

## MAPEAMENTO E ANÁLISE DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE CONTINENTAL DIURNA E NOTURNA NA ZONA OESTE DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO COM IMAGENS TERMAIS DO SENSOR ASTER

Randy Rodrigo Gonçalves dos Santos<sup>1</sup>, Juliana Rodrigues Paim<sup>2</sup>, Andrews José de Lucena<sup>3</sup>, e Vitor Fonseca Vieira Vasconcelos de Miranda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UFRRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 Km 07 – Seropédica, CEP 23897-000, randy\_fd1@hotmail.com; <sup>2</sup>UFRRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 Km 07 – Seropédica, CEP 23897-000 juliana789almeida@gmail.com; <sup>3</sup>UFRRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR-465 Km 07 – Seropédica, CEP 23897-000, lucenageo@yahoo.com.br; e <sup>4</sup>Earth Observation Unit, Portuguese Institute of Sea and Atmosphere, 1749-077 Lisboa, Portugal; Department of Earth Physics and Thermodynamics, Universitat de Valencia, 46100 Valencia, Spain; vitor.miranda@ipma.pt

### RESUMO

A Zona Oeste é um importante espaço geográfico da cidade do Rio de Janeiro, de maior área territorial da cidade, que apresenta um rápido crescimento de sua população nos últimos 30 anos. Neste trabalho, com base em imagens termais do sensor ASTER, foi mapeada a variabilidade da Temperatura da Superfície Continental diurna e noturna para identificar os bairros mais quentes e mais frescos com o intuito de identificar os espaços da ilha de calor urbano. Os resultados indicam que os bairros mais urbanizados, seja à noite ou de dia, concentram o core da ilha de calor urbana, como Padre Miguel e Magalhães Bastos. Como a Zona Oeste ainda abriga muitos espaços não urbanizados, há bairros com temperaturas bem abaixo das máximas encontradas, como em Barra de Guaratiba e Ilha de Guaratiba. Trata-se de uma região que merece muita atenção das políticas públicas que busque um desenvolvimento aliado com a sustentabilidade ambiental com base na ciência do clima urbano.

**Palavras-chave** — Zona Oeste/RJ, Temperatura da Superfície Continental (TSC), Sensor ASTER, Ilha de Calor Urbana, Clima Urbano.

### ABSTRACT

*The West Zone is an important geographic space in the Rio de Janeiro city, with the largest territorial, which has shown a rapid growth in its population in the last 30 years. In this work, based on thermal images from the ASTER sensor, the variability Land Surface Temperature day and night was mapped to identify the hottest and coolest neighborhoods in order to identify the spaces of the urban heat island. The results indicate that the most urbanized neighborhoods, either at night or during the day, concentrate the core of the urban heat island, such as Padre Miguel and Magalhães Bastos. As the West Zone is still home to many undeveloped spaces, there are neighborhoods with temperatures well below the maximum found, such as in Barra de Guaratiba and Ilha de Guaratiba. It is a region that*

*deserves much attention from public policies that seek development allied with environmental sustainability based on urban climate science.*

**Key words** — West Zone, Land Surface Temperature (LST), Aster Satellite Sensor, Urban Heat Island, Urban Climate.

### 1. INTRODUÇÃO

A expansão de polos industriais, comerciais e residenciais nos municípios são responsáveis pela transformação da paisagem natural numa paisagem modificada. Uma vez que essa paisagem natural sofre a intervenção do homem na natureza, ela começa a ter suas características alteradas e a partir disso, estará sujeita a consequências como, impactos ambientais e mudanças em alguns elementos climáticos, como por exemplo, a temperatura.

Segundo DOS ANJOS et al. (2013) as mudanças na superfície terrestre, como por exemplo, a urbanização, tem como efeito a substituição da vegetação natural por edificações, ruas e avenidas, e assim o aumento da impermeabilização dos solos e, consequentemente, a ocorrência de enchentes e, por fim a irradiação de calor para a atmosfera. Dessa forma, é possível observar, na nossa área de estudo, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, que o crescimento urbano e o aumento do fluxo logístico causado pelas grandes empresas instaladas nos bairros ou em suas redondezas, modificou o espaço e é um dos fatores para a intensificação do aumento da temperatura nessas áreas.

