



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À ANÁLISE DO FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR NA CIDADE DE CÁCERES- MT, BRASIL

Alexander Webber Perlandim Ramos ^(a), Sandra Mara Alves da Silva Neves ^(b)
Rivanildo Dallacort ^(c), Camila Souza da Silva ^(a)

^(a) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso, webber.unemat@gmail.com; camilaengftal@gmail.com

^(b) Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação Geografia, Universidade do Estado de Mato Grosso, ssneves@unemat.br

^(c) Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso, rivanildo@unemat.br

Eixo: Geotecnologias e modelagem aplicada aos estudos ambientais

Resumo

O crescimento urbano tem ocasionado diversas consequências para o ambiente, dentre elas as ilhas de calor, que são formadas em áreas urbanizadas a partir de déficits de vegetação e uso de materiais com maior retenção de calor solar. Assim, o escopo deste estudo é analisar o fenômeno de ilhas de calor na área urbana do município de Cáceres-MT, através do uso de geotecnologias visando à geração de subsídios que contribuam no planejamento urbano. O comportamento da temperatura superficial nas áreas de vegetação preservadas na cidade apresentou os menores valores variando de 22.63 a 26.60 °C, enquanto nas áreas construídas e de solo expostos alcançaram 30.58 °C, mostrando que as ilhas de calor são influenciadas pela cobertura vegetal, indicando que as áreas verdes são fundamentais para à amenização do fenômeno e no conforto térmico no ambiente urbano.

Palavras chave: Urbanização, Sensoriamento Remoto, Temperatura Superficial.

1. Introdução

O processo de urbanização, iniciado no Brasil a partir de 1940, vem causando alterações na estrutura da sociedade e do meio ambiente para atender as demandas do desenvolvimento. Nos dias atuais, a intensificação desse processo, cujas transformações são refletidas no espaço físico das grandes cidades, principalmente em relação à diminuição da cobertura natural e aumento de espaços construídos, na intenção de propiciar conforto e bem-estar à sociedade, porém, provocam relevantes perturbações ao meio ambiente (SOUZA et al., 2017).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

As atividades antrópicas, como as industriais e a constante circulação de veículos automotivos, acarretaram mudanças na composição da atmosfera através do aumento nas concentrações de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono. A substituição de superfícies vegetais por edificações e pavimentações, decorrentes do processo de urbanização aumentam significativamente a impermeabilização dos solos e a irradiação de calor para a atmosfera (COSTA; SILVA; PERES, 2010).

Com o crescimento urbano desordenado e o déficit de áreas verdes no interior das cidades, o balanço de energia é alterado, havendo assim, maior emissão de ondas longas pelas superfícies urbanas e, conseqüentemente, a formação de ilhas de calor (PEREIRA et al., 2006). Caracterizadas pelo aumento da temperatura do ar em relação ao meio rural ou regiões menos urbanizadas dos arredores, principalmente à noite (CHAGAS, 2005). O aumento da temperatura em diversas áreas urbanas vem prejudicando a saúde da população devido a maior suscetibilidade de problemas à saúde, como desidratação, oscilação de pressão arterial, problemas respiratórios, renais, dentre outros (RAMOS; NEVES; SILVA, 2017).

Várias informações do ambiente terrestre atualmente podem ser obtidas através do uso de geotecnologias, como os dados do sensoriamento remoto e seu tratamento por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG), considerando a melhoria constante das resoluções das imagens de satélite. Dentre as informações contidas nas imagens, cita-se a temperatura aparente da superfície, obtida por meio da captação da energia eletromagnética emitida por determinado ambiente ou objeto (MASHIKI; CAMPOS, 2013). Mashiki (2012) acrescenta que os SIGs são ferramentas fundamentais para aplicação das técnicas de processamento digital das imagens, pois permitem a transformação dos dados do infravermelho termal em temperatura aparente da superfície, essenciais na identificação das ilhas de calor.

Diante do exposto, pesquisas com o propósito de identificar ilhas de calor são importantes, pois podem subsidiar o poder público no planejamento e na tomada de decisões



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

relativas ao crescimento urbano visando que este ocorra de forma mais equilibrado, contribuindo assim na melhoria da qualidade ambiental urbana (ORTIZ; AMORIM, 2011).

