

EVOLUÇÃO URBANA E TRANSFORMAÇÕES NA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DO MUNICÍPIO DE IMPERATRIZ – MA

URBAN EVOLUTION AND TRANSFORMATIONS IN THE SURFACE TEMPERATURE OF THE MUNICIPALITY OF IMPERATRIZ – MA

EVOLUCIÓN URBANA Y TRANSFORMACIONES EN LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE DEL MUNICIPIO DE IMPERATRIZ – MA

Julian Vinicius França Dias

Universidade Estadual do Maranhã, Programa de Pós-Graduação em Geografia, São Luís (MA), Brasil

viniciuskv@hotmail.com

Paulo Roberto Mendes Pereira

Universidade Estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Presidente Prudente (SP), Brasil

p.roberto18@hotmail.com

RESUMO

O geoprocessamento tem sido proposto como forma de atender as necessidades referentes ao monitoramento, caracterização, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico, abrindo perspectivas diferenciadas aos profissionais que atuam com o meio ambiente. Nesse sentido, a dinâmica acerca da temperatura da superfície é uma medida de análise da qualidade ambiental de um determinado local, e correlacionando os dados com o uso e a ocupação da terra é possível verificar quais as áreas que apresentam as maiores interferências na formação das manchas de calor. Nesse contexto, o município de Imperatriz apresenta-se como uma cidade de médio porte, possuindo a segunda população do Estado do Maranhão e constituindo-se como uma das cidades mais importantes do Maranhão em termos econômicos. Imperatriz se caracteriza como um município urbano. Justifica-se, desse modo, entender que com a referida análise, poderão ser identificados os locais em que há a formação de manchas de calor no município. Utilizamos a técnicas de sensoriamento remoto, por meio das imagens das bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 (banda termal) do Landsat 5 e banda 10 Landsat 8, para classificação da cobertura do solo e mapeamento do campo térmico do município, para analisar evolução urbana e transformações na temperatura de superfície do município.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Landsat 5 e 8; Temperatura da superfície; Área urbana.

ABSTRACT

Geoprocessing has been proposed to meet the needs related to the monitoring, characterization, planning and decision making related to the geographic space, opening different perspectives to the professionals who work with the environment. In this sense, the dynamics about the surface temperature is a measure of the environmental quality of a given location, and correlating the data with the use and occupation of the land, it is possible to verify which areas present the greatest interference in the formation of the spots of heat. In this context, the municipality of

Imperatriz presents itself as a medium-sized city, possessing the second population of the State of Maranhão and constituting itself as one of the most important cities of Maranhão in economic terms. Imperatriz is characterized as an urban municipality. It is therefore justified to understand that with this analysis, it will be possible to identify the places where there is the formation of heat spots in the municipality. We used the remote sensing techniques, using the images of bands 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 (thermal band) of Landsat 5 and band 10 Landsat 8, to classify the soil cover and map the thermal field of the municipality, to analyze urban evolution and changes in the surface temperature of the municipality.

Keywords: Geoprocessing; Landsat 5 e 8; Surface temperature; Urban area.

RESUMEN

El geoprocesamiento ha sido propuesto como forma de atender las necesidades referentes al monitoreo, caracterización, planificación y toma de decisión relativas al espacio geográfico, abriendo perspectivas diferenciadas a los profesionales que actúan con el medio ambiente. En ese sentido, la dinámica acerca de la temperatura de la superficie es una medida de análisis de la calidad ambiental de un determinado lugar, y correlacionando los datos con el uso y la ocupación de la tierra es posible verificar cuáles son las áreas que presentan las mayores interferencias en la formación de las manchas de calor. En ese contexto, el municipio de Imperatriz se presenta como una ciudad de mediano porte, poseyendo la segunda población del Estado de Maranhão y constituyéndose como una de las ciudades más importantes de Maranhão en términos económicos. La emperatriz se caracteriza como un municipio urbano. Se justifica de tal modo que entienda que con dicho análisis podrán identificarse los lugares en los que hay la formación de manchas de calor en el municipio. Se utilizaron las técnicas de sensorización remota, por medio de las imágenes de las bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 (banda termal) del Landsat 5, y banda 20 landsat 8 para clasificación de la cobertura del suelo y mapeamiento del campo térmico del municipio, para analizar evolución urbana y transformaciones en la temperatura superficial del municipio.

Palabras clave: Geoprocesamiento; Landsat 5 e 8; Temperatura de superficie; Urbanización.

INTRODUÇÃO

As tecnologias e técnicas presente no geoprocessamento tem facilidade em representar o espaço geográfico em representações cartográficas (mapas), por análises ambientais com a utilização desses programas estão se expandindo fazendo com que essa ferramenta se cada vez mais utilizada nos estudos de diversas áreas.

Entre as áreas de aplicação do geoprocessamento está sistema de processamento digital de imagens (PDI) que é constituído por um conjunto de etapas capazes de produzir um resultado a partir do domínio do problema, o conhecimento sobre o domínio do problema está codificado em um sistema de processamento de imagens na forma de uma base de conhecimento.

O PDI surge como um processo fundamental na garantia da qualidade do dado geográfico ou da informação a ser gerada em 3 aspectos fundamentais: Qualidade, Manipulação e Interpretação de Imagens.

As técnicas de PDI para auxiliar na solução e interpretação de problemas através de imagens obtidas de algum meio digital, realçando as informações importantes e removendo as desnecessárias, e aplicando seus resultados nas mais diversas áreas, seja ela médica, biológica, militar, agrícola, mecânica, elétrica, civil, entre outros.

Em relação as técnicas para o processamento digital de imensa é importante, para analisar essas modificações no meio ambiente nada melhor do que uma ferramenta que auxilie o pesquisador na tomada de decisões, ou seja, um Sistema de Informações Geográficas, SIG. O SIG deve ser compreendido como uma vigorosa ferramenta para apoiar a tomada de decisão por parte do usuário.

