

Disponibilidade de Imagens LANDSAT para a região do município de Itajaí, SC, para análise de Ilhas de Calor

Carla Claudino^{1*}, Pedro Cardoso de Sales Filho¹, Dirceu Luis Herdies^{1,2}, Mário Francisco Leal de Quadro¹

¹ Instituto Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, Brasil

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista /SP, Brasil

*carlaclaudino@yahoo.com

RESUMO

Nas cidades geralmente percebe-se um clima mais quente do que nas áreas rurais, devido, dentre outros fatores, aos materiais que formam as cidades e como elas são construídas. Como forma de identificar as diferentes temperaturas nas cidades e seus arredores, pode-se utilizar técnicas de medição indireta, como o sensoriamento remoto. Dentre as plataformas para instalação dos sensores remotos para obter imagens da superfície terrestre, pode-se mencionar os satélites da missão LANDSAT, em operação desde 1991. Dessa forma, o objetivo deste trabalho consiste em verificar se as imagens disponibilizadas pelos satélites da série LANDSAT podem ser utilizadas para estudos de ilhas de calor na região da cidade de Itajaí - SC, Brasil, no período que compreende o ano de 1991 a 2020. Para cada ano, foi determinado o período de busca de imagens com base na temperatura do ar mais quente observada no respectivo ano. A busca de imagens foi realizada no site Earth Explorer da USGS. Como resultados, nos períodos analisados, em muitos anos as imagens obtidas apresentaram nuvens na área de estudo, sendo necessário estabelecer novo período para busca de imagens ou aplicar método específico para retirada das nuvens para posterior estudo da presença, ou ausência, das ilhas de calor nestes anos. Quanto ao LANDSAT-7, nos períodos analisados, todas as imagens a partir do ano de 2004 apresentaram lacunas de dados. Quanto ao LANDSAT-5, nos períodos analisados nos anos de 1996, 1998 e 2003, não foram encontradas imagens na base consultada. Por conseguinte, para a área de estudo conclui-se que as imagens do LANDSAT-5 e LANDSAT-8 são úteis para estudo de ilhas de calor urbanas, como são obtidas, já as imagens do LANDSAT-7 demandam considerações quanto ao grau de interferência das áreas sem dados, nas imagens em que isto foi observado, nas análises.

Palavras-Chave: Sensoriamento remoto, Satélite, Litoral.

1. INTRODUÇÃO

Usualmente, as áreas urbanas são mais quentes do que seus arredores rurais, fenômeno este conhecido como “efeito ilha de calor” (EPA, 2008). Conforme as cidades se desenvolvem, mais vegetação é suprimida e superfícies são pavimentadas ou cobertas com edificações, com a mudança na cobertura do solo resultando em menos sombra e umidade para manter as cidades frescas (EPA, 2008). Quanto aos efeitos, as ilhas de calor podem afetar as comunidades ao aumentar a demanda de energia no auge do verão, custos de ar condicionado, poluição do ar e emissão de gases do efeito estufa, doenças e mortalidade associadas ao calor, e qualidade da água (EPA, 2008), sendo necessário compreender melhor este fenômeno.

As propriedades dos materiais urbanos, especialmente a refletância solar, emissividade e capacidade térmica, também influenciam o desenvolvimento das ilhas de calor urbanas, uma vez que determinam como a energia do sol é refletida, emitida e absorvida (EPA, 2008).

Logo, para identificar as ilhas de calor urbanas, podem ser empregados métodos diretos e indiretos, modelagem numérica, e estimativa com base em modelos empíricos (EPA, 2008). Pesquisadores frequentemente utilizam o sensoriamento remoto, que consiste em uma técnica de medição indireta, para estimar temperaturas de superfície (EPA, 2008). Como produto, tem-se imagens termais (EPA, 2008).

Para obter imagens da superfície da Terra, sensores remotos podem ser alocados em aeronaves, foguetes e balões, todavia estas plataformas são operacionalmente caras e limitadas, de modo que os satélites artificiais configuram uma solução para a instalação desses sistemas (STEFFEN, 2022).