Assim, o escopo deste estudo é utilizar as geotecnologias para analisar o fenômeno de ilhas de calor na área urbana do município de Cáceres-MT, visando à geração de subsídios que contribuam no planejamento urbano e na tomada de decisão para que possa ocorrer melhorias na qualidade de vida da população.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O município de Cáceres está localizado na região sudoeste de planejamento do estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2017), com área territorial de 24.612 km² (IBGE, 2017), sendo desta extensão territorial 69,95 km² (COCHEV et al., 2010) é de área urbana (FIGURA 1). A população municipal é de 87.942 mil habitantes, sendo que destes 76.568 residem no perímetro urbano (IBGE, 2017).

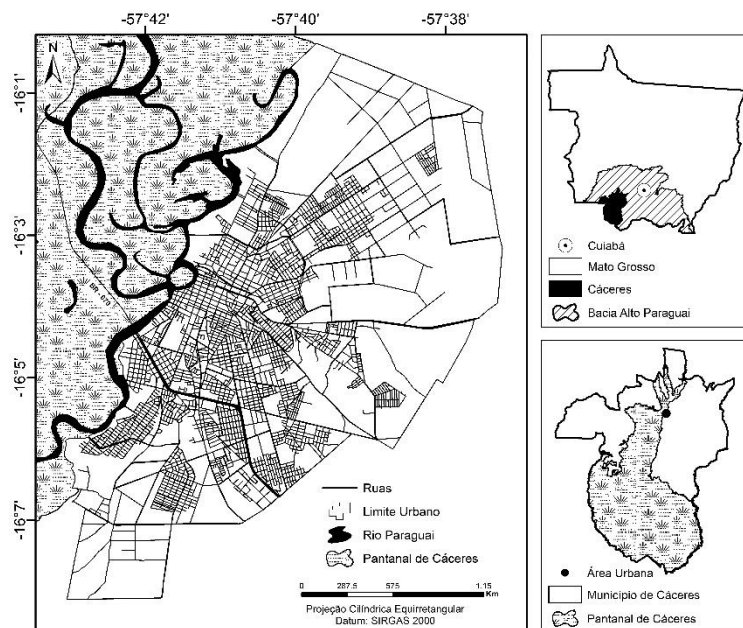


Figura 01 – Perímetro urbano do município de Cáceres-MT, no contexto da Bacia do Alto Paraguai e Pantanal. Bases cartográficas: LabGEO UNEMAT. Elaboração: Os autores (2018).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2.2. Procedimentos metodológicos

Para geração do mapa de uso e cobertura vegetal da terra foi utilizado imagem do satélite Landsat 8, sensor Operational Land Imager (OLI), com resolução espacial de 30 metros do mês de março de 2018, referente à órbita 227, ponto 071, obtidas no sítio do United States Geological Survey (USGS, 2016).

A imagem do satélite foi recortada, segmentada e classificada no software SPRING, versão 5.5.3 (CÂMARA et al., 1996). Foram definidas três classes temáticas, sendo duas pertencente a categoria de influência antrópica: área construída e solo exposto, e uma relativa a formação vegetal natural. O recorte foi feito utilizando a base cartográfica digital do perímetro urbano como máscara.

Os limiares da segmentação foram similaridade 20 e área 20 (pixel com semelhanças), método crescimento de regiões e classificador Bhattacharya, com um limite de aceitação de 99,99%.

Para a geração do mapa termográfico foi utilizado o software ArcGis 10.5 (ESRI, 2017), utilizando-se da banda 10 (infravermelho termal) do satélite Landsat 8, sensor Operational Land Imager (OLI), do mês de março de 2018, referente à órbita 227, ponto 071, obtida no sítio do United States Geological Survey (USGS, 2016). Os procedimentos de recorte e conversão dos níveis de cinza para radiância foi dado por meio da fórmula 1 (COELHO; CORRÊA, 2013).

$$L\lambda = ML * Qcal + AL \quad (1)$$

Onde: $L\lambda$ = Radiância Espectral do sensor de abertura em Watts/(m² sr μ m); ML = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 = 3.3420E-04; AL = Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 = 0.10000 e $Qcal$ = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda 10.

