

12º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2021

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO PARA IDENTIFICAÇÃO DE ILHAS DE CALOR URBANAS EM ITAPETININGA/SP

MANUELA M. SOARES KURNICH¹, JULIANO R. FLORIANO SILVA²

¹ Discente de Eletromecânica Integrado ao E. Médio e Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Itapetininga, m.kurnich@ifsp.edu.br

² Orientador e Professor EBTT – Geografia, IFSP, Câmpus Itapetininga, juliano.ricciardi@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.07.02.06-7 - Sensoriamento Remoto.

RESUMO: A cidade de Itapetininga é considerada um centro regional do sudoeste paulista e nos últimos 30 anos, houve um acréscimo de mais de 55% em sua população, segundo dados do IBGE. Diante dessa expansão, houve a necessidade da ampliação dos equipamentos urbanos públicos e privados como: a pavimentação de vias públicas, as construções e demais benfeitorias que atendam seus cidadãos. Todavia, essa transformação no espaço geográfico pode ter levado a alterações no microclima local, como a formação de Ilhas de Calor Urbana (ICUs). Apesar de ser um fenômeno mais comum em grandes centros urbanos pavimentados e verticalizados, essa pesquisa procura identificar por meio do sensoriamento remoto áreas em que o fenômeno é presente e que poderá se intensificar com a expansão urbana. Para isso, serão utilizadas imagens orbitais dos satélites estadunidenses Landsat 5 e 8, obtidas entre os anos de 1990 e 2020 e determinar as temperaturas superficiais por meio do software livre Quantum GIS, com a intenção identificar possíveis ICUs e sua evolução no tempo, além de mapear a localização dessas. Espera-se que tal estudo contribua para as ações do poder público local para mitigar o desconforto térmico causado por este fenômeno.

PALAVRAS-CHAVE: Ilhas de calor urbanas, sensoriamento remoto, expansão urbana, Itapetininga.

USE OF REMOTE SENSING TO IDENTIFY URBAN HEAT ISLANDS IN ITAPETININGA/SP

ABSTRACT: The city of Itapetininga is considered a regional center of southwestern São Paulo and in the last 30 years, there has been an increase of over 55% in its population, according to data from IBGE. In face of this expansion, there was the need for the expansion of public and private urban equipment such as: the paving of public roads, construction and other improvements to serve its citizens. However, this transformation in the geographic space may have led to changes in the local microclimate, such as the formation of Urban Heat Islands (UHI). Despite being a phenomenon more common in large paved and verticalized urban centers, this research seeks to identify through remote sensing areas where the phenomenon is present and that may intensify with urban expansion. To this end, orbital images from the United States satellites Landsat 5 and 8, obtained between the years 1990 and 2020, will be used to determine surface temperatures through the free software Quantum GIS, with the intention of identifying possible UCIs and their evolution over time, as well as mapping their location. It is hoped that this study will contribute to the actions of the local government to mitigate the thermal discomfort caused by this phenomenon.

KEYWORDS: Urban heat islands, remote sensing, urban sprawl, Itapetininga.

INTRODUÇÃO

O município de Itapetininga está situado na porção sudoeste do estado de São Paulo e apresentou nos últimos 30 anos, segundo IBGE (2021a, 2021b), um aumento considerável de sua população, em torno de 23%. Tal evolução populacional é reflexo da urbanização intensificada por todo país na segunda metade do século XX, o que resultou em mudanças em relação ao uso e ocupação do solo e consequentemente poderá refletir no clima urbano local. De acordo com Moreira (2014), a mudança do clima local pode ser provocada pelo surgimento do gradiente horizontal urbano de temperatura, sendo este ocasionado pela relação dos fatores que alteram a cobertura e dinâmica do solo tais como: a diminuição do percentual de vegetação, a impermeabilização do solo, o aumento da rugosidade da superfície, a diminuição do fluxo de calor latente e o aumento do fluxo de calor sensível, entre outros. Para Vila Nova (2018) tal fenômeno denominado de Ilhas de Calor Urbanas (ICUs) ocorrem, geralmente, no centro das cidades onde as construções se configuram de maneira aglomerada e compacta, como os corredores de prédios e ruas estreitas nos grandes centros que são comparados como “cânions urbanos”.