Um exemplo rapidez e agilidade com o SIG, no caso deste trabalho é o *software Spring*, distribuído gratuitamente pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, uma das vantagens de se usar o *software SPRING*, é criação de um banco de dados, onde todas as informações geradas são armazenadas de uma forma segura e onde os dados ficam de fácil manipulação

Nesse sentido, processamento digital de imagens é utilizado cada vez mais para agilizar processos, aumentar a precisão, segurança e confiabilidade de dados extraídos de imagens nas mais diversas áreas de pesquisa. No entanto, muitas vezes é necessário que o pesquisador faça, ele próprio, o pré-processamento das imagens, mesmo não sendo um especialista nesta área. Isto coloca em risco o próprio objetivo do uso do Processamento e.

O geoprocessamento tem sido proposto como forma de atender as necessidades referentes ao monitoramento, caracterização, planejamento e tomada de decisão relativas ao espaço geográfico, abrindo perspectivas diferenciadas aos profissionais que atuam com o meio ambiente.

Entende-se por geoprocessamento, o conjunto de técnicas computacionais para a coleta e tratamento das informações geográficas, bem como o desenvolvimento e uso de sistemas para a manipulação destas informações. Estes sistemas são denominados de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). (SANTOS, 2000, p. 24).

Nesse sentido, a área de processamento digital de imagens que constitui uma aplicação do geoprocessamento vem evoluindo continuamente ao longo dos anos, com um aumento significativo de estudos envolvendo o processamento de imagens coloridas,

compressão de imagens, reconhecimento de imagens e sistemas de análise de imagens baseados em conhecimento.

O processamento digital de imagens é a área do conhecimento que trata da modelagem matemática, análise, projeto e implementação em *software* e em hardware de sistemas digitais voltados ao tratamento de informação pictórica com o propósito de torná-la mais adequada à interpretação por seres humanos ou máquinas ou para obter maior eficiência de armazenamento e transmissão (BATISTA, 2000, p. 25).

Entre as vantagens acerca do sensoriamento remoto, aplicado na obtenção da temperatura da superfície, Corrêa, Corrêa e Andrade (2012, p. 715) enfatizam que "além de favorecer visões de diferentes escalas e tempo, infravermelho termal em temperaturas aparente da superfície".

Ao realizar o mapeamento da temperatura da superfície terrestre por meio do infravermelho termal é possível a realização de "estudos do comportamento térmico das diferentes tipologias de cobertura do solo pelo fornecimento de informações relativas à temperatura aparente da superfície" (BARBOSA; VECCHIA, 2009, p. 274).

Toda essa análise, da temperatura da superfície, é realizada a fim de verificar as áreas que formam "manchas de calor", que são, muitas vezes, dimensionadas em função dos usos da terra que sofreram alterações no transcorrer do tempo. Tal fato é ratificado por Jensen (2009, p. 288), porém com a utilização do termo "ilhas de calor", conotação que pode ser caracterizado como sinônimo nesse trabalho, mesmo que seja mais utilizada em áreas urbanas, como áreas que "são causadas pelo desflorestamento e substituição da superfície do solo por materiais não evaporativos e não porosos, como asfalto e concreto".

Assim, a dinâmica acerca da temperatura da superfície é uma medida de análise da qualidade ambiental de um determinado local, e correlacionando os dados com o uso e a ocupação da terra é possível verificar quais as áreas que apresentam as maiores interferências na formação das manchas de calor.

Justifica-se, desse modo, entender que com a referida análise, poderão ser identificados os locais em que há a formação de manchas de calor no município de Imperatriz -MA, e, ao correlacionar os dados de temperatura da superfície com os dados de uso da terra será possível enumerar os usos da terra que possuem menor/maior propensão ao aumento/diminuição da temperatura da superfície, e, por consequência, a do ar (do ambiente), as quais são distintas.

A área de estudo desse trabalho faz menção ao limite territorial do município do município de Imperatriz -MA (Mapa 1). Salienta-se, que o problema incluso nesse trabalho está contido na resolução da seguinte questão: "qual a correlação existente entre o uso da

terra no processo e evolução urbana e temperatura da superfície do município de Imperatriz -MA?".

O objetivo geral do presente trabalho é analisar evolução urbana e transformações na temperatura de superfície do município de Imperatriz -MA, utilizando imagens landsat 5 de estudo o município de Imperatriz - MA, Especificamente tem o objetivo de realizar a classificação digital de uma cena do Landsat 5 e 8 , além de construir um mapa de temperatura da superfície e a correlação com os dados de temperatura.

MATÉRIAS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O município de Imperatriz, fundado em 1852, localiza-se na porção oeste do estado brasileiro do Maranhão entre as coordenadas geográficas S 05° 31' 33" W 47° 28' 33" (mapa 1). Possui uma área de 1.368,987 km², dos quais apenas 92,780 km² são classificados pelo Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) como área urbana. Esta pequena porção abriga sozinha cerca de 92% da população imperatrizense. Segundo informações do mesmo instituto, sua população total estimada no último censo demográfico é de 247.553 habitantes sendo 234.671 habitantes (94,80 %) na área urbana e 12.882 habitantes (5,20%) na área rural (IBGE, 2010).

Imperatriz apresenta-se como uma cidade de médio porte, possuindo a segunda população do Estado do Maranhão e constituindo-se como uma das cidades mais importantes do Maranhão em termos econômicos. Imperatriz se caracteriza como um município urbano. Por seu dinamismo econômico, e por se constituir como um polo comercial e de prestação de serviços especializados. Conforme Pereira (2013, p. 50):

Basicamente na última década, a cidade de Imperatriz transformou-se num pólo de ensino regional, onde, atualmente conta com diversas faculdades (Faculdade de Imperatriz; Faculdade Atenas Maranhense; Unidade de Ensino Superior do Sul do Maranhão; Faculdade de Educação Santa Terezinha; etc.), duas Universidades (uma federal e uma estadual), um Instituto Federal de Educação e Tecnologia, o que acaba se tornando um atrativo para os mais diversos grupos sociais e, causando fluxo e aumento demográfico na região.

