



## ANÁLISE MULTITEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO E DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DO MUNICÍPIO DE CASTANHAL – PA

**Ismael Ramalho da Costa Soares** – ismaelrcs18@yahoo.com.br  
Avenida Presidente Tancredo Neves, N 2501 Bairro: Terra Firme  
CEP: 66.077-830 – Belém - Pará

**Paulo Eduardo Silva Bezerra** – pauloeduardoea@gmail.com  
Universidade Federal Rural da Amazônia

**Wellington Deivison de Sousa Félix** – wellitik@hotmail.com  
Universidade Federal Rural da Amazônia

**Fábio Venilson de Sousa Pereira** – fabiorootsg60@gmail.com  
Universidade Federal do Pará

**Júlio Pereira Ribeiro Junior** – juliopereira1942@hotmail.com  
Universidade Federal Rural da Amazônia

**RESUMO:** *Nas últimas décadas, o ser humano tem interferido diretamente no uso e cobertura do solo, ocasionando a perda da cobertura vegetal e um grande aumento da temperatura de superfície ocasionando um desconforto térmico na região. Neste sentido, o presente trabalho, tendo como área de estudo o município de Castanhal, tem como principal objetivo analisar as mudanças do uso e ocupação do solo e o comportamento da temperatura de superfície Terrestre do município, nos anos de 1999 e 2013. Os dados para a análise do uso do solo foram utilizados as imagens do satélite LANDSAT 5– TM para o ano de 1999 e a LANDSAT 8 – TM para o ano de 2013. Na análise da temperatura de superfície foram obtidos a partir das imagens termais do LANDSAT 5 – TM e LANDSAT 8 - TM. Os resultados mostraram que as áreas com grandes aglomerados urbanos e áreas de pastagens apresentaram temperaturas elevadas, enquanto que nos corpos hídricos e vegetação apresentaram baixas temperaturas.*

**Palavras-Chaves:** *Mudança no Uso do Solo, Temperatura de Superfície, Castanhal.*

## MULTITEMPORAL ANALYSIS OF USE AND LAND COVER AND SURFACE TEMPERATURE IN THE CITY OF CASTANHAL

**ABSTRACT:** *In recent decades, humans have interfered in the use and land cover, causing the loss of vegetation and an increase in the surface temperature causing a thermal discomfort in the region. In this sense, the present article has as area of study the city of Castanhal, with objective to analyze the land use change and soil occupation and the behavior of the surface temperature in this city, in 1999 and 2013 periods. The data for the analysis of land use change were utilized images from the Landsat 5 TM satellite for the year 1999 and Landsat 8 - OLI for the year 2013. The analysis of the surface temperature were obtained from the thermal images of Landsat 5 - TM and Landsat 8 - OLI. The results revealed that areas with large urban area and areas of pastures showed the highest values of surface temperatures, while in water and vegetation showed low temperatures.*



**Keywords:** *Change in Land Use, Surface Temperatur, Castanhal.*

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação com o clima mundial tem aumentado consideravelmente. Nas cidades brasileiras, principalmente nas últimas décadas, o crescimento urbano vem ocorrendo de forma acelerada e intensa, formando aglomerados urbanos. Uns dos impactos ocasionados com o grande crescimento urbano é a mudança no campo térmico por meio da substituição da cobertura vegetal, devido as atividades antrópicas. (FERREIRA & PIRES, 2014)

A cobertura vegetal é um elemento primordial para a qualidade de vida das pessoas, pois a mesma possibilita inúmeros benefícios, tais como: amenização do clima, redução da poluição do ar, proteção ao solo, amenização de ruídos, influencia no ciclo hidrológico, nos espaços urbanos tem grande importância por manter a estética de uma cidade, por exemplo. Apesar de todos esses benefícios citados, o espaço verde vem sendo nas últimas décadas, cada vez mais destruído e dando lugar para grandes edificações, como a construção de empresas, casas, pavimentação de ruas, dentre outros fatores que de forma direta ou indiretamente acabam contribuindo para a perda da vegetação, consequentemente o espaço urbano vem crescendo consideravelmente.

De acordo com Almeida et al (2015) a temperatura de superfície terrestre (TST) pode fornecer importantes informações sobre o clima local, desempenhando um importante papel em muitos processos ambientais, incluindo vegetação e escoamentos. Em vista disso, o sensoriamento remoto é de suma importância para o monitoramento e compreensão destes processos, a partir da análise espaço-temporal na mudança do uso e cobertura do solo em relação à temperatura e emissividade na superfície. Vaeza, *et al* (2010) afirma que as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento se tornaram importantes de ferramenta no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo, pois há uma maior atualização dos dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica.