GARTLAND (2010) disserta que as ilhas de calor urbana são formadas entre áreas urbanas e suburbanas porque muitos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais energia do que materiais naturais, como em áreas rurais menos urbanizadas. Através do mapeamento com imagens termais de sensores abordo de satélites, é possível identificar e mapear a Temperatura da Superfície Continental (TSC), e assim, observar quais locais tendem a ter temperaturas mais altas e mais baixas.

LUCENA (2012) mapeou a TSC e a ilha de calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) utilizando,

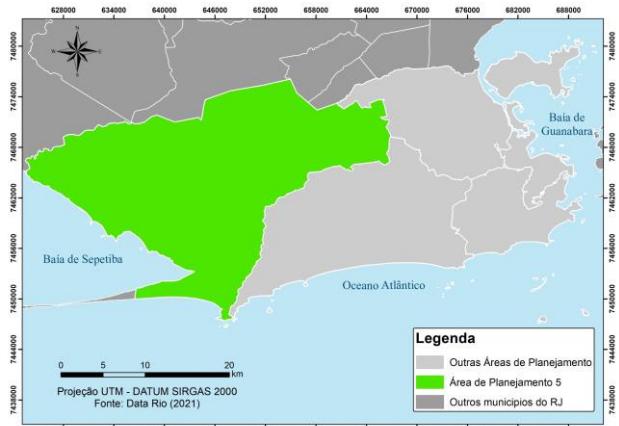
dados de sensoriamento remoto do satélite LANDSAT, onde é evidenciado a ascensão da curva da temperatura. Dessa forma, inspirado nesse modelo replicaremos o método e a discussão dos resultados.

Com isso, o objetivo dessa pesquisa consiste em realizar um mapeamento da TSC com imagens do sensor ASTER na Zona Oeste, incluído os períodos diurno e noturno utilizando amostras durante o verão no ano 2022, 2018 e 2010. Pretende-se mapear a variabilidade da TSC respectivamente elaborar um ranking dos bairros mais quentes e mais frescos.

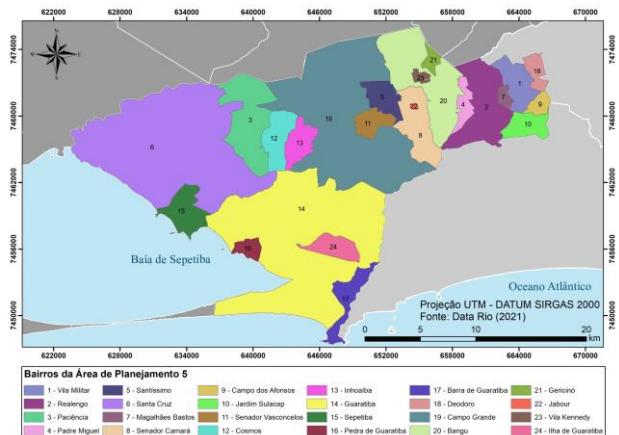
## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

Para este trabalho a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro é definida pela Área de Planejamento 5 (AP-5), como exibido (Figura 1), subdividida em 5 Regiões Administrativas, sendo elas Bangu, Campo Grande, Guaratiba, Realengo e Santa Cruz e conta com um total de 24 bairros (Figura 2) segundo o Data Rio.



**Figura 1. Áreas de Planejamento 5 da cidade do Rio de Janeiro.**



**Figura 2. Bairros da Área de Planejamento 5.**

### 2.2. Materiais

Para a realização do trabalho, foram adquiridas 3 imagens termais do sensor ASTER, através da plataforma Earth Data Search do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) disponível para acesso no link <https://search.earthdata.nasa.gov/search>, que pudessem nos dar uma amostra de verão do período diurno e noturno. O ASTER é o instrumento do satélite Terra que oferece melhor resolução espacial (15 a 90 m) e opera nas regiões do visível, infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e infravermelho termal (ASTER WEB). Como o sensor ASTER possui poucas imagens com ausência de nuvens, que varrem a Zona Oeste, foram selecionadas imagens distintas para compor a amostra diurna da área de estudo, sendo uma imagem cobrindo a AP-5 no período diurno e outra no período noturno.