É com base nessas características que propomos um diálogo sobre as particularidades da urbanização que se processa em Imperatriz. Para tanto, destacamos de início, alguns dados relativos à evolução demográfica desse município no período correspondente às décadas de 1970-2010 (Quadro 1).

Quadro 1 - Imperatriz – MA - Evolução das populações urbana e rural - (1970-2010)

Fonte: IBGE. Censos Demográficos: 1970; 1980; 1991; 2000; 2010.

Organização: AUTORES, 2019

ANO	TOTAL	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL
1970	80.722	34.709	46.013
1980	220.469	111.818	108.651
1991	276.440	209.970	66.470
2000	230.450	218.550	11.895
2010	247.553	234.671	12.882

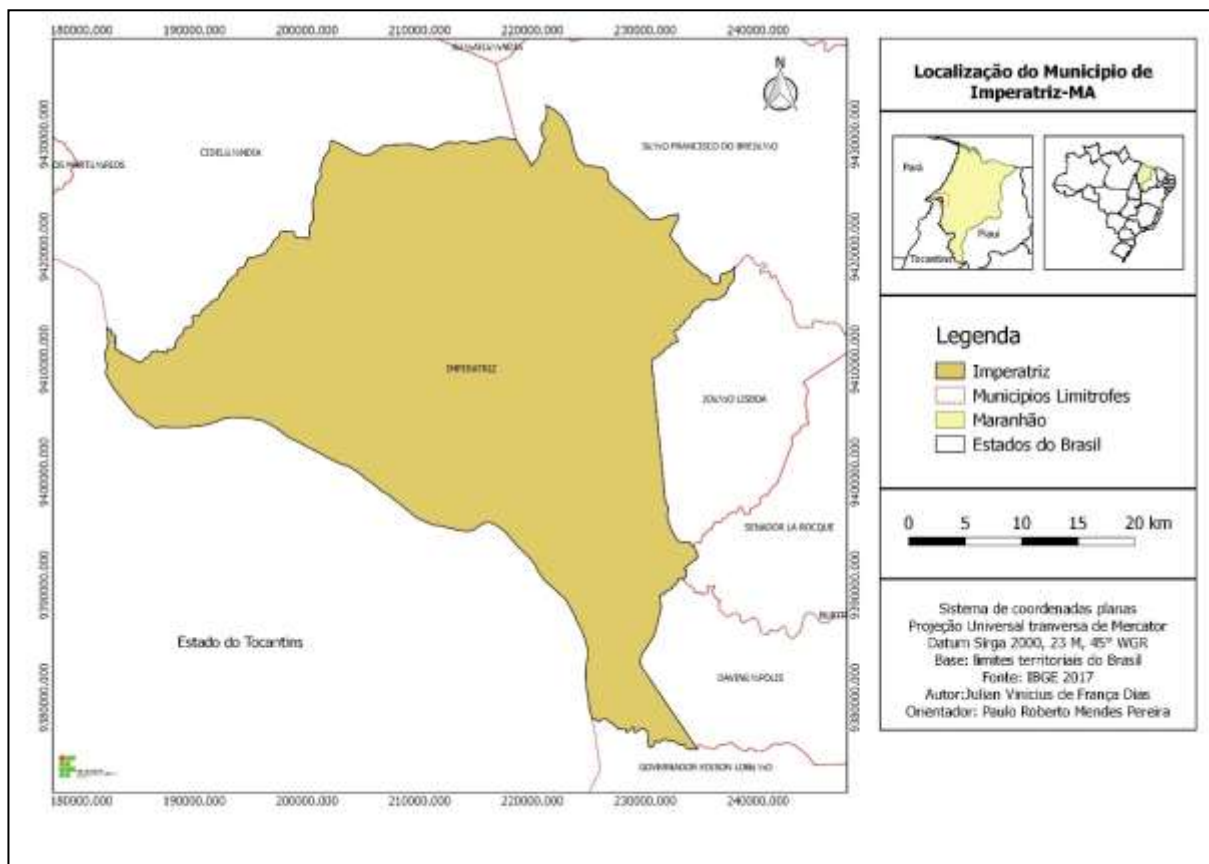
A configuração urbana da cidade de Imperatriz, nos últimos anos é visível, em especial por conta do investimento de capitais privados no setor imobiliário. Imperatriz, observa-se desde a década de 1980, que esta cidade tem tido destaque socioeconômico no cenário regional Sul maranhense em razão da difusão de atividades terciárias, sobretudo, a oferta dos serviços ligados à educação superior e de saúde.

Estes fatos são confirmados em função da ampliação do número de instituições de ensino superior e cursos técnicos em diversas áreas e ainda, em razão do aumento considerável do número de clínicas especializadas e hospitais, denotando um aumento relevante na oferta dos serviços deste segmento.

O poder público não dispõe de recursos e estrutura para atender a demanda crescente por infraestrutura urbana e por outros serviços públicos, a demanda por habitações resultou no início do comércio de imóveis através de loteamentos, os quais segmentavam as áreas, abriam picadas e vendiam os lotes sem nenhuma estrutura urbanística. A responsabilidade recaía sobre o poder público municipal, o qual sempre se mostrou incapaz para suprir todas elas. (PEREIRA, 2013, p. 12).

O resultado disso foi a construção de uma cidade, sem planejamento algum, com prejuízos para o ambiente natural e para a qualidade de vida das pessoas. O potencial econômico da cidade continuou a atrair migrantes, e os problemas urbanos aumentaram na mesma proporção do crescimento demográfico.