Nesta perspectiva, a área de estudo escolhida foi o município de Castanhal situado no estado do Pará, devido apresentar um grande crescimento urbano e ser uma área pouco explorada e com poucas informações disponível para pesquisa. Este trabalho tem como principal objetivo analisar a relação TST com o uso e cobertura do solo nos anos de 1999 e 2013, identificando as regiões que apresentam as temperaturas mais elevadas.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia dessa pesquisa se deu nas seguintes etapas:

### 2.1. Área de estudo

Castanhal é um município localizado na região nordeste do Pará, sua latitude é 01° 17' 49" Sul e sua longitude 47° 55' 19" Oeste de Greenwich, estando a uma altitude de 41 metros e fica distante 68 Km de Belém, limita-se ao Norte com os municípios de Vigia, São Caetano de Odivelas e Terra Alta; ao Sul com os municípios de Inhangapi, São Miguel do Guamá e Santa Maria do Pará; à Leste com o município de São Francisco do Pará; e, à Oeste com os municípios de Santa Isabel do Pará e Santo Antônio do Tauá e estar entre as cinco principais cidades do Estado do Pará,

Castanhal possui uma área de 1 029,191 km<sup>2</sup>, segundo o censo 2010 do instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sua população estimada em 2014 era de 186 895 habitantes, podendo ultrapassar a marca dos 200 000 habitantes a qualquer momento, sendo o quinto município mais populoso do Estado Pará, 11° da Região Norte e o 156° do país.

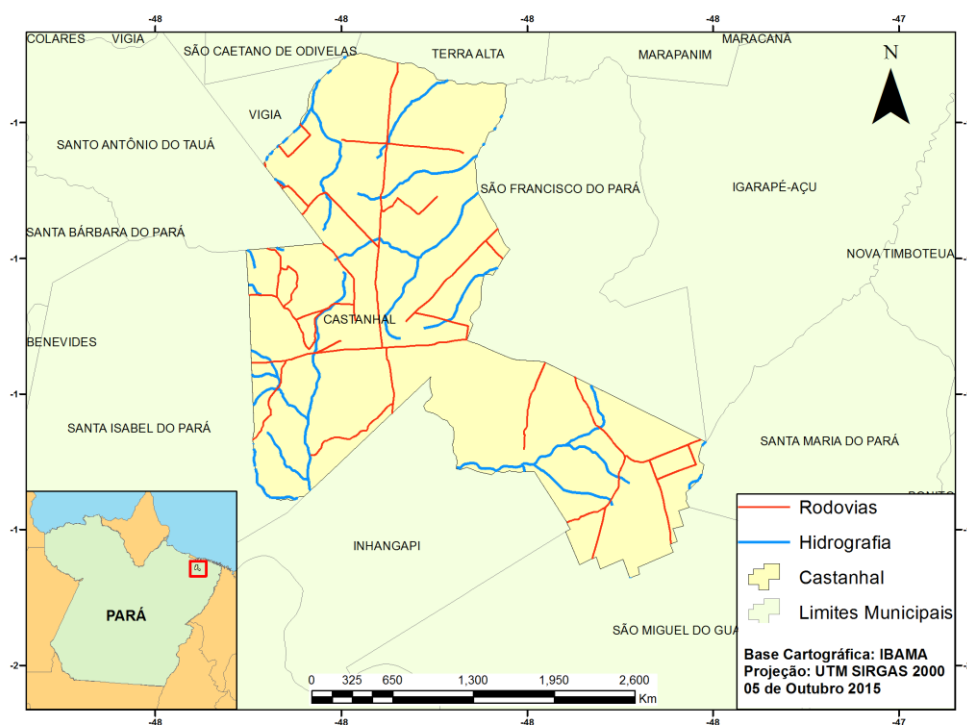


Figura 1: Mapa de localização do município de Castanhal.

Fonte: O Autor.

## 2.2. Aquisição de imagens

Primeiramente, para o desenvolvimento do trabalho foi realizado o download dos arquivos de imagens através do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do United States Geological Survey (USGS), sendo que os satélites utilizados foram o Landsat 5 sensor TM e Landsat 8 sensor OLI, respectivamente.

