



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

O USO DA IMAGEM TERMAL PARA ANÁLISE DE TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA CIDADE SEDE DE CARANDAÍ - MG

Victor Samuel Bernardes de Paula ^(a), Thiago Alves de Oliveira ^(b), Michaela Campos e Silva ^(c), Camila de Moraes Gomes Tavares ^(d), Cássia de Castro Martins Ferreira ^(e)

^(a) Graduando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, victor10go@hotmail.com.com

^(b) Mestrando em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, thiagoao1996@gmail.com

^(c) Graduanda em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, michaelacampos2010@gmail.com

^(d) Mestranda em Geografia/ Instituto de Ciências Humanas, Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, camila.tardeli.tavares@gmail.com

^(e) Professora Associada IV, Instituto de Ciências Humanas, Curso de Geografia, Mestrado em Geografia Universidade Federal de Juiz de Fora, cassia.castro@ufjf.edu.br

Eixo:

A Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo/

O presente trabalho teve como finalidade estimar a temperatura de superfície para a cidade sede do município de Carandaí (MG), para compreender os diferentes comportamentos térmicos da área urbana, através de imagens termais. As imagens Landsat 8, foram trabalhadas a partir do software ArcGis 10.3.1, no qual foram analisadas e executadas duas imagens de temperatura de superfície, uma referente ao mês de julho de 2018 e outra em setembro do mesmo ano. Os resultados demonstraram que no mês de julho, as temperaturas na cidade sede ficaram entre 19,1 e 22°C, enquanto no mês de setembro, as temperaturas de superfície estavam entre 26,1 a 28°C. Constatou-se que as áreas com presença de cobertura vegetal, teve o registro de temperatura de superfície mais baixas, atuando como agente regulador da temperatura. Conclui-se que as geotecnologias são meios auxiliares na análise de clima urbano, assim como na detecção de variáveis de superfície que possuem um comportamento térmico diferenciado, portanto, com maior ou menor potencial de aquecer o meio.

Palavras-Chave: Clima urbano, campo térmico, geotecnologias.



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

1. Introdução

A geotecnologia vem sendo desenvolvida cada vez mais e com maior intensidade ao longo dos anos, simultaneamente, o homem vai ampliando as áreas e formas de aplicá-la, visando dentre outras finalidades a melhoria da qualidade de vida. Passando a ser uma ferramenta importante para os mais diversos campos de pesquisa, dentre estes destaca-se as análises paisagísticas, que vem aplicando as geotecnologias principalmente após a década de 1950 (SANTOS; ROMÃO, 2007).

Amorim (2015) aponta, que através das obras de Monteiro e Sant'Anna Neto, os estudos da climatologia geográfica brasileira voltam-se para o discurso que sustenta a análise geográfica e, nesse sentido, atualmente, verifica-se, sobretudo nos estudos de clima urbano, aquisição e análise de dados com instrumentos registradores, sensoriamento remoto, além das representações espaciais das informações obtidas (AMORIM, 2015).

Estudos mostram diferentes formas de aplicação das geotecnologias na área de climatologia. Pires (2015), utilizou produtos de imagens de satélite no sensor MODIS para fazer uma análise espacial e temporal da temperatura de superfície do Estado de Tocantins. Prina e Trentim (2016), correlacionaram o uso da terra com a temperatura de superfície para o município de Jaguari no Rio Grande do Sul, através de imagens de satélite do Landsat-8.

Amorim (2013) no trabalho intitulado “O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar” objetivou avaliar as diferenças térmicas intra-urbanas da cidade de Presidente Prudente e dos ambientes rurais próximos. Para atingir tais objetivos, fez uso de estações climatológicas, assim como imagens de satélite Landsat-7 do canal do infravermelho termal (6) concomitantemente aos instrumentos de sensoriamento remoto. Encontrou diferenças de temperatura intraurbana e rural que não têm as mesmas características em todos os períodos do dia. Concluindo que o uso das geotecnologias tem a



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

capacidade de auxiliar no processo do planejamento urbano de qualidade em termos climáticos de conforto e desconforto térmico.