Mapa 01 – Localização geográfica do município de Imperatriz -MA



Imagens de satélites utilizadas

Foram utilizadas sete imagens satélite Landsat 5 e 8, cujas principais características estão descritas no quadro 2 e 3, estas imagens foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Quadro 2 - Características das bandas espectrais do Satélite Landsat-5.

DESCRIÇÃO DOS CANAIS	COMPRIMENTO DE ONDA (MM)
Banda 1 (Azul)	0,45 – 0,52
Banda 2 (verde)	0,53 – 0,61
Banda 3 (vermelho)	0,62 – 0,69
Banda 4 (infravermelho Próximo)	0,78 – 0,90

Banda 5 (infravermelho Médio)	1,57 – 1,78
Banda 6 (infravermelho termal)	10,4 – 12,5
Banda 7 (infravermelho médio)	2,10 – 2,35

Fonte: INPE, 2018.

Organização: Autores. (2019)

Quadro 3 - Característica da banda termal do Satélite Landsat-8 utilizada na pesquisa

DESCRIÇÃO DOS CANAIS	RESOLUÇÃO ESPECTRAL (μm)
Banda 10	10.30 – 11,30 μm

Fonte: INPE, 2018.

Organização: Autores. (2019)

Obtenção da temperatura de superfície

A maioria das aplicações dos dados da banda de infravermelho termal é usada na análise qualitativa da perda de calor ou da evolução do balanço de calor urbano. Para quantificar a taxa de perda de calor ou a eficiência do uso de energia, é necessário elaborar um modelo específico, que considera a estrutura de edifícios, a condutividade termal dos objetos e as condições meteorológicas locais durante a coleta de dados via satélite. Por causa da complexidade de coleta de todos esses dados paralelos, a implementação deste tipo de modelo é muito complexa e difícil, Liu (2007).

Para obter a temperatura da superfície terrestre através de imagens orbitais da região termal, é necessário utilizar técnicas de correção dos efeitos atmosféricos sobre as medidas de temperatura. No caso de dado termal do sensor TM, a correção atmosférica depende da realização de lançamentos de radiossondagem simultaneamente as passagens do satélite Landsat, o que nem sempre é feito. Folhes (2007). Uma alternativa é utilizar modelos que demandem uma mínima quantidade de parâmetros de campo.

A banda termal assim como as demais bandas das imagens de satélite, é representada através de uma imagem composta por uma matriz de pixels em tons de cinza. Cada um dos pixels que compõem a imagem tem um número digital.

Inicialmente, realizou-se a classificação do uso e ocupação da terra pela imagem do satélite Landsat 5 e 8, disponível no servidor Earth Explorer no *software* SPRING®. Posteriormente, a imagem foi transformada em *shapefile* e inserida no *software* QGIS, onde

foi feita a sobreposição do *shapefile* correspondente à zona urbana (delimitada pelos setores censitários urbanos segundo Classificação do IBGE) do município de Imperatriz.

A partir disso, as categorias geradas a partir da classificação do uso e ocupação da terra foram: urbano, solo exposto, mata ciliar e vegetação secundária.

Ainda no *software* QGIS, utilizando-se os mesmos produtos, foi aplicada a técnica de mensuração de temperatura de superfície terrestre, adaptada de Coelho e Correa (2013) que realizaram a mensuração de temperatura de superfície terrestre. A técnica foi aplicada na zona urbana do município a fim de se comparar as temperaturas em várias áreas com o uso e ocupação da terra nelas.

URBANIZAÇÃO E IMPACTOS AS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA

A cidade constitui a máxima expressão da organização social e a materialização da ação humana sobre a natureza, modificando suas dinâmicas, em especial, a atmosférica. Sob o viés da climatologia, a cidade é um exemplo eloquente de modificação do clima local devido à inserção de formas artificiais, como as edificações e os equipamentos urbanos, a concentração de equipamentos e pessoas, a impermeabilização do solo, a canalização dos cursos d'água e a retirada da cobertura vegetal original, responsáveis pela ocorrência de anomalias térmicas, higrométricas e pluviométricas, uma vez que alteram o balanço de energia e o balanço hídrico urbano.

O clima urbano é, portanto, resultado da interferência de todos os fatores atuantes sobre a atmosfera urbana e que agem no sentido de alterar o clima local. Os efeitos mais diretos desta alteração são percebidos pela população através de manifestações ligadas ao conforto térmico, à qualidade do ar e aos impactos pluviais, capazes de desorganizar a vida social e comprometer a qualidade de vida dos habitantes (MONTEIRO, 1976). A magnitude dos efeitos é variável no espaço intra-urbano, de acordo com a densidade populacional, o padrão construtivo e as intervenções antropogênicas realizadas no ambiente.

A urbanização brasileira foi caracterizada por um rápido e desordenado crescimento das cidades, sem a instalação de uma estrutura urbana consonante com as dinâmicas da natureza. Dada à inobservância dos aspectos naturais, as alterações promovidas pela interferência humana acabaram por desencadear diversos problemas ambientais, tais como a poluição do ar e das águas (superficiais e subterrâneas) e a contaminação/degradação dos solos, sobretudo nas áreas densamente urbanizadas, nas quais a dimensão dos problemas ambientais se amplia.

A intensidade de urbanização, expressa em termos de espaço construído, altera significativamente o clima, de modo que as alterações variam de uma localidade para outra, conforme a intensidade de uso-ocupação do solo, o processo de crescimento urbano e as características geológicas do lugar. As expressivas alterações climáticas na cidade dizem respeito aos valores de temperatura e a concentração de poluentes, visto que a área urbanizada promove alterações no balanço de energia, gerando “bolsões” de calor, denominadas “ilhas de calor” (LOMBARDO, 1985).