Com vistas a identificar a presença ou a formação das ICUs na cidade de Itapetininga, foi adotado o Sensoriamento Remoto, a partir de imagens orbitais dos satélites estadunidenses Landsat 5 e Landsat 8, em suas bandas termiais com a finalidade de avaliar e apresentar a espacialização do fenômeno de ICUs. A análise adota uma variação temporal de quinze anos (1990, 2005 e 2020) englobando o atual perímetro urbano municipal, por meio da relação espacial entre o padrão de uso e ocupação do solo e suas respostas térmicas, indicando a ocorrência ou não do fenômeno.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o mapeamento e detecção da temperatura superficial foram utilizadas as imagens orbitais dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, na órbita 220 e ponto 76, que engloba a área do município de Itapetininga/SP. Foi necessário fazer o levantamento das imagens orbitais que apresentassem a menor nebulosidade que, no caso da área de estudo, seria no período do outono e inverno. Investigadas as possíveis imagens, optou-se pelas obtidas no mês de agosto dos respectivos anos de 1990, 2005 e 2020, que além de estarem em condições excepcionais para uso nessa pesquisa, o referido mês reflete um período de gradativo aumento das temperaturas que antecipa a estação da primavera.

Para os materiais orbitais de 1990 e 2005, utilizou-se das imagens geradas pelo sensor Thematic Mapper (TM) do satélite Landsat 5, especificamente da banda 6 que apresenta, segundo o INPE (2021), um intervalo espectral entre 10,4 μm e 12,5 μm , com resolução espacial de 120 metros e que apresenta maior sensibilidade aos fenômenos relativos aos contrastes térmicos, servindo para detectar propriedades termiais de rochas, solos, vegetação e água. Para o material orbital de 2020, utilizou-se do sensor Thermal Infrared Sensor (TIRS) do satélite Landsat 8, especificamente da banda 10, com intervalo espectral 10,6 μm e 11,9 μm e resolução espacial de 100 m.

Em paralelo a obtenção das imagens orbitais, realizou-se um levantamento bibliográfico que norteou a pesquisa quanto expansão urbana local e os impactos socioambientais provocados pela ação humana, especificamente com ênfase no estudo das ICUs, com a finalidade de compreender a ocorrência do fenômeno já descrito e estudado em outras cidades, por Amorim, 2009; Coltri, 2006; Lucena, 2012, Gamarra, Corrêa e Targino, 2014 e Moreira, 2014; que respaldaram a interpretação das cartas e a análise do fenômeno na cidade de Itapetininga.

O processamento das imagens orbitais foi realizado por meio do software *opensource* Quantum GIS (QGIS) na sua versão 2.18.1 – Las Palmas de G.C. A delimitação do município de Itapetininga, se baseou no do mapa vetorial dos limites municipais do estado de São Paulo, disponível no site do IBGE (2021d) e a delimitação do perímetro urbano teve como base a carta impressa *raster* do último plano diretor do município (Itapetininga, 2014), sendo esta a área o foco dessa pesquisa.

Para o processamento das imagens adotou-se o uso da ferramenta *Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)*, que realiza diversos processos a partir das imagens termiais e do arquivo de metadados, como a conversão dos valores das bandas espectrais de *Digital Number (DN)* para *Top Of Atmosphere (TOA) reflectance* e a conversão da temperatura das bandas termiais de graus Kelvin para graus Celsius, tendo como produto um arquivo raster com as temperaturas superficiais da área de

estudo. Essa ferramenta realiza automaticamente o processamento, que em versões anteriores do software QGIS, necessitava da adoção de equações destacadas por Amaro (2018), como a transformação dos tons de cinza das imagens orbitais na banda 6 (Landsat 5 para os anos 1990 e 2005) e da imagem orbital na banda 10 (Landsat 8, para 2020), conforme mostra a Equação 1 e por último, a identificação da temperatura superficial a partir do brilho do sensor em graus Kelvin, como apresentado pela Equação 2.

Equação 1 - Transformação de Tons de Cinza para Radiância espectral.

$$L\lambda = \left(\frac{L_{max\lambda} - L_{min\lambda}}{Q_{cal\ max} - Q_{cal\ min}} \right) * (Q_{cal} - Q_{cal\ min}) + L_{min\lambda}$$

$L\lambda$ = Radiância espectral [$W / (m^2\ sr\ \mu m)$]

Q_{cal} = Valor quantizado e calibrado do pixel em nível de cinza [DN];

$Q_{cal\ min}$ = Valor mínimo do pixel em níveis de cinza;

$Q_{cal\ max}$ = Valor máximo do pixel em níveis de cinza;

$L_{min\lambda}$ = Radiância espectral mínima [$W / (m^2\ sr\ \mu m)$];

$L_{max\lambda}$ = Radiância espectral máxima [$W / (m^2\ sr\ \mu m)$]

Equação 2 – Temperatura de brilho do sensor em Kelvin.

$$T = \frac{K2}{Ln \left(\frac{K1}{L\lambda} + 1 \right)}$$

T = Temperatura efetiva de brilho do sensor [K];

$K2$ = Constante de calibração 2 [K];

$K1$ = Constante de calibração 1 [$W / (m^2\ sr\ \mu m)$];

$L\lambda$ = Radiância espectral na abertura do sensor [$W / (m^2\ sr\ \mu m)$];

Ln = Logaritmo natural.

