



Avaliação dos valores gerados de temperatura de superfície dos sensores TIRs do satélite Landsat 8 aplicados ao perímetro urbano do município de Uberlândia – MG

The evaluation of the surface temperature values generated from sensors of the Landsat satellite TIRs 8 applied to the urban perimeter of the Uberlândia – MG

Samuel Alves Maciel^{1(*)}
Luiz Antônio de Oliveira²

Resumo

A aplicação de imagens de satélite na geração de valores de temperatura de superfície a partir de sensores remotos tem sido recorrentemente utilizada em estudos de planejamento urbano, planos agrícolas, obras de engenharia hidráulica e projetos ambientais. Este trabalho visa analisar os valores de temperatura aparente de superfície do Thermal Infrared Sensor (TIRS)/ Landsat – 8, banda 10, para os meses de junho e setembro de 2014, de acordo com sua espacialização no perímetro urbano do município de Uberlândia – MG. Nesta pesquisa serão utilizadas duas imagens de satélite do Landsat 8, ambas da banda 10 (infravermelho termal) de faixa espectral (10,60 - 11,19 μm), sendo a primeira de 14 de junho de 2014 e a segunda de 18 de setembro de 2014. Para o tratamento das imagens de satélite e posterior resultado das LSTs, os seguintes métodos foram executados: correção radiométrica em relação aos valores obtidos no topo da atmosfera (TOA), conversão de radiância espectral para temperatura de brilho em graus Kelvin (k) e a conversão para temperatura em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). A partir dos resultados encontrados, verificou-se que, para a imagem de 14 de junho de 2014 dentre as classes de temperatura geradas, os valores de temperatura mínima a temperatura máxima variaram de 13,5 $^{\circ}\text{C}$ a 29,6 $^{\circ}\text{C}$, enquanto que, para a imagem de 18 de setembro

-
- 1 Geógrafo; graduado em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia; Endereço: Avenida João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, CEP: 38408-100 - Uberlândia, Minas Gerais, Brasil; E-mail: samuelgeo56@gmail.com; (*) Autor para correspondência.
 - 2 Doutor; Geógrafo; Professor do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia; Endereço: Avenida João Naves de Ávila, 2121, Santa Mônica, CEP: 38408-100 - Uberlândia, Minas Gerais, Brasil; E-mail: luizantonio@ig.ufu.br.

Ambiência Guarapuava (PR) v.12 Ed. Especial p. 821 - 830 Novembro 2016 ISSN 2175 - 9405
DOI:10.5935/ambiencia.2016.Especial.07



de 2014, a variação ocorrida foi de 19,5 °C a 39,5 °C. A temperatura de superfície dos materiais que compõem o perímetro urbano da cidade de Uberlândia – MG obteve um mesmo comportamento térmico de resposta ao infravermelho termal do satélite, quando comparados os períodos mais frios e mais quentes do ano.

Palavras-chave: imagem de satélite; sensores remotos; temperatura.

Abstract

The use of satellite images in the generation of surface temperature values from remote sensors has been recurrently used in urban planning studies, agricultural planning, hydraulic engineering and environmental projects. This work aims to analyze the temperature values of apparent surface of the Thermal Infrared Sensor (TIRS)/ Landsat 8, band 10, for the months of June and September 2014, in accordance with its spatialization in the urban perimeter of Uberlândia - MG. In this research it will be used two Landsat 8 satellite images, both band 10 (thermal infrared) of spectral 10,60 - 11,19 μm) being the first of 14 June 2014 and the second of 18 September 2014. For the treatment of the satellite images and later outcome of LSTs, it was used the following methods: radiometric correction in relation to the values obtained at the top of atmosphere (ToA), conversion of spectral irradiance measurements for brightness temperature in degrees Kelvin (K) and the conversion to temperature in degrees Celsius (°C). From the results found, it was verified that for the image of 14 June 2014 among the classes of temperature generated, the values of minimum temperature to maximum temperature ranged from 13.5 °C to 29.6 °C, while for the image of 18 September 2014 the variation was 19.5 °C to 39.5 °C. The temperature of the surface of the materials that composes the urban perimeter of Uberlândia - MG had the same thermal behaviour in response to the thermal infrared of the satellite, when the coldest and hottest periods of the year were compared.