As datas selecionadas foram de imagens de 14/12/2018 das 13:09:35 GMT, 10:09:35 no horário local, que nos forneceu uma amostra diurna da AP-5. E a outra, uma imagem do dia 02/03/2022, das 01:28:55 GMT, 22:28:55 no horário local, sendo necessário imagens de datas distintas, para ser possível ter uma amostra diurna e noturna da AP-5

### 2.3. Método

Foi utilizada uma rotina de linguagem de programação para fazer a correção dos valores dos pixels (ND) e obter o produto em Graus Celsius (°C). Essa rotina foi gerada e executada no Software Spyder.

Em seguida, utilizamos o Software QGIS para executar o tratamento das imagens termais, gerar o ranking dos bairros e analisar as características dos locais que comportam as TSC mais altas e mais baixas.

No QGIS, para o cálculo e ranqueamento da TSC por bairro utilizou-se a ferramenta Estatísticas Zonais. Com a utilização dessa ferramenta, nós calculamos a média de cada bairro e geramos o ranking dos bairros com as maiores médias. Esse cálculo é feito a partir da média dos pixels que constam dentro dos polígonos que representam os bairros. Dessa forma, é de extrema importância utilizar um Shapefile com os limites de bairros bem demarcados e sempre manter a camada raster e a camada vetorial na mesma projeção.

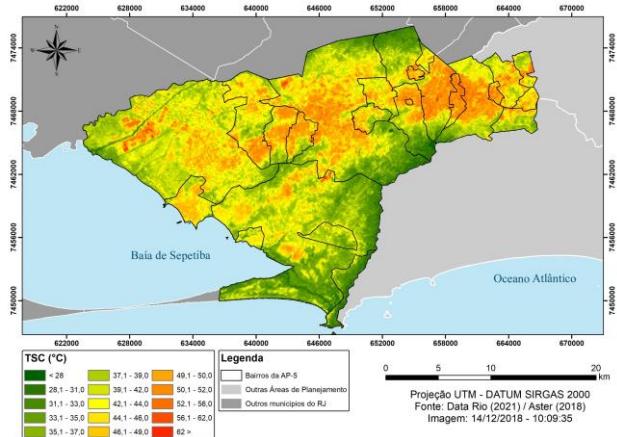
Na etapa do tratamento das imagens, é testada a melhor opção da escala de temperatura para a legenda do mapa gerado. As temperaturas predominantes na extensão da área de estudo, verificamos qual a melhor cor e escala de variação de temperatura. Ainda no Software QGIS, realizamos a análise do produto final. No QGIS, utilizamos um complemento chamado Quick Map Service, que nos fornece imagens de satélite de alta resolução fornecidas pelo Google e pelo ESRI. Através dessas imagens, analisamos quais as características e locais que indicam as mais altas e mais baixas TSC.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

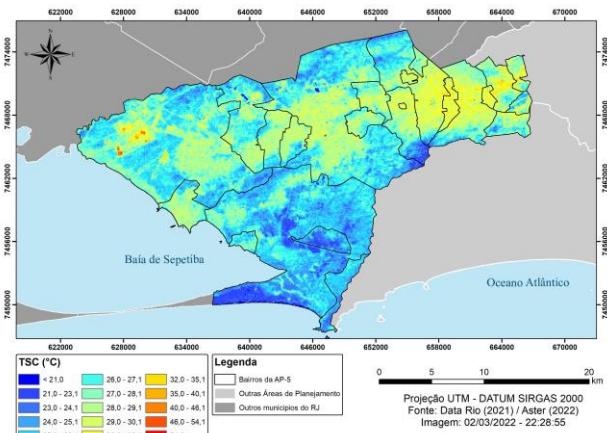
Diante do produto gerado, foi elaborado dois mapas, um referente a amostra da imagem diurna e outra da imagem noturna (Figuras 3 e 4). E gerado dois rankings, apresentados (Tabela 1 e 2), onde indica os 5 bairros com maiores e menores médias diárias, acompanhados de sua temperatura no período noturno.