Os dados necessários para tais cálculos, estão disponíveis no arquivo de metadados, disponibilizado para cada conjunto de imagens, no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Informações para a calibração das imagens Landsat 5 e 8 e médias térmicas locais.

Satélite / Sensor	Data – hora (passagem)	Temperatura média local	Órbita / ponto	Dados para calibração
Landsat 5 / TM	08/08/1990 12:30	18° C*	220/76	Lmin: 1.238 Lmax: 15.303 Qcal max: 65535 K1: 607.76 K2: 1260.56
Landsat 5 / TM	17/08/2005 12:58	21° C**	220/76	Lmin: 1.238 Lmax: 15.303 Qcal max: 65535 K1: 607.76 K2: 1260.56
Landsat 8 / TIRS	26/08/2020 13:10	15° C**	220/76	Lmin: 0.10033 Lmax: 22.0018 Qcal max: 65535 K1: 774.8853 K2: 1321.0789

Fontes: USGS, 2021.

*O Estado de São Paulo, 1990.

** Agritempo, 2021.

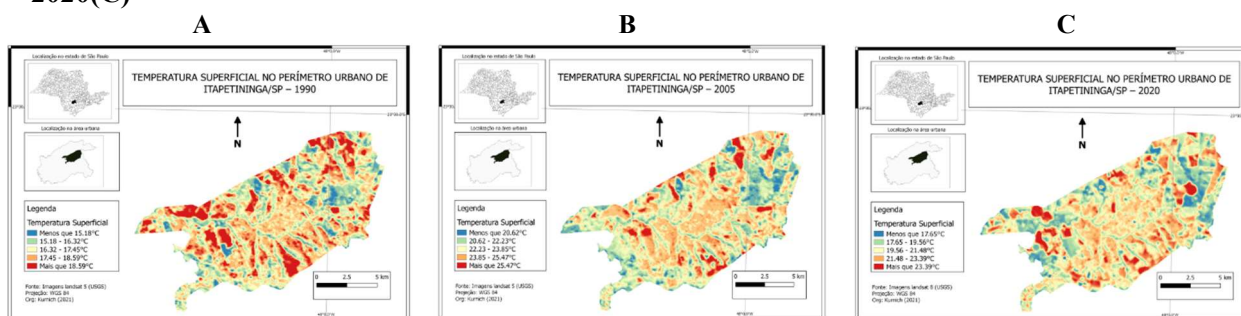
Após o processamento das imagens de 1990, 2005 e 2020, e confrontadas pelas médias térmicas nos respectivos dias da obtenção das imagens, obteve-se as cartas temáticas de temperatura superficial e a partir delas seria possível identificar as anormalidades presentes nos três momentos no perímetro urbano de Itapetininga. Após a análise dessas áreas, se propôs verificar em campo, inclusive

documentando com fotografias locais o porquê, desse acréscimo termal da superfície e sua relação com a utilização do solo pela sociedade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão expressos visualmente nos três momentos, podem ser verificadas conforme as Figura 1, com as cartas de temperatura superficial para 1990, 2005 e 2020, respectivamente.

Figura 1 – Temperatura superficial no perímetro urbano de Itapetininga/SP: 1990(A), 2005(B) e 2020(C)



Para mais detalhes das imagens, acessar:

<https://drive.google.com/drive/folders/1OWuAoy0UXk2uPTAlJg6cngzMII9EhjAT?usp=sharing>

Os primeiros resultados dessa pesquisa, mostram que a intensificação da urbanização em parte contribuiu para o aumento das temperaturas no perímetro urbano. Na imagem de 1990, o solo nu com uso para a agropecuária e loteamentos, foram os que apresentaram as maiores temperaturas superficiais e a presença de pequenos focos na área urbanas densamente pavimentada e edificada. Todavia as imagens de 2005, já indicam a formação de novas ICUs, e também mais evidentes na imagem de 2020.

Portanto, pode-se inferir que há formação de ICUs, todavia o processo ainda se dá de forma isolada em porções espalhadas pela área urbana, e gradativamente se intensificou com o passar dos anos que foram selecionados para essa pesquisa.