Key words: satellite image; remote sensors; temperature.



Introdução

Diversos autores em suas pesquisas têm utilizado da funcionalidade do uso de imagens de satélites para obtenção e discussão dos dados de temperatura de superfície gerados por sensores remotos, como Santos e Ribeiro (2012), Souza e Júnior (2012), Leite e Brito (2012), Coelho e Correa (2013), dentre outros, sendo que os LSTs (Land Surface Temperature) podem ser essenciais em estudos de planejamento urbano, planos agrícolas, obras de engenharia hidráulica e projetos de caráter ambiental.

Segundo Lucca e Bastos (2001), a definição de um sistema imageador infravermelho termal consiste na apresentação de um dispositivo capaz de coletar, detectar e transluzir a radiação infravermelho termal emitida pelos alvos, diante de uma plataforma na qual foi instalado e na geração de uma imagem correlata. Ainda, segundo estes autores, os imageadores termais se dividem praticamente em dois grupos: os imageadores de varredura de linha, denominados “linescanners”, ou IRLS (“Infrared Linescanner”) e os de visada frontal, normalmente chamados de FLIR (“Forward Looking Infrared”).

Para Coelho (2013), os dados de sensoriamento remoto gerados no infravermelho termal, de certa maneira, não apresentam diferença dos demais dados adquiridos pelos outros sensores. A energia eletromagnética que se dissipa de um objeto ou área geográfica à distância é captada,

e, a posteriori, por meio de algoritmos matemáticos e estatísticos, são extraídas feições e informações desejadas, neste caso, os dados de temperatura de superfície em graus Celsius. Ele afirma que a principal diferença está na atuação desses sensores, pois são orientados basicamente pelo comportamento térmico dos materiais que fazem parte da superfície da Terra.

Uma vez que, atualmente a disponibilização de imagens de satélites ocorre de maneira gratuita em sítios eletrônicos, a extensão dos dados climatológicos para área total dos municípios tem sido facilitada. Na zona urbana, os dados de LSTs podem minimizar problemas ambientais gerados em todo o seu aglomerado, bem como subsidiar fonte de informações essenciais para o planejamento urbano com vistas à qualidade de vida nas cidades.

Leite e Brito (2012) reafirmam a importância do imageamento por satélites para mensuração de temperatura do ambiente ao mencionarem que as diversas maneiras de obtenção de informações climatológicas por meio da aplicação de técnicas do sensoriamento remoto e de imagens orbitais dão a possibilidade de uma análise geral das áreas em maiores escalas, quando colocadas em contraponto aos dados pontuais disponíveis pelas estações meteorológicas de controle.

De acordo com Cunha, Rufino e Ideião (2009) nas pesquisas sobre temperatura intraurbana, as variações e relações com características da superfície (uso e ocupação)