Na Figura 2, é exibido a TSC da AP-5 em uma amostra de verão diurna. Na Figura 3, é exibido a TSC da AP-5 em uma amostra de verão noturna.

A mancha destacada pelas altas temperaturas no mapa, tanto no período diurno e noturno, são caracterizados pela região onde mais se concentra as edificações residenciais, tendo destaque para as comunidades localizadas entre os bairros de Bangu, Senador Camará, Realengo e Vila Militar. Além da alta densidade de construções, essa área é atravessada pela Avenida Brasil, onde existe um grande fluxo de veículos pelo local.



**Figura 3. Temperatura da Superfície Continental Diurna da AP-5 do Rio de Janeiro.**



**Figura 4. Temperatura da Superfície Continental Noturna da AP-5 do Rio de Janeiro.**

#### Comparação da TSC média mais alta por Bairro

Bairro	TSC Diurna (°C)	TSC Noturna (°C)
Padre Miguel	50,4 °C	30,6 °C
Magalhães Bastos	50,2 °C	30,6 °C
Jabotéba	50,1 °C	30,3 °C
Vila Kenedy	48,9 °C	29,8 °C
Inhoaíba	46,4 °C	28,3 °C

**Tabela 1. Comparação das TSC média mais altas diárias e noturnas.**

#### Comparação da TSC média mais baixa por Bairro

Bairro	TSC Diurna (°C)	TSC Noturna (°C)
Barra de Guaratiba	34,0	25,5
Guaratiba	38,8	25,5
Ilha de Guaratiba	39,3	24,7
Senador Camará	41,3	27,8
Pedra de Guaratiba	41,7	26,7

**Tabela 2. Comparação das TSC média mais baixas diárias e noturnas.**

O pixel com a maior TSC registrada em toda a área de estudo, acima de 70 °C se encontra no bairro de Santa Cruz, mais precisamente na atual empresa siderúrgica Ternium, compartilhando altas temperaturas com a empresa vizinha Gerdau. Contudo, não é somente na empresa que vamos observar um crescimento na curva da temperatura. Em uma análise temporal e espacial no bairro de Santa Cruz, a chegada desse polo industrial na região intensificou o processo de urbanização e ocupação, aumentando o fluxo e construções no local, gerando como um dos impactos da perda de áreas verdes e consequentemente os impactos ambientais no local, e a ocorrência de altas temperaturas.

Visualizando a tabela, dos bairros que se destacam com as médias diárias mais altas, encontra-se também a sua média da TSC no período noturno. Calculamos que a variabilidade da média dos bairros, entre as TSC mais altas diárias e a TSC noturna é de aproximadamente 19,9 °C. E a variabilidade da média dos bairros com TSC mais amenas é de 10,6 °C. Como é o caso dos bairros de Padre Miguel e Magalhães Bastos, onde suas médias diárias são de 50,4°C e 50,2°C respectivamente, e sua média noturna de 30,6°C para ambos os bairros. Já nos bairros com médias diárias mais amenas, como por exemplo Barra de Guaratiba com 34°C e Guaratiba com 38,8°C, a variabilidade para o período noturno é menor, de 8,5°C e 13,3°C respectivamente.

A característica dos bairros presentes no ranking de TSC mais altas é, especialmente, definida como bairros de alta concentração de edificações, onde encontramos poucas áreas

verdes, como é o caso principalmente dos bairros de Padre Miguel, Magalhães Bastos e Jabour. Esses materiais que compõe majoritariamente a estrutura das construções dos comércios e residências, são materiais que absorvem e retêm mais radiação e demoram mais para irradiar, diferentemente das áreas de vegetação.