CONCLUSÕES

Com a continuidade da expansão urbana sem o devido cuidado com a arborização, criação de áreas verdes e a consequente intensificação da impermeabilização dos solos, o fenômeno das ICUs tenderá a agravar o problema no espaço urbano local. Diante do que foi levantado até o agora, nessa pesquisa que se encontra em desenvolvimento, espera-se que se consiga uma sensibilização do poder público local para um direcionamento para estudos mais aprofundados sobre a questão e, portanto, que esta seja uma pesquisa de caráter seminal, que vise proporcionar uma melhor qualidade de vida aos munícipes e de conscientização socioambiental.

AGRADECIMENTOS

Nossa gratidão ao suporte dado pelo Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica do Câmpus Itapetininga/SP (PIBIFSP).

REFERÊNCIAS

AGRITEMPO, Agritempo. Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. Disponível em: <https://www.agritempo.gov.br/agritempo/jsp/PesquisaClima/index.jsp?siglaUF=SP> Acesso em: 28 de set. 2021.

AMARO, Louise A. **A análise da influência do uso e da cobertura do solo na ocorrência das ilhas de calor na região central do Vale do Taquari/RS**. Lajeado, Univates, 2018. (TCC – Eng. Ambiental).

AMORIM, M. C. C. T. et al. **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França)**. Confins [Online], n. 7, 2009. Disponível em: <http://confins.revues.org/index6070.html>.

COLTRI, P.P. **Influência do Uso e Cobertura do Solo no clima de Piracicaba, São Paulo: Análise de Séries Históricas, Ilhas de Calor e Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: ESALQ, 2006.

GAMARRA, N. L. R.; CORRÊA, M. D. P.; TARGINO, A. C. D. L. Utilização de Sensoriamento Remoto em análises de albedo e temperatura de superfície em Londrina – PR: Contribuições Para Estudos De Ilha De Calor Urbana. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 29, n. 4, p. 537–550, 2014.

IBGE, **Censos Demográficos 1980 a 2010**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/series-temporais/series-temporais/>. Acesso em 16/02/2021a.

_____, **Cid@des: Itapetininga**. Estimativa de população. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itapetininga/panorama>. Acesso em 16/02/2021b.

_____, **Carta Itapetininga 1 : 50.000**. Disponível em: <https://ibge.gov.br/downloads>. Acesso em 16/02/2021c.

_____, **35MUE250GC_SIR.shp**. Arquivo shapefile do estado de São Paulo. Disponível em: <https://ibge.gov.br/downloads>. Acesso em 16/02/2021d.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), **Catálogo de imagens**. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em 18/02/2021

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

LIMA, V.; AMORIM, M. C. DE C. T. A utilização de informações de temperatura da superfície, do NDVI e de temperatura do ar na análise de qualidade ambiental urbana. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto SBSR**, Curitiba-PR, Brasil., p. 1028-1035, 2011.

LUCENA, A. J. **A Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, UFRJ, 2012. (Doutorado)

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de (org). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Universidade de Brasília. Brasília, 2012

MOREIRA, E. B. M. **Balço de Energia e Evapotranspiração na cidade do Recife-PE por Sensoriamento Remoto**. Recife. Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, 2014.

ITAPETININGA, Prefeitura Municipal de. **Revisão e atualização do plano diretor municipal – Área urbana**. Mapa. Escala: 1:20.000. Seplan, 2014.

O ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo. **Acervo**, 08 de agosto de 1990. Informe ambiental p. 23. Disponível em: <https://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/19900808-35423-nac-0023-999-23-not> . Acesso em 23 de ago. de 2021.

QGIS (org.). **Quantum GIS** – Sistema de Informações Geográficas. QGIS Association. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em 15/02/2021

SILVA, Diânice O., GOMES, Júlia O., Holtz, Dhiovanna. O Espaço urbano de Itapetininga/SP: O Geoprocessamento na identificação dos agentes modificadores. **I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia**. 2018, Anais. v.1, UEL, Londrina/PR.

USGS - United States Environmental Protection Agency (EPA), **Urban Heat Islands** (2008) . Disponível em <https://www.usgs.gov/media/images/urban-heat-islands> . Acesso em: 13/02/2021.

_____. **Imagens Landsat 5 220/76**, datada em 08/08/1990. Arquivos: LT05_L1TP_220076_19900808_20170129 (todas as bandas). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 19/02/2021.

_____. **Imagens Landsat 5 220/76**, datada em 17/08/2005. Arquivos: LT05_L1TP_220076_20050817_20161125 (todas as bandas). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 19/02/2021.

_____. **Imagens Landsat 8 220/76**, datada em 26/08/2020. Arquivos: LC08_L1TP_220076_20200826_20200905 (todas as bandas). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 19/02/2021.