Denominado de Earth Resources Technology Satellite – ERTS-1, e mais tarde renomeado para LANDSAT-1, o primeiro satélite de Recursos Naturais foi lançado no ano de 1972 pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço - NASA (NOVO; PONZONI, 2001, p. 14). A operação do LANDSAT-1 ocorreu durante 5 (cinco) anos, com a missão LANDSAT existente até hoje com o lançamento de outros satélites (INPE, 2022), sendo o lançamento mais recente em setembro de 2021 (NASA, 2022). Dentre os satélites lançados na missão LANDSAT, o LANDSAT-6 foi lançado em outubro de 1993, entretanto, não atingiu a órbita (LANDSAT MISSIONS, 2022a), e o sensor do LANDSAT-7, desde junho de 2003, passou a adquirir e fornecer dados com lacunas de dados devido à falha do *Scan Line Corrector* - SLC (LANDSAT MISSIONS, 2022b).

Isto posto, o extenso acervo de produtos dos satélites que integram a série LANDSAT passa a ser ainda mais relevante para estudos que demandam um longo período de análise, como o cálculo da atualização das normais climatológicas, definidas pela Organização

Mundial de Meteorologia (OMM), computadas para o período (consecutivo) de 30 anos: 01/01/1991 até 31/12/2020 (WMO, 2019).

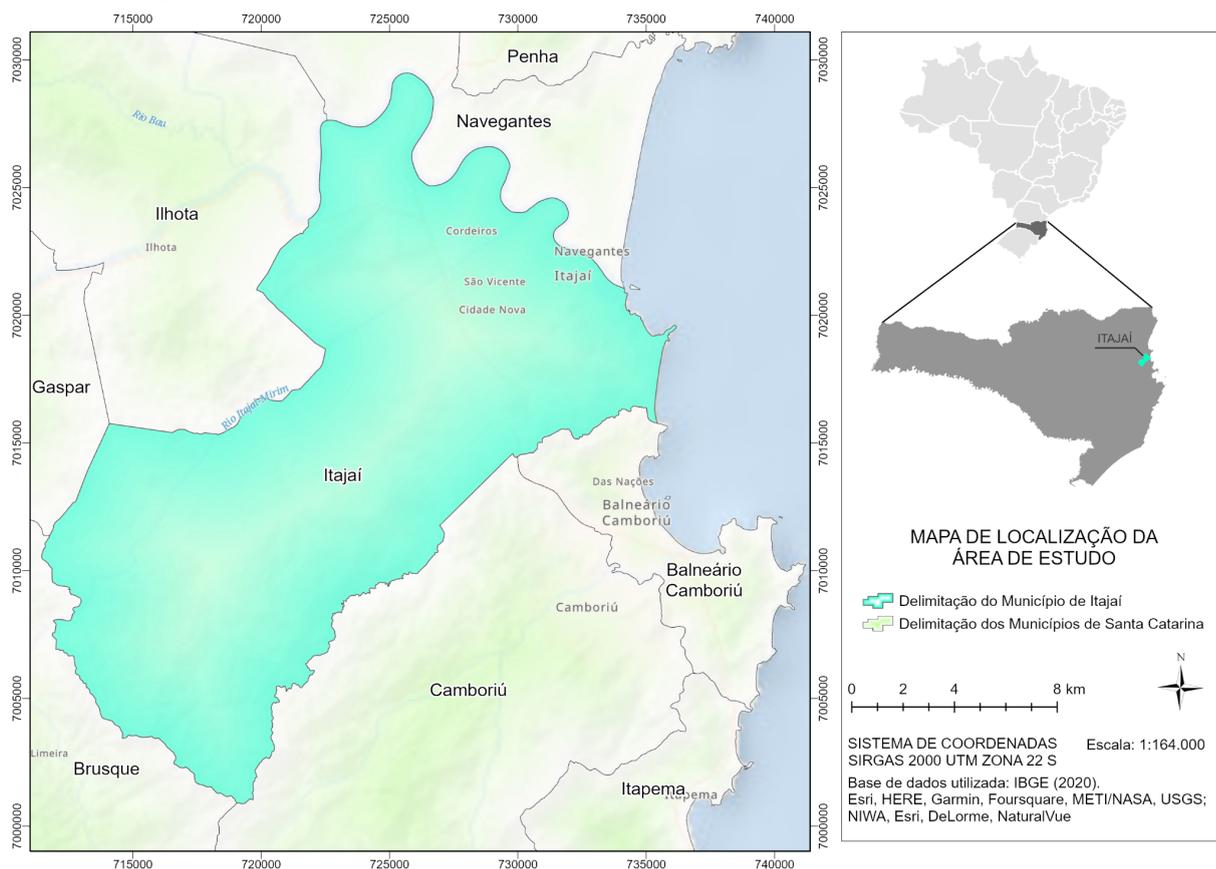
Desta forma, o objetivo deste trabalho é o de verificar se as imagens disponibilizadas pelos satélites da série LANDSAT podem ser utilizadas para estudos de ilhas de calor na região da cidade de Itajaí - SC, Brasil, no período que compreende o ano de 1991 a 2020.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O município de Itajaí representa a área de estudo. Este município está localizado no litoral norte de Santa Catarina, limitado pelos municípios de Navegantes, Ilhota, Gaspar, Brusque, Camboriú e Balneário Camboriú, pelo rio Itajaí-Açu e pelo Oceano Atlântico ao leste (Figura 1).