Os valores de radiância foram obtidos através da aplicação da fórmula 2 (COELHO; CORRÊA, 2013), visando a aquisição dos diferentes níveis de temperatura da imagem.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

$$T = K2 / (\ln(K1/L\lambda + 1)) \quad (2)$$

Sendo: T: Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K); K2: Constante de calibração 2 = 1.321.08 (K); K1: Constante de calibração 1 = 774.89 (K) e Lλ: Radiância espectral em Watts/ (W m⁻²sr⁻¹).

Após a conclusão das etapas apresentados os valores de temperatura em Kelvin foram convertidos em graus Celsius (°C) através da fórmula 3.

$$Tc = Tk - 273,15 \quad (3)$$

Onde: Tc: Temperatura em Celsius e Tk: Temperatura em Kelvin.

3. Resultados e discussões

Há maior adensamento de áreas construídas próximo a orla no bairro Centro e dos bairros cortados pela Av. São Luís onde ocorrem as mais elevadas temperaturas superficiais (Figura 02). Essas variaram de 26.61 °C a 29.26 °C em algumas áreas (Figura 02 – Encarte A), mesmo havendo a presença de córregos (Figura 02 – Encarte B), que em alguns trechos tem sua superfície canalizada e recoberta por concreto (Figura 02 - Encarte C). As temperaturas elevadas estão associadas as áreas edificadas, cujas ruas são pavimentadas, porém ocorrem em locais cujo solo encontra-se exposto (Figura 02 - Encarte D).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