As imagens baixadas pelo site do INPE correspondem ao ano de 1999 na data de 21 de Julho, encontra partida as baixadas pelo o USGS são correspondentes do ano de 2013 no dia 20 de agosto, sendo que ambas correspondem a orbita ponto 223/061. Posteriormente, as imagens foram trabalhadas e processadas no software *ArcGis 10.2*<sup>®</sup>, onde primeiramente foi feita a composição RGB com as bandas 6, 5 e 4, gerando assim uma imagem colorida falsa cor de 30 metros de resolução espacial para as imagens do Landsat 8. Já com relação as imagens do Landsat 5, as bandas utilizadas foram 7, 4 e 2 para a obtenção da imagem colorida falsa cor.

## 2.3. Uso e Ocupação do solo

As imagens foram incorporadas em ambiente de processamento SR – (sensoriamento remoto), sendo que o software utilizado foi ENVI 5.1, onde foi estabelecida a classificação supervisionada, logo se utilizou a ferramenta de máxima verossimilhança para a classificação do uso do solo através da seleção de pequenas regiões, no caso o pixel da imagem com as fisionomias desejadas: Área Antropizada (Solo exposto e área urbana), Vegetação, Pasto, Água, Nuvem e Área não observada.

Depois de realizada a classificação no software ENVI 5.1 em que foi gerado as classes, os resultados foram enviados, ou seja, exportados para a plataforma SIG (sistema de informação geográfica), em ambiente *ArcGis 10.2*<sup>®</sup> visando organizar e elaborar bases vetoriais do município, e

por conseguinte confeccionar os mapas temáticos que retratam os resultados obtidos do uso do solo para os anos de 1999 e 2013.

Para melhor compreender a metodologia utilizada na elaboração deste trabalho, foi realizado um fluxograma, partindo desde município, pré-processamento, processamento, pós -processamento até chegar no objetivo final, mapa e tabela de uso e ocupação do solo no município de Castanhal-PA, como mostra a figura abaixo:

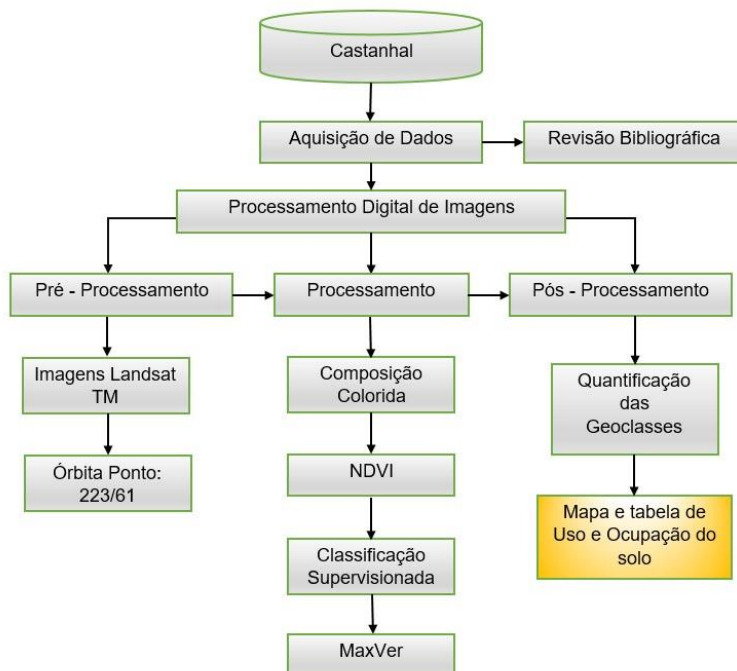


Figura 2: Descrição do processo metodológico do Uso e Ocupação do solo.

Fonte: O autor.

## 2.4. Mapa de temperatura de superfície

Para a extração da temperatura de superfície foi utilizada a metodologia de Coelho e Correa (2013). Primeiramente, foi necessário selecionar a banda termal 6 e 10, do Landsat 5 e 8, respectivamente. A banda termal da Landsat mede a quantidade de energia radiante infravermelha emitida nas superfícies, sendo muito útil para localizar atividades geotermal, principalmente para a análise da temperatura de superfície. (JENSEN, 2010 apud MASHIKI, 2012).

Posteriormente, para tratamento da imagem raster, foi realizado o recorte da imagem termal na área de estudo, para a determinação dos níveis de radiância, e da temperatura de Superfície em Kelvin, de acordo com as equações (I) e (II).