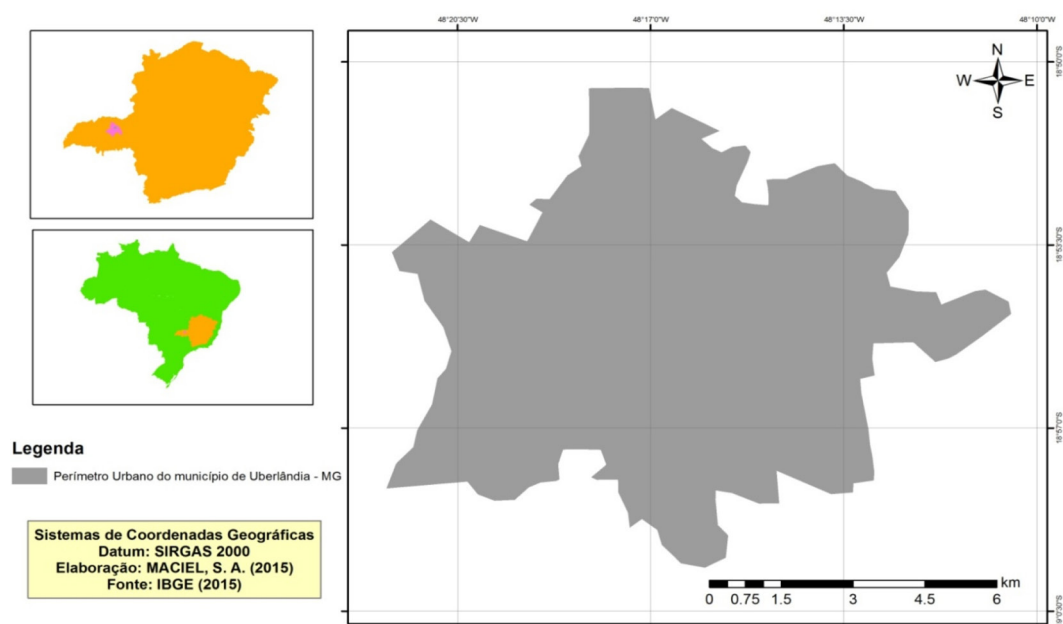


têm sido expressivamente utilizadas em imagens com resoluções espaciais médias, tais como as imagens termais adquiridas a partir dos sensores TM / ETM + do Landsat, ou do sensor infravermelho termal (TIR) do ASTER.

A área de estudos deste trabalho compreende a zona urbana do município de Uberlândia, situado na mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba,

no estado de Minas Gerais. Uberlândia está localizada geograficamente entre as coordenadas 18° 55' 23" de latitude Sul e 48° 17' 19" de longitude Oeste (Figura 1). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), sua população é de 604.013 habitantes e sua área de extensão é de 4.115,206 km², sendo que a área urbana ocupa 219,00 km² e a área rural de 3.896,822 km².

Figura 1 - Mapa de localização do perímetro urbano do município de Uberlândia - MG



Diante desta abordagem, este trabalho tem por objetivo geral analisar os valores de temperatura aparente de superfície do Thermal Infrared Sensor (TIRS)/ Landsat

– 8, banda 10, para os meses de junho e setembro de 2014, de acordo com sua espacialização no perímetro urbano do município de Uberlândia – MG.



Material e Métodos

Inicialmente, para elaboração deste trabalho, foi realizado um referencial teórico-conceitual acerca do tema estudado. As imagens de satélite utilizadas foram adquiridas no portal eletrônico do Centro de Sensoriamento Remoto do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), sendo processada a cena da banda 10 (infravermelho termal) de faixa espectral (10,60 - 11,19 μm) do satélite Landsat 8. Obteve-se como identificação a imagem do mês de junho "LC82210732014265LGN00", órbita 221 e linha 73, com passagem em 14 de junho de 2014 às 10h:15min:13s, e a imagem do mês de setembro "LC82210732014261LGN00", órbita 221 e linha 73, com passagem em 18 de setembro de 2014, às 10h:15min:38s.

Todos os processamentos de correção e conversão de imagens foram realizados no software Envi 4.7 e no ArcGIS 10.1. Posteriormente, para um melhor detalhamento dos dados, definiu-se classes (intervalos) de temperatura de superfície para área de estudos.

Para o tratamento das imagens de satélite e posterior resultado das LSTs, primeiramente, é efetuada a correção radiométrica em relação aos valores obtidos no topo da atmosfera (TOA). Esta foi realizada de acordo com o seguinte algoritmo de processamento, sinalizado na equação 1:

$$L\lambda = M_L Q_{cal} + A_L \quad (1)$$

Onde:

$L\lambda$ = valor da radiância espectral no topo da atmosfera - TOA, medida em Watts / m^2 * srad * μm .

M_L = fator multiplicativo escalonado específico constante no arquivo de metadado (RADIANCE_MULT_BAND_x, onde x é o número da banda).

Q_{cal} = produto padrão quantificado e calibrado por valores de pixel (DN). Este valor é referente a cada banda da imagem.

A_L = fator aditivo escalonado específico constante no arquivo de metadado (RADIANCE_ADD_BAND_x, onde x é o número da banda).

Em seguida, as cenas do sensor TIRS foram convertidas de radiância espectral para temperatura de brilho em graus Kelvin (K). A constante térmica necessária para a conversão é disponibilizada no arquivo metadados da imagem adquirida. A conversão é realizada pela aplicação do algoritmo, disposto na equação 2:

$$T_K = K_2 / \ln\left(\frac{k_1}{L_\lambda} + 1\right) \quad (2)$$

Onde:

T_K = temperatura de brilho aparente em graus kelvin (K).