O trabalho objetiva identificar e compreender as diferenças da temperatura de superfície, em diferentes estações do ano, na cidade sede de Carandaí-MG, através do uso de imagens termais.

2. Área de estudo

O município de Carandaí-MG (Figura 1) compreende uma área de 497 km², se encontra a 138 km de Belo Horizonte e a 306 km do Rio de Janeiro. Está localizado na zona dos Campo das Vertentes que é uma ramificação da Serra da Mantiqueira. O relevo do município é em sua maior parte montanhoso e ondulado, onde as cotas altimétricas variam entre 1000 e 1200 metros, aproximadamente, dentro dessa amplitude está situada a sede com 1057 metros (PPD, 2006).

De acordo com o último censo (2010), a população do município era de 23.346 pessoas, e a densidade demográfica é de 48,06 hab/km². A estimativa para o ano de 2018 foi de 25.327 habitantes. Ainda baseado no último censo, apenas ¼ das vias públicas são arborizadas (25,2%), e com relação à urbanização das vias (Presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio), por volta de apenas 23% retratam essa característica (IBGE, 2018).

O clima de Carandaí-MG, na classificação de Koppen e Geiger, aplicada por Reboita et al (2015), é caracterizado por CWA, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente.



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

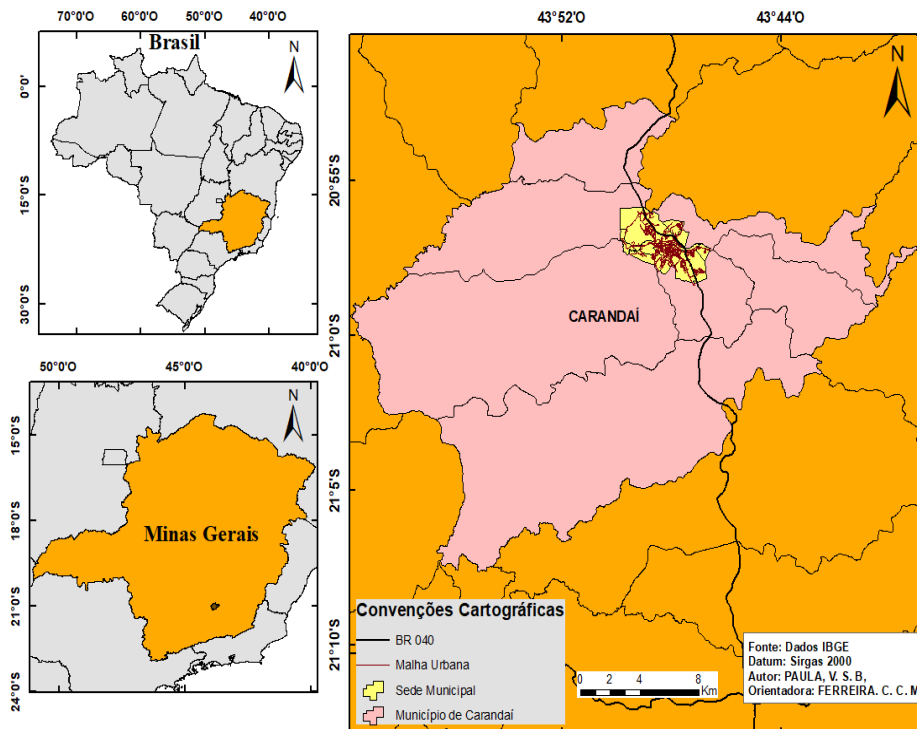


Figura 1 - Localização do município de Carandaí. Fonte: Organizado pelos autores

3. Materiais e Métodos

A realização do trabalho se deu em 6 etapas. A primeira etapa consistiu na construção de um referencial teórico para auxiliar na discussão do tema tratado.

