram a distribuição térmica em Campo Grande - MS, por meio dos transectos móveis e imagens de satélite Landsat 8, e validaram seus dados com os coletados pela estação meteorológica do INMET.

Latif e Kamsan (2017) utilizaram o Landsat 8 na faixa térmica do infravermelho para determinar a temperatura de superfície em Shah Alam na Malásia e medição in situ amostrada em pontos aleatórios e comparou com mapa de cobertura e uso da terra para identificar o fenômeno ICU. Zhang et al. (2017) avaliaram os dados meteorológicos do distrito de Baota na China, do uso do solo e imagens de satélite Landsat 5, 7 e 8 para detectar as ilhas de calor.

Nurwanda e Honjo (2018) estudaram a temperatura da superfície em Bogor, Indonésia, nos diferentes tipos de uso da terra por meio de imagens dos satélites Landsat 5 e 8. Seu objetivo foi analisar a expansão urbana concomitante às temperaturas de superfície em diferentes tipos de uso e cobertura do solo.

Diante do exposto, dados de temperatura derivados do sensoriamento remoto são cada vez mais utilizados para detectar e analisar ICU, uma vez que as imagens de satélite minimizam os custos da pesquisa e estão cada vez com maior qualidade nas resoluções espaciais, além dos sistemas de informações geográficas gratuitos para o tratamento das imagens (MIRANDA; MARTINS NETO; BORTOLI, 2017). No contexto do tema abordado é importante avaliar o uso da terra e não apenas a temperatura do local.

A importância em estudar Ilhas de Calor Urbanas e Medidas Mitigadoras

A identificação das áreas mais aquecidas que podem formar ICU é indispensável para análise do clima urbano, uma vez que a interação da atmosfera com essas superfícies urbanizadas produz ambientes termicamente desagradáveis (PORANGABA; TEIXEIRA; AMORIM, 2017). Além disso, em um contexto de aquecimento global, estudar o clima urbano é necessário para compreender os princípios bioclimáticos locais, a fim de avaliar os efeitos pontuais somados ao aquecimento global nas cidades e iniciar processos de adaptação para esses cenários futuros (SOUZA; SILVA, 2017).

Amorim (2017) e Bezerra, de Moraes e Soares (2018) ressaltaram a necessidade de estudos sobre ilhas de calor para embasar o planejamento territorial e monitoramento ambiental, uma vez que até nas cidades de pequeno porte, existem particularidades climáticas que precisam ser analisadas para amenizar situações de desconforto térmico, que interferem diretamente na saúde física e mental das pessoas (PONTES et al., 2017).

Nesse contexto, as medidas mitigadoras, para amenizar os efeitos das ilhas de calor, mais citadas nos artigos foram: o planejamento urbano e o aumento de áreas verdes (LATIF; KAMSAN, 2017; PORANGABA; TEIXEIRA; AMORIM, 2017; BEZERRA; DE MORAES; SOARES, 2018; NURWANDA; HONJO, 2018).

De acordo com Souza e Silva (2017) a presença de vegetação propicia duas estratégias naturais de controle térmicos relevantes: o sombreamento e a evapotranspiração, porém a distribuição deve ser regular e equitativa em meio as áreas construídas. Zhang et al. (2017), evidenciaram a importância na escolha de espécies utilizadas em áreas verdes para ter melhor desempenho na amenização da temperatura e descobriram que a floresta mista era melhor que floresta pura para mitigar os efeitos das ICU.

Silva et al. (2017) citaram diversos benefícios que as áreas verdes proporcionam tais como, aumento da evapotranspiração, regulamentação da umidade do ar e da temperatura, diminuição da poluição, conforto térmico, proteção contra erosão e assoreamento de rios urbanos, redução dos níveis de ruídos das cidades. As áreas verdes ainda podem gerar Ilhas de Frescor, efeito inverso das Ilhas de calor e, portanto, positivo para ambientes (ZHANG et al., 2017). Assim as áreas verdes têm função ecológica, social, educativa e estética.

Pontes et al. (2017), enfatizaram para realização de mais pesquisas sobre a formação e detecção das ICU, a fim de embasar trabalhos preventivos e corretivos para garantir o bem-estar das pessoas. Segundo Zhang et al. (2017), os métodos para mitigar a ICU são importantes focos de pesquisas. Souza e Silva (2017) destacaram a colaboração entre os gestores e os pesquisadores para se obter melhores escolhas de desenvolvimento e planejamento urbano.

Assim, todos os autores conseguiram destacar a importância e aplicabilidade desse estudo para qualidade de vida da população e do meio ambiente urbano, tanto em cidades de pequeno, médio e grande porte no Brasil, Malásia, Indonésia e China.

CONCLUSÃO

A revisão sistemática auxiliou na síntese da literatura atual com base nas publicações realizadas sobre o referido tema e os procedimentos metodológicos mais utilizados, os quais realmente alcançam a proposta a que se deseja estudar, possibilitando maior familiarização com o assunto e autores em destaque.

Dessa forma, é possível definir com maior precisão os objetivos e as problemáticas para novas pesquisas. Contudo, esse método é trabalhoso, pois exige do autor conhecimento prévio sobre o tema para selecionar e analisar apenas os artigos relevantes à pesquisa proposta.