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (I)$$

Sendo que  $L_{\lambda}$  é a radiância espectral do sensor de abertura em Watts/ (m<sup>2</sup> sr μm), o  $M_L$  é o fator multiplicativo de redimensionamento da banda termal,  $Q_{cal}$  é o valor quantizado calibrado pelo pixel em DN = Imagem banda termal e o  $A_L$  é o fator de redimensionamento aditivo específico da banda termal (COELHO E CORREA, 2013)

Depois da obtenção dos valores em radiância, foi utilizado a equação (II) para análise da temperatura em Kelvin.



$$T = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (\text{II})$$

De acordo com Chander e Marham (2003) o T é a Temperatura efetiva no satélite em Kelvin (K), K2 é a constante de calibração 2 em Kelvin, K1 é a constante de calibração 1 em Kelvin,  $L_\lambda$  é a Radiância espectral em Watts/ (m2 sr  $\mu$ m).

Após a aquisição da temperatura em Kelvin, o Valor da TST foi subtraído de 273,15 (valor absoluto em Kelvin) para a determinação da Temperatura em graus Celsius (°C).

O tratamento e análise dos dados desta etapa foram conduzidas no programa *ArcGis 10.2*® e a mesma metodologia foi empregada para a determinação da TST para a Landast 5 e 8.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Uso e ocupação do solo

Após a obtenção dos mapas temáticos das diferentes datas foi possível quantificar as áreas das classes e detectar as alterações ocorridas durante o período de 14 anos, como mostram a Tabela 3 em 1999 e Tabela 1 em 2013.

Tabela 1 – Área em (km<sup>2</sup>) e em (%) das classes de uso e cobertura do solo no ano de 1999 e 2013.

| CLASSES            | ÁREA (Km <sup>2</sup> ) |        | ÁREA (%) |       |
|--------------------|-------------------------|--------|----------|-------|
|                    | 1999                    | 2013   | 1999     | 2013  |
| Área Antropizada   | 284                     | 329,84 | 27,68    | 32,13 |
| Vegetação          | 456                     | 355,2  | 44,44    | 34,60 |
| Pasto              | 278                     | 287,3  | 27,10    | 28,00 |
| Água               | 6                       | 0,81   | 0,58     | 0,07  |
| Nuvem              | 2                       | 27,49  | 0,19     | 2,67  |
| Area Não Observada | -                       | 25,64  | -        | 2,49  |

Com a quantificação das classes, observou-se que durante os 14 anos estudados, a classe área antropizada passou de 27,68% em 1999 para 32,13 % em 2013, desta forma teve um crescimento em torno de 4.45%, logo mostra que o município apresentou um crescimento e desenvolvimento urbanístico, como a construção de empresas, casas e principalmente com a pavimentação de ruas nos bairros do município.

Conforme Florenzano (2011), os ambientes construídos ou transformados pela ação do homem ocupam cada vez mais áreas da superfície terrestre. E evidentemente, as formas de uso e ocupação estão ocorrendo de maneira intensa e desordenada, levando a níveis críticos de degradação ambiental, assim, torna-se necessário um melhor entendimento da dinâmica ambiental para auxiliar no processo de gestão, fazendo assim um diagnóstico ambiental de tais áreas.

Já com relação a vegetação apresentou uma queda de 9.84 % comparando os dois anos utilizados no trabalho. Em 2013 houve uma maior perda da vegetação no município, principalmente por causa do processo de crescimento da cidade.