A segunda etapa foi a produção dos mapas de Temperatura de Superfície, para isso foram utilizadas imagens LandSat-8 adquiridas gratuitamente no site do Serviço Geológico do Estados Unidos - *United States Geological Survey* (USGS). As imagens escolhidas foram para o mês de julho de 2018 na estação do inverno para o hemisfério sul e setembro do mesmo ano, quando a estação da primavera já se fazia presente. A escolha das datas, foi definida pela disponibilidade de imagens de satélite com ausência de nuvens e também para evidenciar a diferença de disponibilidade de radiação entre os períodos. Uma vez que para a



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

análise de temperatura de superfície, o fator nebulosidade pouco presente ou ausente, é essencial para favorecer esse processo de análise. Após a aquisição das imagens, na terceira etapa, a banda 10 foi adicionada ao software ArcGis 10.3.1 e reprojeta para o datum SIRGAS 2000 através da ferramenta *Projetar Raster* na ferramenta *Arctoolbox*.

Na quarta etapa do trabalho, foram utilizadas equações na ferramenta *Calculadora Raster*, para obtenção dos valores de temperatura de superfície. A metodologia para o cálculo de temperatura de superfície foi baseada nos trabalhos de Prina e Trentim (2016) e Paula (2017).

$$L\lambda = M_L * Q_{Cal} + A_L \quad (\text{Equação 1})$$

$L\lambda$ = Radiância Espectral no topo da atmosfera

M_L = Fator de multiplicação reescalado da reflectância para a banda 10 no valor de 0.00033420
 Q_{Cal} = Número digital do pixel

A_L = Fator aditivo reescalado da radiância para a banda 10 no valor de -0,1.

$$Trad = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_y} + 1\right)} \quad (\text{Equação 2})$$

Trad = Temperatura de brilho de sensor ou temperatura radiante (K)

K_1 e K_2 = Representam as constantes de calibração das imagens, $K_1 = 666 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ sr}\mu\text{m}$

L_y = a radiância espectral no topo da atmosfera em $666 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ sr}\mu\text{m}$

Fonte: PAULA (2017)

Após o resultado das duas primeiras equações, foi subtraído 273 do valor final para fazer a conversão de Kelvin para Graus Celsius (°C).

Na quinta etapa, com os resultados já obtidos, utilizou-se da ferramenta *Extrair por Máscara*, para recortar a área que seria analisada no presente estudo.



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

Na última etapa, foi adicionado o shape da BR 040 e da malha urbana da cidade sede de Carandaí, adquiridos através do acervo do IBGE.

A divisão de classes referente aos valores de temperatura de superfície, foi reajustada manualmente para 5 classes e os valores “arredondados” para melhorar a visualização do resultado, exibindo apenas um algarismo após a casa decimal. As imagens de superfície, foram inseridas no próprio software e adquiridas através do Google Earth Pro 7.3.2.

4. Resultados e Discussões

Foram geradas duas imagens de temperatura de superfície (TST) para a sede de Carandaí (Figura 2), uma no dia 06 de julho e a outra no dia 24 de setembro, ambas do ano de 2018. As imagens pertencem a estações do ano diferentes, logo, devido a esta diferença, a incidência da radiação solar na área sofre alteração de uma data para a outra, o que influencia na recepção e no ângulo de incidência da energia solar.

Existe uma grande variação de temperatura de superfície entre os dois meses, enquanto que no mapa do mês de julho apresenta a temperatura de 17,7 °C como de menor valor, no mapa do mês de setembro é representado por 23,4 °C. Nas duas datas, o município estava sob atuação de uma mTa (Massa Tropical Atlântica). Devido à diferença de fotoperíodo nas datas, possuem disponibilidade de energia distintas e isso reflete no seu aquecimento. Segundo Reboita et al (2015), áreas urbanas ou com solo descoberto usam essa energia para se aquecer e as áreas florestadas para evapotranspiração.