Figura 1. Mapa com a localização do município de Itajaí, Santa Catarina, Brasil.



Fonte: Os autores (2022).

A escolha de Itajaí como área de estudo ocorreu por este município ser destaque no estado de Santa Catarina, sendo o segundo maior Produto Interno Bruto - PIB do estado em questão e o primeiro na região geográfica imediata onde está localizado, no ano de 2019 (IBGE, 2022). Na sua região geográfica imediata, Itajaí é o município com maior área da unidade

territorial (IBGE, 2022). Em 2018, Itajaí foi reconhecida como Capital Catarinense da Construção Naval e do Turismo, conforme Lei Estadual N° 16.722, de outubro de 2018 (SANTA CATARINA, 2018).

2.1 Aquisição e processamento das imagens LANDSAT

Inicialmente, para o município de Itajaí foram determinados os períodos com a temperatura mais elevada, por ano, no horizonte temporal de 1991 a 2020, utilizando os dados de reanálise do produto do MERRA-2. Para estes períodos, foi efetuado levantamento das imagens disponíveis para a área de estudo no horizonte temporal citado.

As imagens foram obtidas no *site* do Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS, Earth Explorer (USGS, 2022), localizadas na Órbita = 220, Ponto = 79, dos satélites da série LANDSAT, Collection 2 Level 1, em setembro de 2022.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 LANDSAT-8

Para os períodos com a data mais quente, apenas as imagens dos anos de 2018 (28/11/2018 a 27/12/2018) e 2015 (28/12/2014 a 27/01/2015) podem ser utilizadas, sendo as demais desconsideradas por apresentarem nuvens na área de estudo.

Deste modo, nos anos cujas imagens apresentaram nuvens na área de estudo, é necessário determinar outro período com a segunda data com a temperatura mais quente do ano e realizar novamente a busca de imagens para gerar imagens termais para estudo da presença, ou ausência, de ilhas de calor no município de Itajaí, sem que seja preciso aplicar metodologias para retirada de nuvens.

3.2 LANDSAT-7

Para o período entre o término da operação do LANDSAT-5 e o início da operação do LANDSAT-8, a imagem obtida do LANDSAT-7 para a área de estudo no período onde foi constatada a data mais quente do ano de 2013 (10/01/2013 a 09/02/2013) e do ano de 2012 (26/11/2012 a 26/12/2012) apresentaram nuvens que dificultam o mapeamento da temperatura da superfície, bem como foram verificadas lacunas de dados nestas imagens.

Nos períodos com a data mais quente dos anos de 2000 (02/01/2000 a 01/02/2000), 2002 (16/03/2002 a 15/04/2002), 2004 (16/12/2004 a 15/01/2005), 2007 (22/02/2007 a 24/03/2007) as imagens do LANDSAT-7 apresentaram menor cobertura de nuvens do que as imagens do LANDSAT-5. As imagens do LANDSAT-7 dos anos de 2000 e 2002 não apresentaram lacunas de dados. No período com a data mais quente do ano de 2003 (22/01/2003 a 21/02/2003) a imagem disponível do LANDSAT-7 para a área de estudo estava com elevada

quantidade de nuvens.

3.1 LANDSAT-4-5

Para o LANDSAT-5, foram analisadas imagens de 1991 até 2011. Assim como para as imagens do satélite LANDSAT-8, as imagens buscadas não apresentaram lacunas de dados, todavia apenas as imagens dos períodos com a data mais quente dos anos de 1998 (09/01/1998 a 08/02/1998), 2005 (24/02/2005 a 26/03/2005), 2006 (28/08/2006 a 27/09/2006) e 2010 (23/01/2010 a 22/02/2010) podem ser utilizadas por não apresentarem cobertura expressiva de nuvens na área de estudo. Para os períodos com a data mais quente dos anos de 1996 (26/01/1996 a 25/02/1996), 1997 (08/12/1997 a 07/01/1998) e 2003 (22/01/2003 a 21/02/2003) não foram encontradas imagens do LANDSAT-5, para a área de estudo, no site da USGS.