$L\lambda$ = reflectância no topo da atmosfera (Watts/(m^2 * srad * μm)).

k_1 = constante de conversão K1 específica para cada banda, também denominada de constante térmica, disponível no arquivo de metadato (K1_



CONSTANT_BAND_x, onde x é o número da banda, 10 ou 11).

K_2 = constante de conversão K2 específica para cada banda, também denominada de constante térmica, disponível no arquivo de metadato (K2_CONSTANT_BAND_x, onde x é o número da banda, 10 ou 11).

Por fim, com a temperatura em graus Kelvin (k), pode-se realizar a conversão para temperatura em graus Celsius (°C), apresentada na equação 3:

$$T_C = T_K - 273 \quad (3)$$

Onde:

T_C = temperatura de brilho aparente em graus Celsius (°C).

T_K = temperatura de brilho aparente em graus kelvin (K).

Resultados e Discussão

Ressalta-se que os valores de temperatura obtidos referem-se à superfície dos materiais de superfície, por isso estes não são coincidentes com os valores de temperatura do ar levantados em termômetros de estações meteorológicas. Nas figuras 2 e 3, pode-se verificar a espacialização dos dados de temperatura para o perímetro urbano do município de Uberlândia – MG.

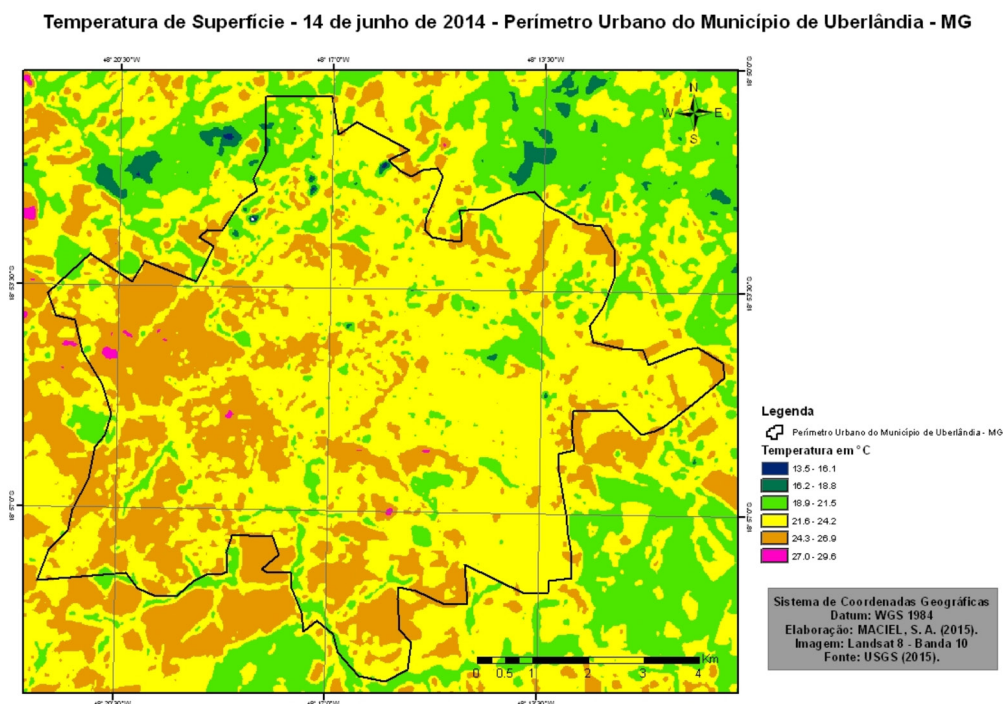
De acordo com a figura 2, mapa de temperatura de superfície para 14 de

junho de 2014, a aplicação dos algoritmos matemáticos à imagem de satélite e posterior estabelecimento de classes para normatização dos dados definiu uma temperatura mínima de 13,5 °C e uma temperatura máxima de 29,6 °C em pontos distintos na área trabalhada. Apenas em alguns setores da cidade podem ser verificadas temperaturas mínimas situadas entre o intervalo de 13,5 °C a 16,1 °C (tom azul escuro), como é o caso do setor norte nos bairros Residencial Gramado, Nossa Senhora das Graças e Minas Gerais e também em parte do Parque do Sabiá, localizado no setor leste. De outro modo, em pontos isolados do perímetro urbano, podem ser sinalizadas temperaturas máximas demarcadas entre 27,0 °C e 29,6 °C (tom rosa), como no setor norte no bairro Luizote de Freitas e no setor sul, nas imediações do bairro Morada da Colina.