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

Temperatura de superfície na cidade sede de Carandaí (°C)

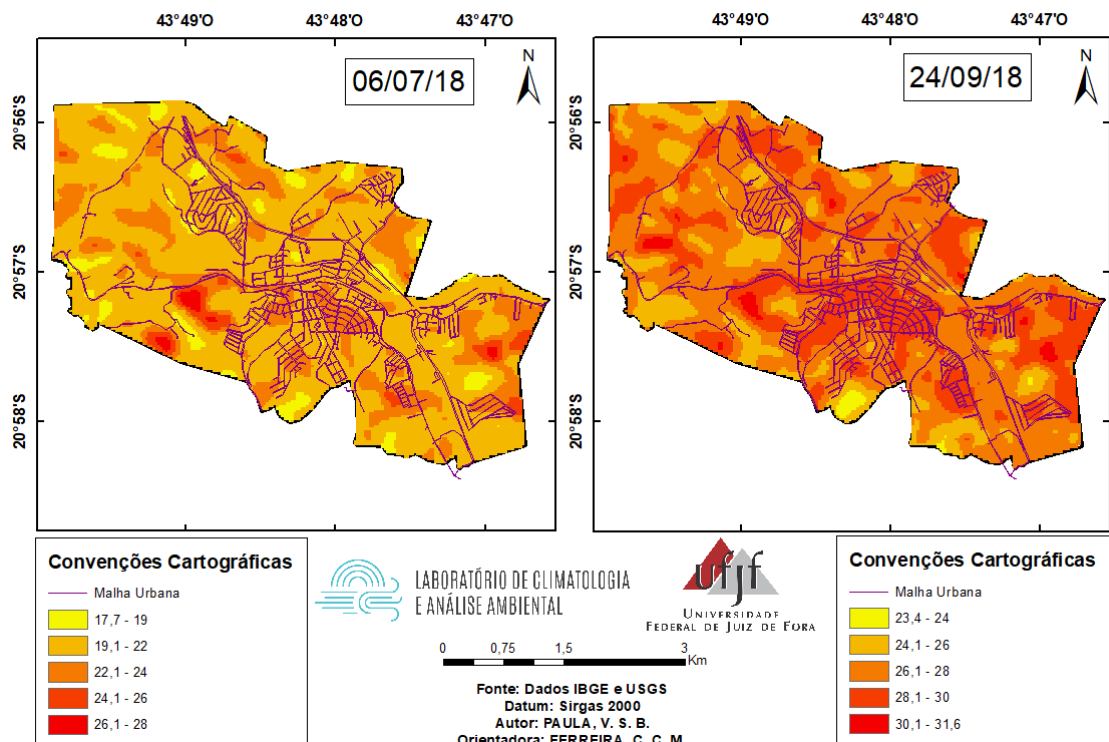


Figura 2 - Temperatura de superfície na cidade sede de Carandaí, nos dias 06 de julho de 2018 e 24 de setembro de 2018. Fonte: Elaborado pelos autores.

Comparando as duas datas (Figura 2), percebe-se que em setembro, os valores de temperatura de superfície são mais elevados, com predominância das tonalidades laranja médio (26,1 a 28°C) e laranja escuro (28,1 a 30°C). Porém, no mês julho o que predominou foi o laranja claro (19,1 a 22°C) e o laranja médio (22,1 a 24°C), valores mais baixos.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os campos térmicos são gerados em função das diferentes feições nos espaços intra-urbanos. Esta afirmativa também foi encontrada para a cidade de Carandaí-MG, pois detectou-se que a variação da temperatura de superfície na área urbana, está relacionada aos diferentes formas de uso e ocupação da terra (Figuras 2 e 3). Estas diferenças foram detectadas para ambas as imagens trabalhadas, logo,



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

indiferentemente da estação do ano, os diferentes usos da terra, por se aquecerem, armazenarem, absorverem, refletirem de formas diferentes, acabam por ter também distintas temperaturas.