Para os demais anos, em que o LANDSAT-7 esteve operando concomitantemente com o LANDSAT-5, também foram buscadas imagens do LANDSAT-7. Foram encontradas imagens com baixa cobertura de nuvens na área em estudo, do LANDSAT-7, nos períodos com a data mais quente dos anos 2000 (02/01/2000 a 01/02/2000), 2002 (16/03/2002 a 15/04/2002), 2004 (16/12/2004 a 15/01/2005) e 2007 (22/02/2007 a 24/03/2007), conforme apresentado anteriormente.

Nos períodos que as imagens da área de estudo apresentaram elevada cobertura de nuvens tanto nas imagens do LANDSAT-4-5 quanto nas imagens do LANDSAT-7, é necessário buscar imagens em outra data para realizar a geração de imagens termais para estudo da presença, ou ausência, de ilhas de calor no município de Itajaí, sem que seja preciso aplicar metodologias para retirada de nuvens.

4. CONCLUSÃO

Por conseguinte, dos satélites utilizados, as imagens do LANDSAT-8 e do LANDSAT-5 foram as melhores imagens encontradas para o período analisado, considerando os períodos de operação de cada satélite, entretanto, em muitas datas as imagens apresentaram cobertura de nuvens elevada, o que demanda a procura de imagens em outros períodos ou realização de processamento específico para retirada das nuvens.

Para as imagens do LANDSAT-7 onde foram encontradas lacunas de dados, recomenda-se a verificação do grau de interferência desta ausência de dados em estudos que utilizem estas imagens.

Este trabalho é parte integrante da dissertação de mestrado, em elaboração, em Clima e Ambiente da primeira autora deste estudo. A tabela com os dados pode ser verificada no

material

suplementar:

http://meteorologia.florianopolis.ifsc.edu.br/climenv/produtos_alunos/carla_claudino/tabela_estudo_epgmet.pdf

5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Santa Catarina pelo apoio na participação deste evento.

6. REFERÊNCIAS

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **SC_Municípios_2020**. 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 02 de set. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [IBGE]. **Panorama**. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/itajai/panorama>. Acesso em: 02 de set. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS [INPE]. LANDSAT. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, Cachoeira Paulista. 2022. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>. Acesso em: 02 de set. 2022.

LANDSAT MISSIONS. Landsat 6. **United States Geological Survey**, Sioux Falls. 2022a. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-6>. Acesso em: 02 de set. 2022.

LANDSAT MISSIONS. Landsat 7. **United States Geological Survey**, Sioux Falls. 2022b. Disponível em: <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-7#publications>. Acesso em: 02 de set. 2022.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION [NASA]. LANDSAT 9. **National Aeronautics and Space Administration**, Greenbelt. 2022. Disponível em: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-9/>. Acesso em: 02 de set. 2022.

NOVO, E. M. L. de M.; PONZONI, F. J. **Introdução ao sensoriamento remoto**. São José dos Campos: DPI INPE, 2001. 68 p.

SANTA CATARINA. Lei nº 16.722, de 25 de outubro de 2018. Altera o Anexo Único da Lei nº 16.722, de 2015, que “Consolida as Leis que conferem denominação adjetiva aos Municípios Catarinenses”, para conferir nova denominação adjetiva ao Município de Itajaí, reconhecendo-o como Capital Catarinense da Construção Naval e do Turismo Náutico. **Diário Oficial [do] Estado**: n. 20.884, 26 out. 2018.

STEFFEN, C. A. Introdução ao Sensoriamento Remoto. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos. 2022. Disponível em: <http://www3.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/apostila.htm>. Acesso em: 02 set. 2022.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY [USGS]. **EarthExplorer**. 2022. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 02 de set. 2022.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Reducing urban heat islands: **Compendium of strategies. Draft**. 2008. Disponível em: <https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-compendium>. Acesso em: 01 de set. 2022.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION [WMO]. Technical Regulations. **Basic Documents No. 2. Volume I – General Meteorological Standards and Recommended Practices**. 2019. 71 p. Disponível em: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10113. Acesso em: 10 de mai. 2021.