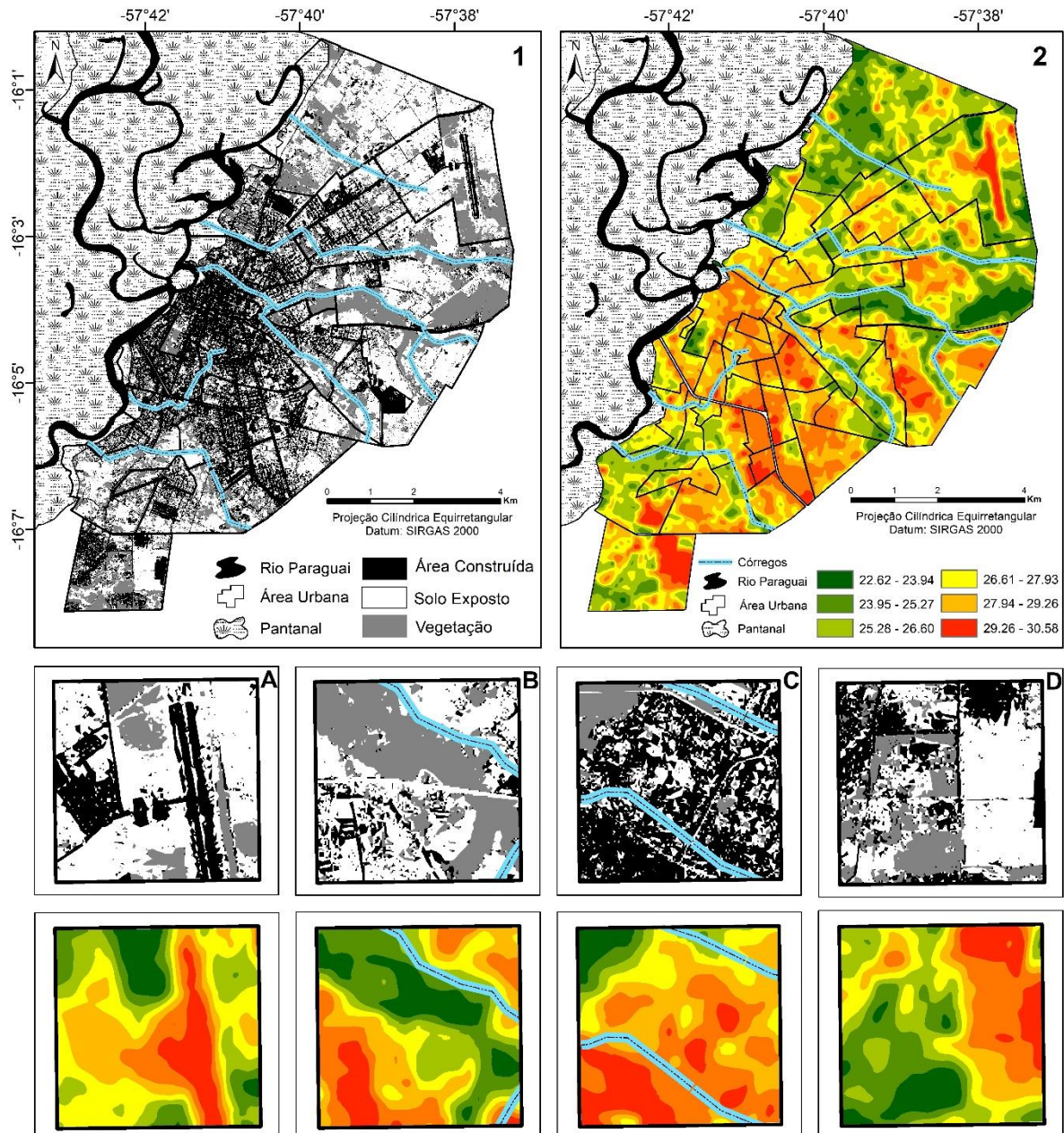


Figura 02 – Temperatura Superficial (1) e Uso e Cobertura Vegetal das Terras (2) do perímetro urbano do município de Cáceres-MT, no contexto do Pantanal. Bases cartográficas: LabGEO UNEMAT. Elaboração: Os autores (2018).

Segundo Ugeda Júnior (2011), essas elevadas temperaturas tendem a ocorrer devido a uma série de fatores, tais como às altas taxas de impermeabilização do solo, a retirada de vegetação nativa e



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

a canalização de córregos, o que potencializa o aquecimento das superfícies urbanas, principalmente em função da diminuição de umidade nesses espaços.

As áreas de entorno aos córregos, situadas longe do adensamento urbano (Figura 2 – Encarte B) apresentaram temperaturas relativamente baixas (23.95 °C), fato que pode ser atribuído a supressão parcial da vegetação ciliar ocorrida nessas áreas, contudo em alguns trechos em que vegetação ciliar encontra-se degradada a temperatura superficial foi mais elevada, alcançando 26.60 °C.

Os bairros mais distantes do bairro Centro, em que há maior quantidade de vegetação nativa (Figura 2 – Encarte D) apresentaram temperaturas mais amenas (25.28 °C a 27.93 °C). Essa menor temperatura é resultado do efeito de sombreamento das superfícies e pelos altos níveis de fluxo de calor latente, o que segundo Oke (1982) é devido a uma maior quantidade de água disponível para os processos de evaporação e evapotranspiração da vegetação.

As áreas construídas com presença de solo exposto no entorno (Figura 2 – Encarte A) apresentaram temperaturas mais elevadas (29.26 °C a 30.58 °C), decorrente da substituição da cobertura vegetal. Este fato pode ser atribuído a impermeabilização do solo por materiais, como asfalto e concreto, resultantes da redução de áreas vegetadas, o que altera as propriedades térmicas, radiativas da área urbana (OKE; MAXWELL, 1975), fazendo com que haja mais retenção de calor, nessas áreas.

As menores temperaturas registradas (22.62 °C a 25.27 °C) foram nas áreas de vegetação densa (Figura 2 – Encarte B), próximo as matas ciliares dos córregos situados distantes das áreas edificadas e com maior adensamento, sendo que tais valores são resultantes da forte presença de umidade encontradas nesses ambientes, uma vez essas áreas possuem grande capacidade de absorção de radiação solar. De acordo com Alcântara et al. (2011) parte da energia que é recebida nesses locais é convertida em calor latente e emitida a atmosfera pelo processo de evaporação da água.

4. Considerações Finais

O adensamento urbano sem o planejamento ambiental resulta no aparecimento do fenômeno de ilhas de calor, sendo que o comportamento da temperatura nas áreas de vegetação preservadas apresentou as menores valores variando entre 22.63 a 26.60 °C, enquanto que nas áreas construídas e de solo expostos as mesmas alcançaram até 30.58 °C, mostrando que as ilhas de calor são influenciadas diretamente pela cobertura vegetal, indicando assim que a implementação de áreas verdes é fundamental



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

para a amenização do fenômeno, ajudando no conforto térmico e melhorando a qualidade de vida no ambiente urbano.

5. Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, E. H.; STECH, J. L.; LORENZZETTI, J. A.; NOVO, E. M. L. M.; SOUZA, A.F. Estimativa dos fluxos de calor sensível e latente na superfície da água do reservatório de Itumbiara (GO) por meio de dados MODIS/Terra. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos/SP: INPE, 2011. p. 5185-5192.

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, v. 9, n. 1, p. 71-90, 2010.

CÂMARA, G.; SOUZA, FREITAS, R. C. M.; GARRIDO U. M. J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CHAGAS, G. A morada do calor. **Jornal Unesp**, n. 203, 2005. Disponível em: <<http://www.unesp.br/aci/jornal/203/ilhas.php>>, acesso em 03 dezembro de 2018.

CHEN, X. L.; ZHAO, H. M.; LI, P. X.; YIN, Z. Y. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. **Remote Sensing of Environment**, v. 104, p. 133-146, 2006.

COCHEV, J. S.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Espaço urbano de Cáceres/MT analisado a partir de imagens de sensoriamento remoto e SIG. **Revista GeoPantanal**, v. 5, n. 8, p. 145-160, 2010.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de Superfície Celcius do Sensor TIRS/LandSat – 8: metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

COSTA, D. F.; SILVA, H. R.; PERES, L. F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira - SP através da utilização de geotecnologias. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 974-985, 2010.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10. 5. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2017.

GARTLAND, L. **Ilhas de calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 248 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=51&dados=0>>, acesso em 01 dezembro de 2018.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MASHIKI, M. Y. **Geoprocessamento na identificação de ilhas de calor e influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP.** 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu/SP, 2012.

MASHIKI, M. Y.; CAMPOS, C. Influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP. **Revista Energia na Agricultura**, v. 28, n. 3, p. 143-149, 2013.

MATO GROSSO. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. **Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes.** Disponível em: <<http://metadados.seplan.mt.gov.br/metadados/srv/metadatos/396e96a7-6279-4173-9174-a935ee4b32f>>, acesso em 03 dezembro de 2018.

NICHOL, J. E. High-Resolution surface temperature patterns related to urban morphology in a tropical city: a satellite-based study. **Journal of Applied Meteorology**, v. 35, p. 135-146, 1996.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 8, p. 1-4, 1982.

OKE, T. R.; MAXWELL, G. B. Urban heat island dynamics in Montreal and Vancouver. **Atmospheric Environment**, v. 9, p. 191-200, 1975.

ORTIZ, G. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor em Cândido Mota/SP: algumas considerações. **Revista Formação Online**, v. 1, n. 18, p. 238-257, 2011.

PEREIRA, G.; CAMARGO, F. F.; OLIVEIRA, L. G. L.; GUERRA, J. B. Identificação do fenômeno de ilhas de calor para a região Metropolitana de São Paulo através de dados provenientes do satélite LANDSAT 7 ETM+. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 3., 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju: EMBRAPA, 2006. p. 1-7.

RAMOS, A. W. P.; NEVES, S. M. A. S.; SILVA, G. J. O. Análise, a partir de imagem Landsat 8, de ilhas de calor na cidade brasileira de Cáceres/MT. In: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (Org.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento.** Campinas/SP: Instituto de Geociências - UNICAMP, 2017, p. 2715-2720.

SANTOS, A. M.; RODRIGUES, G. A. Ilhas de Calor: Conceito, Problemas e Alternativas. In: SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga, 3., Taquaritinga/SP. **Anais...** Taquaritinga: FATEC, 2015. p.1-10.

SOUZA, B. P.; COSTA, J. A. L.; COSTA, S. S.; MARINHO, R. R. Análise Espacial de Ilhas de Calor da Área Urbana de Manaus a partir de imagens Landsat 8. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 18., 2017, Santos/SP. **Anais...** São José dos Campos/SP: INPE, 2017. p. 336-343.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

UGEDA JÚNIOR, J. C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP.** 2011. 383 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente/SP, 2011.

USGS. **United States Geological Survey**, 2016. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov>>, acesso em 02 de novembro de 2018.