Uso do solo na cidade sede de Carandaí MG

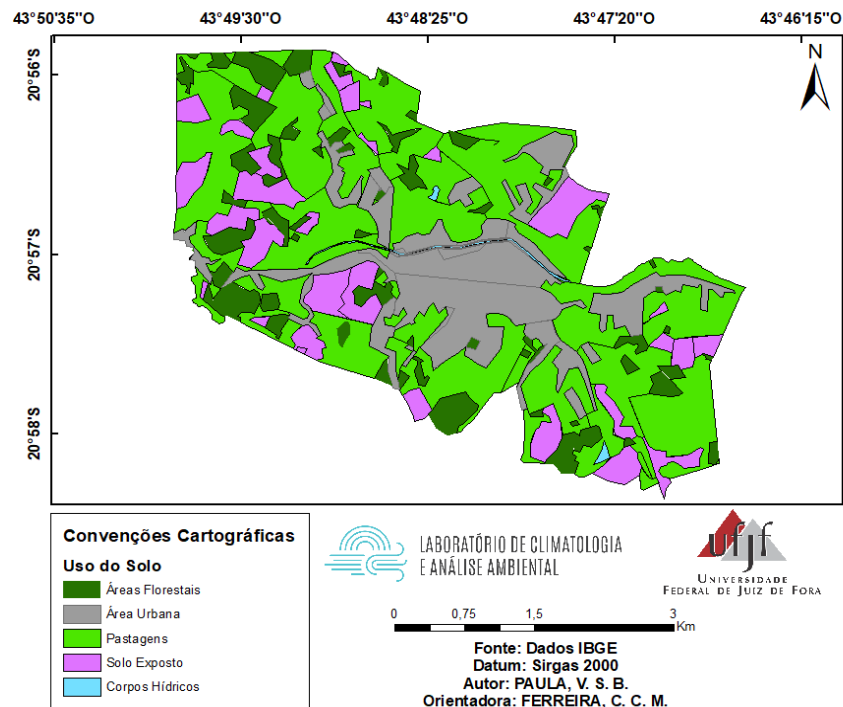


Figura 3 - Uso do solo na cidade sede de Carandaí. Fonte: Elaborado pelos autores.

Na figura 4, a primeira imagem, observa-se uma área de solo exposto, caracterizada pelo nível de albedo muito baixo, consequentemente, absorve muita energia (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007) o que contribui com os valores máximos de temperatura de superfície de 30,1 a 31,6°C.

A presença da cobertura vegetal influencia na diminuição temperatura de superfície, O que provocou uma temperatura de superfície de 23,4 a 26°C, pois atenua a radiação solar direta que chega ao solo, minimizando a absorção, além disso, influencia no calor latente e nos processos de evapotranspiração, minimizando o calor sensível e a temperatura ambiente.



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

Temperatura de superfície na cidade sede de Carandaí (°C)