Há tempos observa-se que áreas urbana e suburbanas possuem ilhas de calor, um “oásis inverso”, onde o ar e as temperaturas da superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes. [...] porque muitos materiais de construção comuns absorvem e retêm mais calor do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas. Existem duas razões principais para esse aquecimento. A primeira é que a maior parte dos materiais de construção é impermeável e estanque, e por essa razão não há umidade disponível para dissipar o calor do sol. A segunda é que a combinação de materiais escuros de edifícios e pavimentos com configuração típica cânion absorve e armazena mais energia solar (GARTLAND, 2010, p. 9-10).

As ilhas de calor apresentam características comuns, intensificando-se conforme amplia-se o tamanho do sítio urbano. Gartland (2010) elenca cinco características fundamentais das ilhas de calor. São elas: a) são geralmente mais quentes após o pôr do sol, quando comparadas às áreas rurais e mais frescas ao amanhecer; b) as temperaturas do ar são elevadas em decorrência do aquecimento das superfícies urbanas, uma vez que estas absorvem mais calor do que a vegetação natural; c) as diferenças na temperatura do ar e na superfície são realçadas em dias calmos e claros; d) áreas com menos vegetação e mais urbanizadas tendem a ser mais quentes; e) criam colunas de ar mais quentes sobre as cidades e podem causar inversões de temperatura.

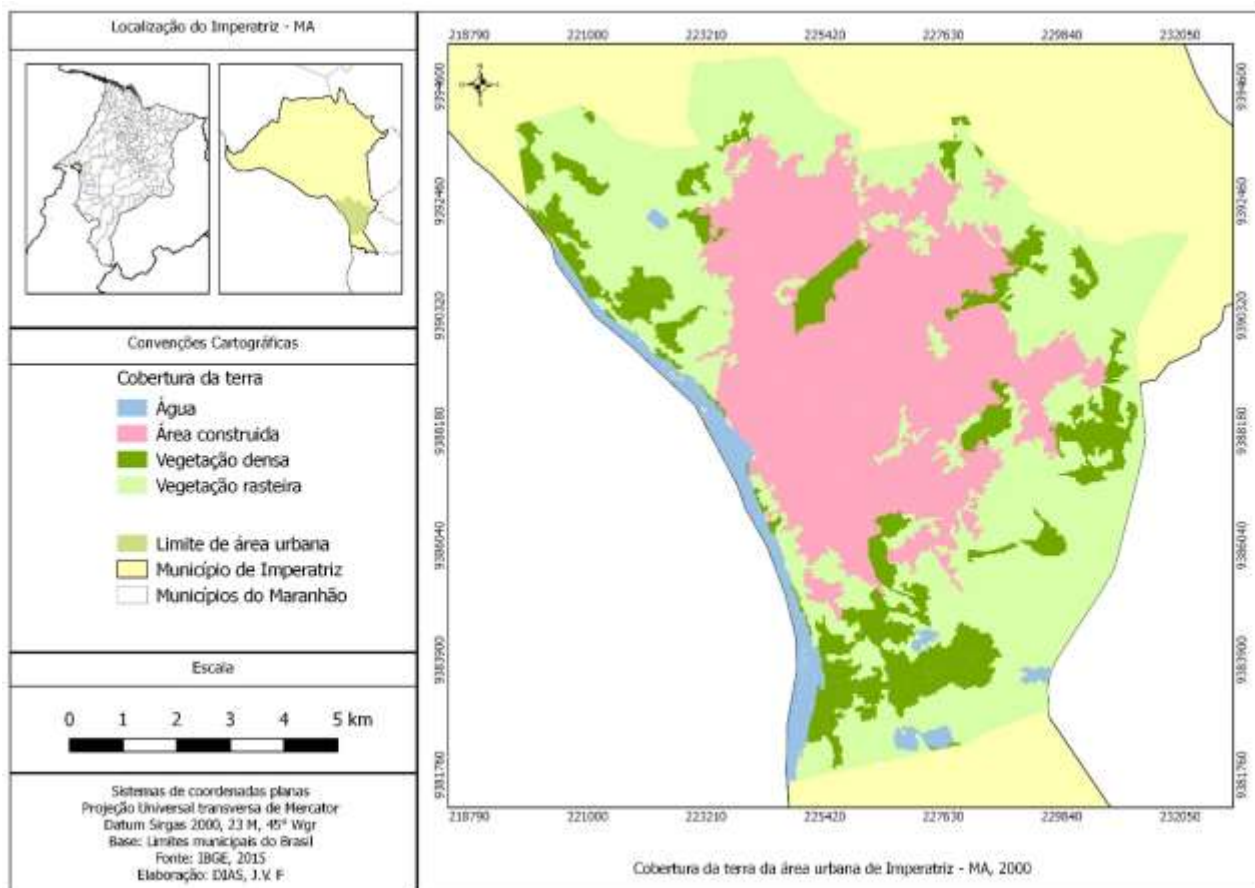
Nesse sentido, utilizamos a técnicas de sensoriamento remoto, por meio das imagens das bandas 1,2,3, 4, 5, 6 e 7 (banda termal) do Landsat 5, para classificação da cobertura do solo e mapeamento do campo térmico do município de Imperatriz, para analisar evolução urbana e transformações na temperatura de superfície do município.

Evolução urbana e transformações na temperatura de superfície do município de Imperatriz

Conforme a classificação oficial do IBGE (2010) a Zona Urbana de Imperatriz se situa na porção Sul do município. Passam duas importantes rodovias na área urbana do município a BR 010 e a MA 122.