Os estudos analisados evidenciaram a aplicabilidade do sensoriamento remoto nas observações sobre as ilhas de calor, bem como a compreensão de suas causas e características e dessa forma propor medidas mitigadoras para o fenômeno que tem grande interferência no conforto térmico das cidades.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), à Universidade Federal do Pará (UFPA) e ao Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (LEMHA).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. D. L. Ilha de calor urbana em cidade de pequeno porte e a influência de variáveis geourbanas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 20, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v20i0.46190>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/46190/32606>. Acesso em: 09 maio 2019.
- AMORIM, M. C. C. T. Detecção remota de ilhas de calor superficiais: Exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil. **Finisterra**, Lisboa, v. 52, n. 105, p. 111–133, 2017. DOI: 10.18055/finis6888. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0430-50272017000200007. Acesso em: 09 maio 2019.
- BEZERRA, P. E.; DE MORAES, E. T.; SOARES, I. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. **Revista Brasileira de Cartografia**, Monte Carmelo, v. 70, n. 3, p. 803–818, 2018. DOI: 10.14393/rbcv70n3-45701. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/45701>. Acesso em: 09 maio 2019.
- LATIF, Z. A.; KAMSAN, M. E. S. Assessing the relationship of land use land cover on surface temperature in city of Shah Alam, Malaysia using LANDSAT-8 OLI. **Journal of Fundamental and Applied Sciences**, Argélia, 9(5S), 514-525, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v9i5s.36>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322815526_Assessing_the_relationship_of_land_use_land_cover_on_surface_temperature_in_city_of_Shah_Alam_Malaysia_using_landsat-8_oli. Acesso em: 15 maio 2019.
- LUBER, G.; MCGEEHIN, M. Climate change and extreme heat events. **American journal of preventive medicine**, v. 35, n. 5, p. 429-435, 2008. DOI:10.1016/j.amepre.2008.08.021. Disponível em: [https://www.ajpmonline.org/article/S0749-3797\(08\)00686-7/fulltext](https://www.ajpmonline.org/article/S0749-3797(08)00686-7/fulltext). Acesso em: 15 maio 2019.
- MIRANDA, Y. C.; MARTINS NETO, F. F.; BORTOLI, M. M. Sensoriamento Remoto Aplicado À Detecção De Ilhas De Calor Urbanas: Uma Revisão Sistemática. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, Tupã, v. 13, n. 8, p. 105–119, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/1980082713820171741>. Disponível em: http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/1741/1729. Acesso em: 02 maio 2019.
- NURWANDA, A.; HONJO, T. Analysis of Land Use Change and Expansion of Surface Urban Heat Island in Bogor City by Remote Sensing. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, Basiléia, v. 7, n. 5, p. 165, 2018. DOI: 10.3390/ijgi7050165. Disponível em: www.mdpi.com/2220-9964/7/5/165. Acesso em: 09 maio 2019.
- PONTES, A. K. S. et al. Temperatura em superfície urbanas usando sensor TIRS- Landsat 5 e 8: estudo de caso em Belém-PA. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetinga, p. 118–132, 2017. Disponível em: <https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/690/826>. Acesso em: 09 maio 2019.
- PORANGABA, G. F. O.; TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Procedimentos metodológicos para análise das Ilhas de Calor em cidades de pequeno e médio porte. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, ano 13, v. 21, p. 225–247, 2017. DOI: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA ANÁLISE DAS ILHAS DE CALOR EM CIDADES DE PEQUENO E MÉDIO PORTE. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/48832/33545>. Acesso em: 09 maio 2019.
- SILVA, K. B. et al. Ilhas de calor em Vitória da Conquista – BA: Identificação e proposta para criação de áreas verdes. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 10, n. 3, p. 825–847, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2017v10n3p825-847>. Disponível em: <http://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/4263/3039>. Acesso em: 09 maio 2019.
- SOUZA, C. A.; SILVA, M. H. S. Análise da distribuição térmica da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 21, ano 13, 2017. DOI: 10.5380/abclima.v21i0.45752. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326054187_ANALISE_DA_DISTRIBUICAO_TERMICA_DA_CIDADE_DE_CAMPO_GRANDE_MATO_GROSSO_DO_SUL_NO_ANO_DE_2015. Acesso em: 09 maio 2019.
- TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. D. C. T. O estudo da ilha de calor em cidade de pequeno porte: algumas contribuições. **Revista Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 30, n.2, 186-209. Maio/ago 2018. DOI:

<https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-9>. Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadenatureza/article/view/40997/pdf>. Acesso em: 15 maio 2019.

VIEIRA, M. G.; MACHADO, G. Geotecnologias e Ilhas de Calor Urbanas: uma aplicação a Uberlândia. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 4, n. 3, p. 137–158, 2018. Disponível em:

<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/36161/25168>. Acesso em: 09 maio 2019.

WARD, K. et al. Heat waves and urban heat islands in Europe: A review of relevant drivers. **Science of the Total Environment**, v. 569, p. 527-539, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.119>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716312931?via%3Dihub>. Acesso em: 15 maio 2019.

ZHANG, X. et al. Effects of land use/cover changes and urban forest configuration on urban heat islands in a loess hilly region: Case study based on yan'an city, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Switzerland, v. 14, n. 8, 2017. DOI: 10.3390/ijerph14080840. Disponível em:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5580544/>. Acesso em: 15 maio 2019.