De forma sumariada, as temperaturas em torno dos fundos de vale, como, por exemplo, no caso do entorno do Rio Uberabinha e do seu afluente Córrego do Óleo, apresentaram temperaturas baixas entre 21,6 °C e 24,2 °C (tom amarelo). Outras áreas mais concentradas na região central da cidade e na porção leste também mantiveram esta mesma última variação de temperatura mencionada. Nota-se, ainda, que grande parte da região norte e sul apresentaram maiores temperaturas (24,3 °C a 26,9 °C), (tom marrom) em relação às outras extensões da área.



Figura 2 - Temperatura de superfície do perímetro urbano do município de Uberlândia – MG (14/06/2014).

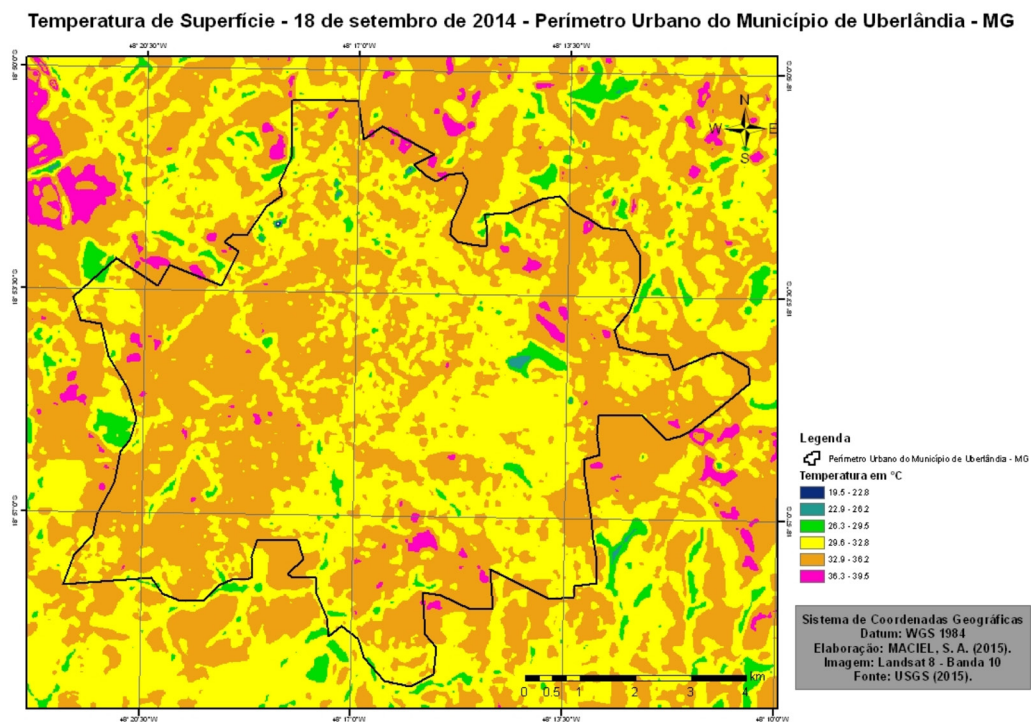


A figura 3 corrobora com o estudo a partir da espacialização dos dados de temperatura de superfície para o perímetro urbano do município de Uberlândia – MG, em relação a 18 de setembro de 2015. Mês este situado no período onde se encontram as maiores temperaturas anuais registradas na área. Assim, as áreas que apresentaram os maiores valores de temperatura de superfície, entre 36,3 °C a 39,5 °C, foram especificamente os locais com área restrita, onde se encontram os solos expostos (tom rosa). Temperaturas

entre 32,9 °C a 36,2 °C, assinaladas com cor marrom, representam a segunda maior área de exposição, concentradas principalmente na porção leste do perímetro urbano. A área mais representativa, com temperaturas de 29,6 °C a 32,8 °C, cor amarela, ocupa grande parte do setor central e oeste do perímetro urbano. As menores temperaturas, abaixo de 26.3 °C, cor verde, representam as regiões mais arborizadas, como, exemplo, tem-se o Parque do Sabiá, posicionado a nordeste, e as faixas de APP que acompanham os cursos d'água e os fundos de vale.