Dessa forma, quando olhamos para os bairros com índices de médias menores, claramente observamos que a presença de arborização, por estar localizado próximo de grandes áreas verdes como é o caso, principalmente, dos bairros Barra de Guaratiba, Guaratiba, Ilha de Guaratiba e, onde todos estão possuem parte do maciço da Pedra Branca em sua extensão, e isso vai colaborar com a amenização das altas temperaturas, e com sua mais rápida emissão de energia, vai apresentar uma menor variabilidade entre a temperatura da parte do dia e a parte da noite.

#### 4. CONCLUSÕES

Através desse trabalho utilizando amostras de um período específico, o verão, comparando imagens diurnas e noturnas, foi possível fazer um mapeamento e identificação de quais locais e quais bairros possuem características que vão influenciar numa TSC mais alta ou mais baixa. Além de ser possível fazer esse estudo da comparação entre o comportamento da TSC diurna e noturna e qual sua variabilidade espacial.

Diante da nossa área de estudo, a Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, uma extensa área, foi nítido, visualmente através dos mapas, perceber os lugares que as altas TSC se destacam e quais as características desses lugares, sendo possível fazer uma análise e identificar que boa parte desses locais são áreas residenciais majoritariamente da população periférica da Zona Oeste, notando que as comunidades presentes entre os bairros de Bangu, Padre Miguel, Realengo entre outros bairros, vai registrar altas temperaturas no meio urbano.

Além dessas comunidades, outras áreas residenciais localizadas nos bairros de Barra de Guaratiba e Ilha de Guaratiba também se destacam em meio as antigas áreas verdes que com o passar do tempo, gradualmente vai tendo sua paisagem modificada e dá lugar às construções de novas moradias próximo às encostas. Não muito distante dali, no mesmo bairro porém com um grande contraste socioeconômico, bem próximo das praias, também vamos encontrar grandes indícios de altas TSC nessa mancha urbana que toma conta do local, porém quando falamos dos malefícios que as altas TSC podem trazer pra saúde e bem estar humano descrito por GARTLAND (2010) como a falta de sombra culminando no aumento da poluição do ar e o aumento da demanda de energia, provavelmente, para os moradores de classes baixas surtirá de forma diferente.

A pesquisa poderia contar com imagens em uma escala temporal menor, como por exemplo uma imagem diurna e noturna do mesmo dia, ou com mais imagens que varressem a área de estudo, porém o sensor ASTER apresenta algumas

limitações referentes ao imageamento dos locais. Todavia, o sensor ASTER ainda vai proporcionar bons estudos, estudando as demais Áreas de Planejamento da cidade do Rio de Janeiro procurando cada vez mais realizar um mapeamento completo da região.

Além de identificar os espaços mais quentes, esse estudo revela o papel do campo térmico no bem-estar de muitas pessoas que residem, principalmente, nas favelas e comunidades do Rio de Janeiro, que além de serem segregadas, com ausência de políticas públicas, é também afetada pela ocorrência das elevadas TSC, culminando na Ilha de Calor Urbana.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] ANJOS, A. DELGADO, R. OLIVEIRA JÚNIOR, J. F. GOIS, G. MORAES, N. Temperatura da superfície continental associada aos eventos meteorológicos na cidade do Rio de Janeiro, RJ, *Encyclopédia Biosfera*, v. 9, n. 17, 2013.
- [2] GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Oficina de textos, São Paulo, 2010.
- [3] LUCENA, A.J. A ilha de calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, *Tese (Doutorado em Ciências Atmosféricas em Engenharia)*. Instituto Alberto Luiz Coimbra De Pós-graduação E Pesquisa De Engenharia (COPPE), UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.
- [4] Limite das Regiões de Planejamento do Rio de Janeiro. DATARIO. Rio de Janeiro, 2018.
- [5] População residente, por idade e por grupos de idade, segundo as Áreas de Planejamento (AP), Regiões Administrativas (RA) e Bairros em 2000/2010, DATARIO. Rio de Janeiro, 2021.
- [6] Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer. ASTERWEB. 2021.