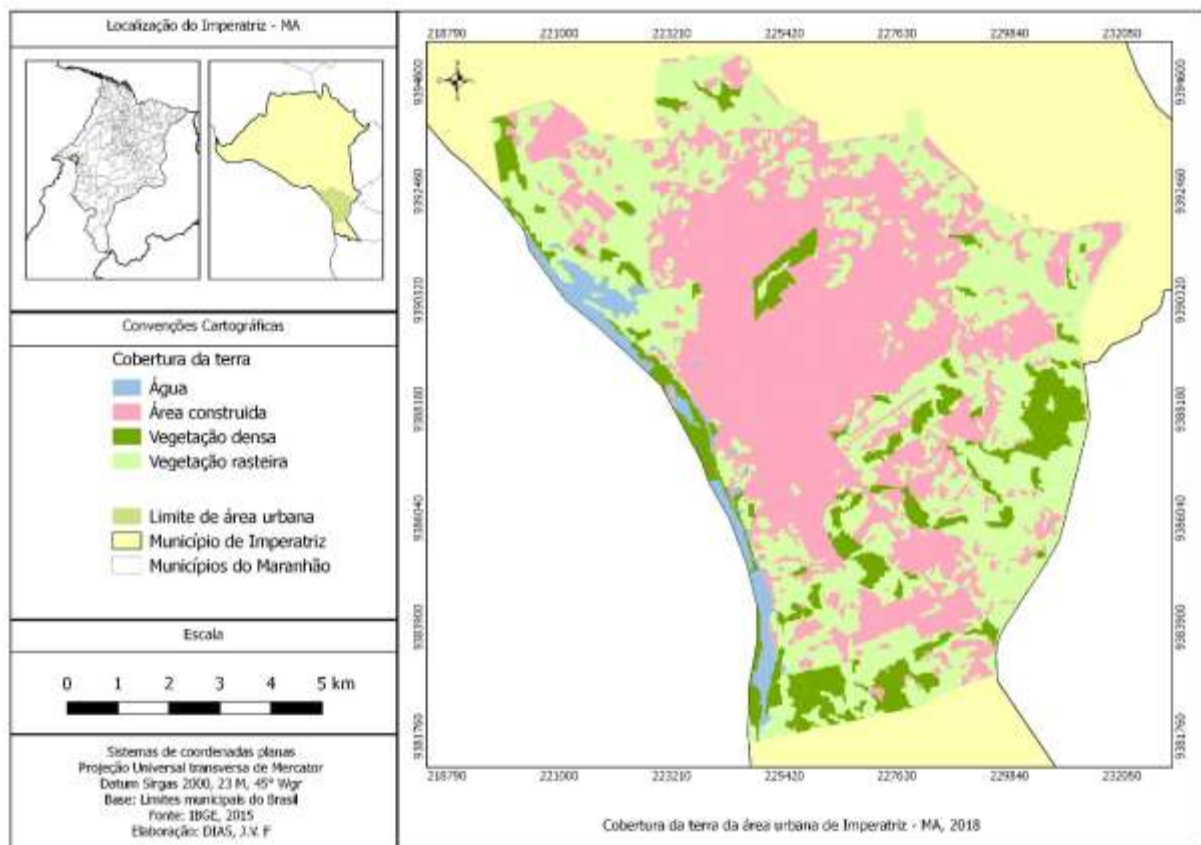
Nos mapas 2 e 3 abaixo, mostra-se a cobertura da terra na zona urbana do município nos anos de 2000 e 2018, dividida em três classes: área construída, vegetação densa e vegetação rasteira.

Mapa 02 – Cobertura da terra da área urbana do município de Imperatriz – MA ano de 2000



Análises feitas no *software QGIS 4.14.15* para o ano de 2000, revelam que a área de cada classe de uso e ocupação da terra na zona urbana de Imperatriz: Área Urbana (33,53 Km²), Vegetação densa (12,78 Km²) e Vegetação rasteira (42,25 Km²).

Mapa 03 – Cobertura da terra da área urbana do município de Imperatriz – MA ano de 2018



Análises feitas para o ano de 2018, revelam a área de cada classe de uso e ocupação da terra na zona urbana de Imperatriz: Área Urbana (42,05 Km²) aumento de 25,41 %, Vegetação densa (9,90 Km²) redução de 22,53 % e Vegetação rasteira (37,94 Km²) redução de 37,94 %.