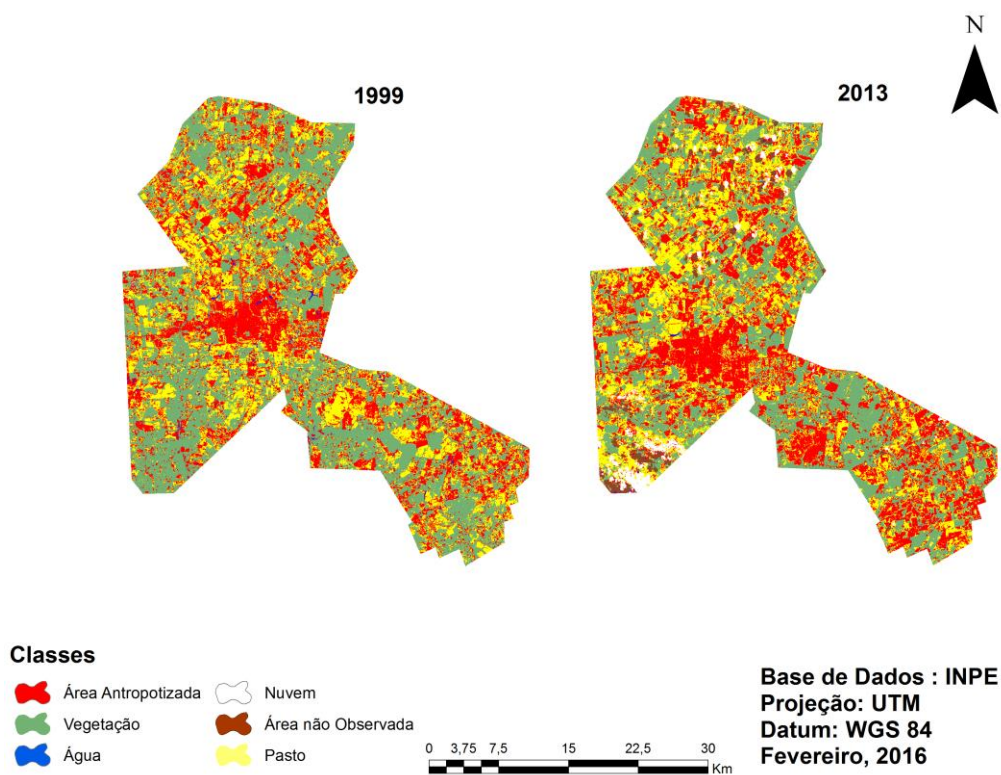


Figura 3: Mapa de Uso e Ocupação do solo do município de Castanhal.  
Fonte: O Autor.

A área de pastagem não obteve significativas mudanças, pois variou apenas 1% no decorrer de 14 anos. Sendo que em 1999 a pastagem no município era de 27,1 % e em 2013 passou para 28%.

As geoclasses nuvem e área não observada foram utilizadas no trabalho, sendo que a área não observada foi utilizada somente para 2013, devido à forte presença de nuvens cobrindo uma parte do município, logo impossibilitando a análise do uso e ocupação do solo nessas áreas.

#### 4.2. Mapa de temperatura de superfície terrestre

De acordo com os dados gerados da TST, percebeu – se que houve um aumento de três graus Celsius na temperatura máxima do ano de 1999 a 2013 na área urbana de Castanhal, passando de 26 °C para 29 °C de acordo com a figura 5. Isso pode ser explicado principalmente pelo grande aumento da área urbana na área de estudo e que devidos aos materiais utilizados na construção civil, que armazenam calor e de áreas menos arborizadas que tendem de apresentar temperaturas mais elevadas, mesmo durante o período da noite (BIAL et al, 2003 apud COSTA, SILVA & BAPTISTA, 2015).

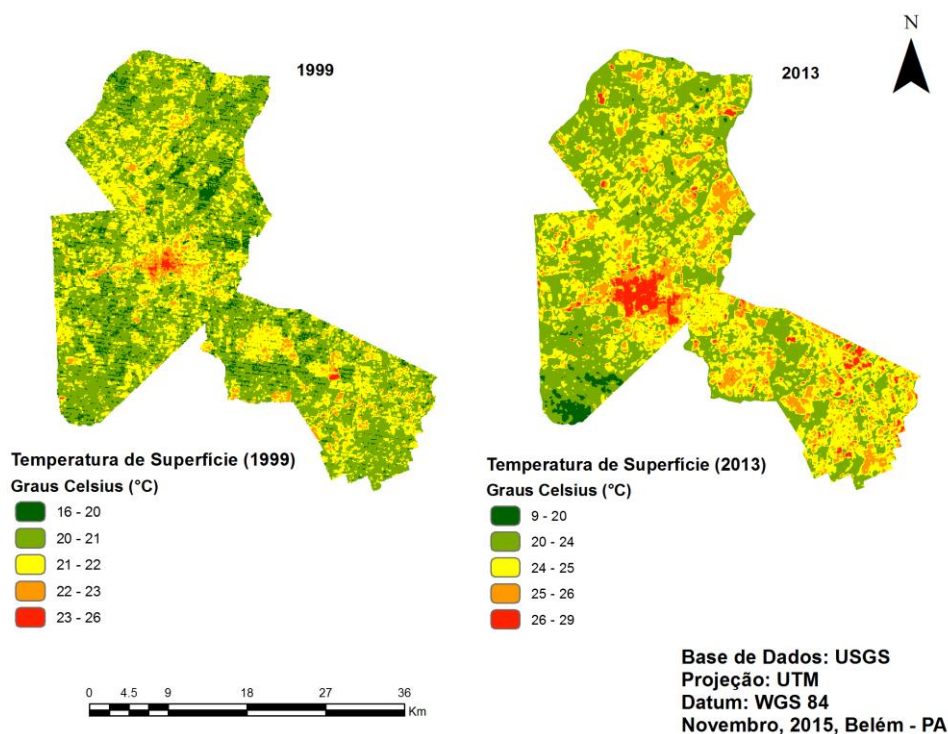


Figura 4: Mapa de temperatura de Superfície do município de Castanhal.