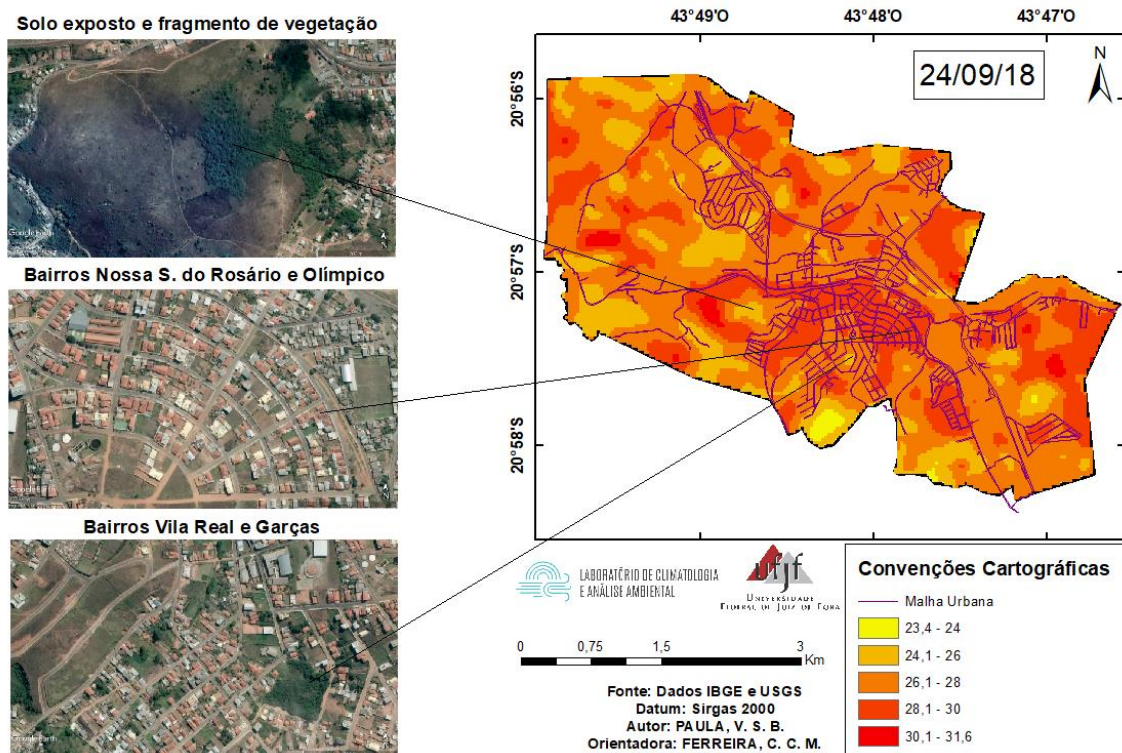


Figura 4 - Temperatura de superfície na cidade sede de Carandaí e imagens de superfície. Fonte: Elaborado pelos autores

Os bairros Nossa Senhora do Rosário e Olímpico (Figura 4), apresentam uma vegetação esparsa e pouco presente, aliada a um maior adensamento de construções com alternância entre lotes com solo exposto e vegetação rasteira ou arbustiva, logo, a impermeabilização do solo, o adensamento construtivo e a presença de calçamento é maior. Nessa região, predomina a tonalidade laranja escuro, compreendendo a área que apresenta as maiores temperaturas de superfície (28,1 a 30°C).

A falta de vegetação influencia diretamente no aumento das temperaturas de superfície, além disso, a grande presença das construções também tem um papel fundamental, porque não só a absorção do calor é feita diferentemente pelos distintos materiais de



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

construção como também pela radiação solar ficar armazenada e ser absorvida pelas edificações, dificultando a sua saída para a atmosfera e mantendo essa energia por um período mais longo (Figuras 2 e 3). Menezes e Mendes (2015), demonstraram que a ocorrência do processo de urbanização esteve acompanhado da elevação das temperaturas de superfície no município de Nova Iguaçu.

Nesses bairros existe uma variedade de pavimentos, compostos por ruas de pedra e terra, bloquetes de concreto e asfalto, com predominância deste último. Contribuindo com o aquecimento de superfície pela presença do asfalto, por ter um baixo albedo e somado a isso, o aumento da impermeabilidade do solo.

A terceira imagem na Figura 4, compreende os bairros Vila Real e Garças, com um número expressivo de construções, e também um maior volume de cobertura vegetal, mais arbórea e arbustiva. Aqui, três tonalidades marcam presença, laranja claro (24,1 a 26°C), laranja médio (26,1 a 28°C) e laranja escuro (28,1 a 30°C). A maior presença da cobertura vegetal, aliada ao tipo e materiais utilizados nas residências implicam em temperaturas de superfícies mais amenas do que as encontradas nos bairros Nossa Senhora do Rosário e Olímpico.

A influência da vegetação na temperatura de superfície é significativa, principalmente quando são analisadas as áreas com maiores dimensões territoriais de vegetação, como a área de Proteção Permanente localizada entre os bairros Vila Real e Garças (Figura 4). Ela exerce um papel fundamental na diminuição da temperatura de superfície, não só na área que está presente mas também ao seu redor. As vias também são bem diversificadas, mas com predominância das ruas de terra e pedra.

Esse bairro apresenta temperaturas de superfície mais baixas, devido à presença concentrada da vegetação que atua como bloqueio à radiação. Além disso, permite que a água infiltre no solo com mais facilidade, aliado a presença das ruas de pedra e terra, que possuem maior permeabilidade do solo, diminuindo o escoamento superficial da água. Outro ponto é que ainda absorve menos calor em comparação às vias asfaltadas.