Temperatura de Superfície Terrestre na zona urbana de Imperatriz

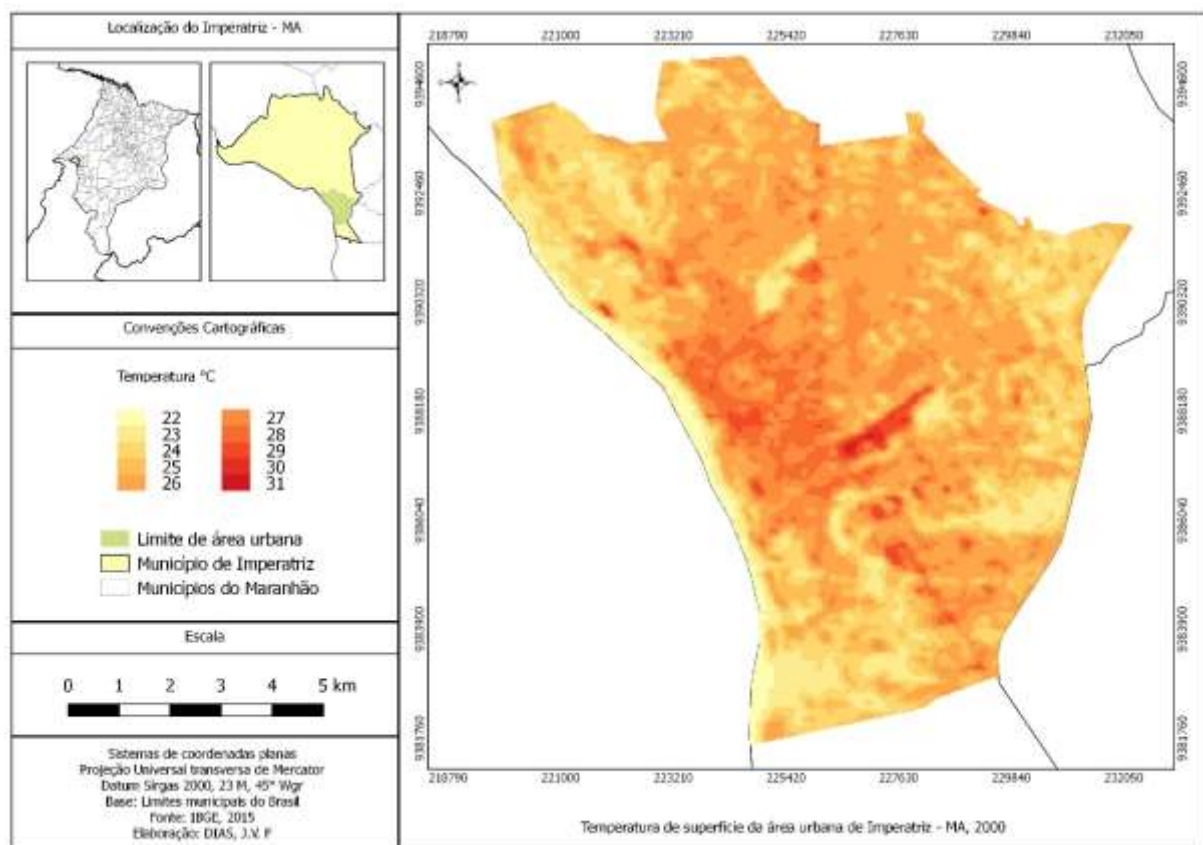
A radiação solar é o principal modo de propagação de energia no SSA (Sistema Superfície-Atmosfera), uma vez que é por meio da radiação que energia do Sol chega à Terra (MENDONÇA e DANNI-MOREIRA, 2007, p. 33). Os elementos que compõem a superfície terrestre apresentam diferentes comportamentos quando expostos a radiação solar, ora absorvendo ou refletindo mais energia solar, ora absorvendo ou refletindo menos energia solar.

Este fenômeno varia conforme as propriedades físicas dos elementos terrestres. Em uma cidade, é possível observar ambientes urbanos e naturais que apresentam diferentes temperaturas em suas superfícies. As diferentes intensidades de temperatura de superfície

estão relacionadas com os tipos de materiais que recebem incidência solar, as suas características físicas propriamente ditas.

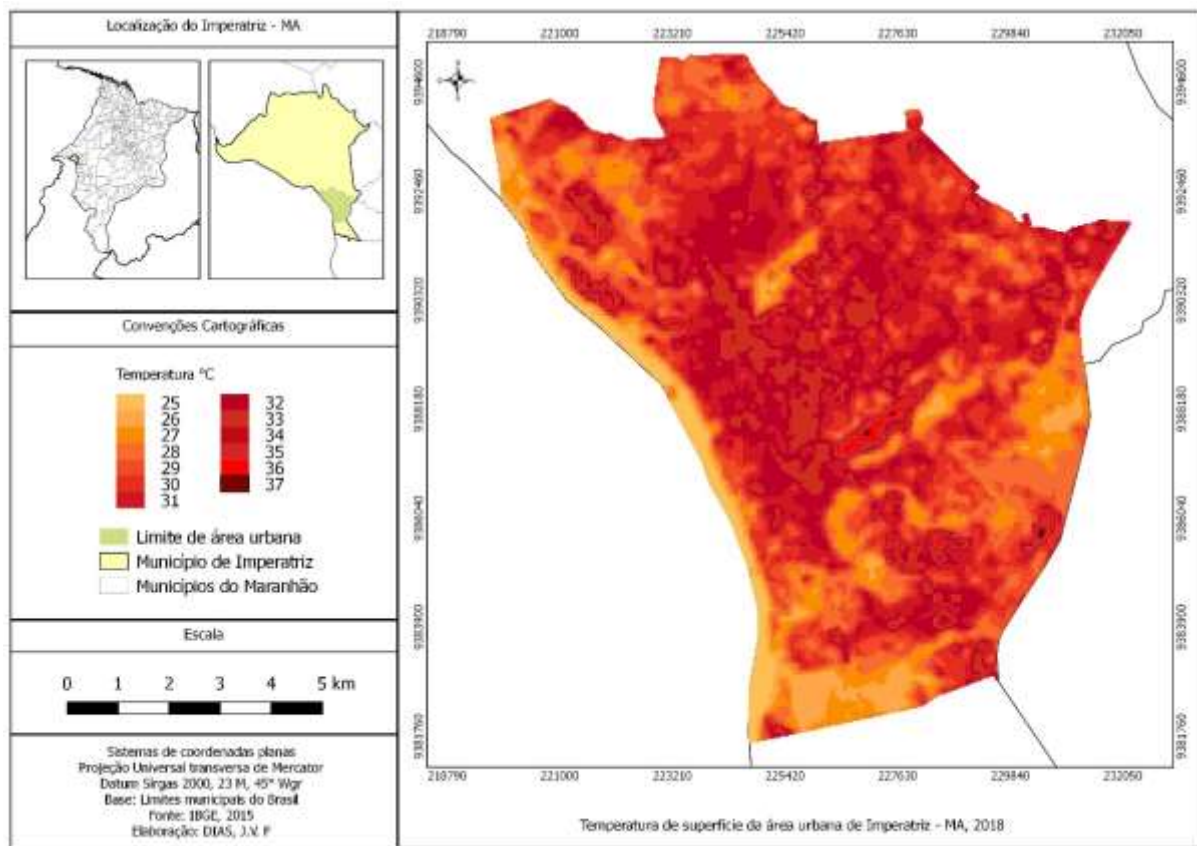
Nesse contexto, no mapa a seguir, são destacados diferentes locais visitados na cidade de Imperatriz que registraram temperaturas diferenciadas devido ao uso e ocupação do solo. As temperaturas foram analisadas nas imagens de 2000 e 2018.