Fonte: O Autor.

De acordo com a figura 3 e 4, percebeu –se que as áreas de pastagens também representaram temperaturas elevadas no período estudado, principalmente para o ano de 2013, no qual apresentou uma temperatura de 26 °C nas áreas de pasto. De acordo com Gautland (2010), as áreas de pastagens, principalmente o solo exposto sem cobertura vegetal, aquece rapidamente durante o dia e conseqüentemente ocasionando um aumento de temperatura, aumentando a irradiação de calor e a temperatura em seu entorno.

As áreas como menores temperaturas estão localizadas principalmente em corpos hídricos, vegetação e em nuvens. Haja vista que a cobertura vegetal evita a absorção e perdas de calor, apresentando temperaturas menores que as áreas urbanas e pastagens.

Com o aumento da temperatura nos últimos anos no município de Castanhal, as áreas de conforto térmico estão diminuindo, e conseqüentemente aumentando as áreas de desconforto térmico e de estresse devido ao calor, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a TST é mais elevada.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tecnologia juntamente com os avanços em geoprocessamento fornece ao poder público novos horizontes de gestão ambiental, com o auxílio de imagens de satélite é possível organizar e distribuir a arborização urbana, áreas verdes e praças de forma propiciar um ambiente com temperaturas agradáveis. (PARIZOTO, 2014).

De acordo com os resultados desta pesquisa, a cidade de Castanhal sofreu grandes mudanças no seu uso e cobertura do solo durante o período de 1999 a 2013, devido principalmente as ações antrópicas. Em relação a Temperatura de Superfície, percebeu – se que a mesma sofre grande influência do uso do solo, principalmente as classes área urbana e pastagens, no qual apresentaram as temperaturas mais elevadas, enquanto que as classes água e vegetação apresentaram as menores temperaturas.



Em vista disso, o grande aumento a urbanização e do desmatamento está diretamente ligada ao aumento da temperatura da cidade, ocasionando um desconforto térmico para a população. Portanto, podemos concluir que a análise do uso do solo e da temperatura de superfície são de grande importância, pois fornecem informações relevantes para um melhor planejamento para controlar a expansão urbana de forma desordenada na cidade, e conseqüentemente, evitar o surgimento de outras áreas com altas temperaturas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. J. P, et al. Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

COSTA, R. L. SILVA, F. D. S. BAPTISTA, G. M. M. Estudo da evolução de áreas urbanas e aumento da temperatura no Distrito Federal usando imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, 25 a 29 de abril de 2015, INPE.

COELHO, A. L. N. CORREA, W. S. C. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor Tirs/Landsat-8: Metodologia e Aplicações. **Revista Geografica Acadêmica** v.7, n.1 (xii.2013).

FERREIRA, M. E. PIRES, E. G. Monitoramento da Temperatura de Superfície em áreas urbanas utilizando geotecnologias. **Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto - GEONORDESTE 2014**. Aracaju, Brasil, 18-21 Novembro 2014.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em Sensoriamento Remoto. São Paulo, 3ª edição. **Oficina de Textos**, 2011.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: Como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: **Oficina de textos**, 2010. 248p.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/dtbs/para/castanhal.pdf>.

MARKHAM, B. GYANESH, C. Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 41, no. 11, November 2003.

MASHIKI, M. Y. **Geoprocessamento na identificação de ilhas de calor e influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.

PIRAZOTO, N. M. S. F, et al. Influência da temperatura de superfície em diferentes setores da área urbana de Piratininga/SP por meio de dados orbitais. **XXVI congresso brasileiro de cartografia e V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento**. 2014.

VAEZA, R. F, et al. Uso e Ocupação do Solos em Bacia Hidrográfica Urbana a partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Revista Floresta e Ambiente**. Irati, Paraná. 2010; 17 (1): 23 – 29p.