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

O loteamento que aparece na parte esquerda da imagem (figura 4) é recente, e por isso não está presente na malha urbana utilizada no mapa. A vegetação é hegemonicamente herbácea e as vias foram pavimentadas com asfalto, favorecendo um rápido aquecimento do solo.

5. Considerações Finais

O uso das imagens termais, demonstrou que a diferença de sazonalidade reflete diretamente na temperatura de superfície. No inverno, para a cidade sede de Carandaí, predominaram valores entre 19,1 a 22°C, para a primavera, os valores que prevaleceram ficaram na casa dos 26,1 a 28°C, ou seja, uma diferença de até 6°C.

Através dos mapas, constatou-se, que as características do uso e ocupação do solo atrelado com o clima urbano estavam diretamente ligadas a maiores valores de temperatura de superfície, como foi o caso dos bairros Nossa S. do Rosário e Olímpico (28,1 a 30°C). A presença de cobertura vegetal está diretamente atrelada às menores temperaturas de superfície, como ocorre nos bairros Vila Real e Garças (23,4 a 26°C).

Poderia destacar aqui a importância do controle da temperatura de superfície, pois ela impacta diretamente na temperatura do ar, podendo levar a formação de ilha de calor, desconforto térmico o que leva a uma piora na qualidade de vida da população urbana. Isso implicaria em modelos de gestão urbana que levem em consideração a manutenção de espaços verdes e a arborização urbana, uma vez que estas seriam elementos mitigadores da temperatura de superfície e do ar no espaço intra-urbano.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, M. C. C. T. **O clima urbano a partir do sensoriamento remoto e de registros da temperatura do ar.** In: *XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina: reencuentro de saberes territoriales latinoamericanos*, 2013, Lima. Anais Lima/Peru: UGI, 2013. p. 1-18.



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

AMORIM, M. C. C. T. **Clima Urbana: Concepções teóricas, metodológicas, aplicações e perspectivas.** Revista Equador- Revista do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Piauí. Vol.4 n° 3, 2015,edição especial 02 XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física e Aplicada.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Base de dados dos municípios.** 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05/01/2019.

_____. **Shape do município de Carandaí.** Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11/12/2018.

Centro de Hidrografia da Marinha. Cartas Sinóticas. Disponível em <<https://www.marinha.mil.br>>. Acesso em: 05/01/2019.

MENDONÇA, F. DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 208 p.

MENEZES, W. A.; MENDES, L. D. **Mapeamento da temperatura de superfície e da cobertura e uso da terra com geotecnologias livres para uma análise preliminar da relação terra-atmosfera no município de Nova Iguaçu (RJ).** Revista Equador (UFPI), Vol. 4, N° 3, (2015). Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina- Piauí.

PAULA, I. F. M. de et al.. **Correlação entre a Temperatura de Superfície e o Índice Vegetativo no Perímetro Urbano de Juiz de Fora - MG.** Revista de Geografia – PPGeo – UFJF. Juiz de Fora, v.6, n.4, p.339-351, 2016.

PIRES, E. G. **Análise da temperatura de superfície do estado do Tocantins a partir do uso de geotecnologias.** Revista Interface, Edição n° 10, dezembro de 2015 – p. 133-144.

PRINA, B. Z.; TRENTIN, R. **Análise de temperatura de superfície por meio de imagens landsat-8 estudo de caso do município de Jaguari/RS/Brasil.** Revista Formação (Online) Vol.3; n. 23, maio/2016.p. 264-285.

PPD. **Plano Diretor de Desenvolvimento de Carandaí.** Prefeitura Municipal de Carandaí. Carandaí. 2006

REBOITA, M. S. **Aspectos Climáticos do Estado de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Climatologia, Ano 11 – Vol. 17 – JUL/DEZ. 2015

SANTOS, A. M. S.; ROMÃO, P. A. **Estudo multitemporal e alteração na paisagem na região do distrito de Luiz Alves, município de São Miguel do Araguaia - GO,** a partir de método indireto, sensoriamento remoto. Geografia - v. 16, n. 2, jul./dez. 2007 – Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências

USGS. *United States Geological Survey. Earth Explorer.* Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>> Acesso em 10/12/18.