Mapa 04 – Temperatura de superfície da área urbana do município de Imperatriz – Ma ano de 2000



Análises feitas no *software* QGIS 4.14.15 para o ano de 2000, revelam a temperatura de Max = 31 ° C e Min = 22° C, amplitude térmica de 9 ° C, já para o ano de 2018, a temperatura Max = 37 ° C e Min = 25 ° C. amplitude térmica de 12° C.

Mapa 05 – Temperatura de superfície da área urbana do município de Imperatriz –MA ano de 2018



Ao se fazer uma análise dos mapas da cobertura da terra da área urbana com os mapa de temperatura de superfície, se percebe uma clara relação entre a intensidade das temperaturas e os diferentes tipos de uso e ocupação do solo observados ao longo da cidade. Conforme já demonstrado neste trabalho, na superfície terrestre, os elementos artificiais tendem a registrar temperaturas mais altas. Uma importante observação a ser feita respeito dos resultados obtidos, é o fato de altas temperaturas (33 a 37°C, colorações de laranja a vermelho) terem sido registradas no centro da cidade.

A área possui grande urbanização, abrigando o coração financeiro de Açailândia, onde se encontram as principais agências bancárias do município. Materiais artificiais muito comuns nos grandes centros urbanos como asfalto, concreto metais e outros, possuem grande capacidade de absorção da energia solar, com por exemplo a área do aeroporto demonstrada na figura abaixo.

Figura 01 – Vista área do aeroporto de imperatriz



Fonte: Google Earth Pro, 2019.

No mapa de 2000 e 2018, a área de aeroporto apresenta as temperaturas mais elevadas, 31 ° C em 2000 e 37° C em 2018.

As manchas vermelhas no mapa, com temperaturas mais altas, estão concentradas nas áreas mais urbanizadas. Em contrapartida as manchas de coloração amarelada e laranja as áreas de vegetação que ainda existem na área urbana do município, como destacada na figura abaixo.

Figura 02 - Área de vegetação preservada na área urbana de Imperatriz



Fonte: Google Earth Pro, 2019.

Essa área em destaque na imagem no ano de 2018, registrou 25°C a menor temperatura na área urbana de Imperatriz. As análises dos mapas e imagens demonstra a importância das áreas verdes na amenização da temperatura de superfície

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta produção podemos perceber uma relação de influência entre o uso e ocupação do solo na zona urbana do município de Imperatriz com a sua Temperatura de Superfície Terrestre. É possível afirmar que o fenômeno abordado neste estudo poderá se intensificar conforme o crescimento urbano da cidade Imperatriz. Os diversos locais visitados em função de seu uso e ocupação do solo apresentaram diferentes valores. Áreas menos antropizadas revelaram ser menos quentes que as áreas mais antropizadas.

O fenômeno de ampliação da temperatura de superfície terrestre está diretamente relacionado com o crescimento urbano de uma cidade. Neste trabalho, se faz uma recomendação sobre a preocupação do clima urbano no planejamento e gestão urbana de uma cidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, L. V. **Introdução à Teoria da Informação**. 2005. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000

BARBOSA, R. V. R.; VECCHIA, F. A. S. **Estudos de ilha de calor urbana por meio de imagens do Landsat7 ETM+**: Estudo de caso em São Carlos (SP) Revista Minerva, v. 6, n. 3, p. 273-278, 2009.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. de S. C. **Temperatura de superfície Celsius do sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações**. Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1 (xii.2013), ISSN 1678-7226.

CORREIA, P. B.; CORREIA, J. A. de J.; ANDRADE, S. C. de P. **Análise da temperatura de superfície da área urbana de Santarém através de imagens termais do Landsat 5**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.714-722, 2012.

FOLHES, M. T. **Modelagem da evapotranspiração para a gestão hídrica de perímetros irrigados com base em sensores remotos**. (Tese Doutorado em do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 2007.

GARTLAND, L. **Ilhas de Calor**: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Tradução de: Silvia Helena Gonçalves. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

KNOB, A. H. **Aplicação do processamento de imagens digitais para análise da anisotropia da massa de grãos**. Dissertação de mestrado. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí. 71p. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**: Aglomerados subnormais informações territoriais. Disponível em: <http://atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-luis_ma>. Acesso em 24 jan. 2019.

LAKATOS, E. M. & MARCONI, M. A. **Metodologia do Trabalho Científico**. Ed. Atlas, São Paulo, 2006.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles**: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Hucitec, 1985.

MARQUES FILHO, O.; Vieira neto, H. **Processamento Digital de Imagens**. Rio de Janeiro: Brasport. 331p. 1999.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia**: noções básicas e climas no Brasil. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IG/USP, 1976.

PEREIRA, Francisco Sirdenyo Rodrigues. **Mercado imobiliário em médias cidades: um estudo da formação, crescimento e influência do mercado de imóveis em Imperatriz-MA**. Belém, 2013. (Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Administração da Universidade da Amazônia – UNAMA). Disponível em: www6.unama.br/ppad/download/dissertacoes/dissert_2013/Dissert_Mestrado_Francisco_Sirdenyo.pdf. Acesso em: 03/07/2019.

QUEIROZ, J. E. R.; Gomes, H. M. **Introdução ao processamento digital de imagens**. Revista RITA. UFRGS, Porto Alegre – RS, Volume VIII, Número 1, p. 1-31, 2001.

SANTOS, S.M. **Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde Brasília**: OPAS, 2000.

SOARES, A. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados na caracterização dos solos e da cobertura vegetal na bacia hidrográfica do Rio Candiru-açu (PA)**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1994.138p.