Figura 3 - Temperatura de superfície do perímetro urbano do município de Uberlândia – MG (18/09/2014).



Considerações Finais

A aplicação dos algoritmos processados e o estabelecimento de classes aos valores de temperatura de superfície das imagens de satélites utilizadas no trabalho se mostrou satisfatória e de qualidade, pois permitiu a espacialização destes com vistas à determinação de valores de temperatura da superfície de materiais.

Para a imagem de 14 de junho de 2014 dentre as classes de temperatura

geradas, os valores de temperatura mínima a temperatura máxima variaram de 13,5 °C a 29,6 °C, enquanto que, para a imagem de 18 de setembro de 2014, a variação ocorrida foi de 19,5 °C a 39,5 °C, o que demonstra uma expressiva oscilação térmica em distintos pontos da cidade, ainda que sendo registrada no mesmo momento de condição atmosférica para toda área de estudos.

Salienta-se que a temperatura de superfície dos materiais que compõem o perímetro urbano da cidade de Uberlândia



– MG obteve um mesmo comportamento térmico de resposta ao infravermelho termal do satélite, quando comparada aos períodos mais frios e mais quentes do ano.

Espera-se que trabalhos como este, que se apoiam no uso de imagens termais orbitais para determinação de

valores de temperaturas, possam otimizar o processo de identificação térmica para diferentes pontos, em áreas extensas que não possuam outro método de obtenção de dados, e, ainda, possam subsidiar outros projetos como os de engenharia, agrícolas, urbanos e demais.

Referências

COELHO, André Luiz Nascentes. Sensoriamento Remoto Infravermelho Termal: contribuições para o estudo do clima urbano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA URBANA, 13., 2013, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Simpurb, 2013. p. 1 - 18. Disponível em: <<http://ptdocz.com/doc/147459/sensoriamento-remoto-infravermelho>>. Acesso em: 30 set. 2015.

COELHO, André Luiz Nascentes; CORREA, Wesley de Souza Campos. Temperatura de Superfície Celsius do sensor TIRS/LANDSAT-8: metodologias e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, Roraima, v. 7, n. 1, p.31-45, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrb.br/rga/article/view/2996/1733>>. Acesso em: 30 set. 2015.

CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; IDEIÃO, S. M. A.. Determinação da temperatura de superfície na cidade de Campina Grande-PB a partir de imagens do satélite Landsat 5-TM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: Sbsr, 2009. p. 5717 - 5724. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.51/doc/5717-5724.pdf>>. Acesso em: 1 out. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=317020>>. Acesso em: 30 set. 2015.

LEITE, Manoel Reinaldo; BRITO, Jorge Luis Silva. Avaliação de desempenho entre modelos de obtenção de temperatura de superfície por sensores remotos. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, Uberlândia, v. 4, n. 12, p.73-89, 2012. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/pdfs/4edicao/n12/04.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2015.



LUCCA, Eduardo Viegas Dalle; BASTOS, Antonio Frederico. Sistema Imageador Infravermelho Termal: Características, Descrição e Resultados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: Inpe, 2001. p. 1433 - 1440. Disponível em: <<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/lise/2001/09.24.08.40/doc/1433.1440.279.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2015.

SANTOS, Anyelle da Cruz; RIBEIRO, Selma Regina Aranha. Imagens Termiais Orbitais na avaliação de temperatura em áreas de produção de grãos mediante análise orientada a objeto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 4., 2012, Recife. **Anais...** . Recife: Simgeo, 2012. p. 1 - 9. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIV/CD/artigos/SReFOTO/086_4.pdf>. Acesso em: 1 out. 2015.

SOUSA, Silvio Braz de; FERREIRA JÚNIOR, Laerte Guimarães. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO). **Ra'ega**, Curitiba, n. 26, p.75-99, 2012. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30151/19459>>. Acesso em: 30 set. 2015.