

Análise Multitemporal da Temperatura de Superfície no Oeste da Bahia

Elane Fiúza Borges^{1,2}
Camila Souza dos Anjos¹
Gustavo Macedo de Mello Baptista²

¹ Universidade Federal da Bahia - UFBA/ICADS
Rua Professor José Seabra, S/N, CEP 47805-100 - Centro, Barreiras - BA, Brasil
{elaneborges, camila.anjos}@ufba.br

² Universidade de Brasília - UnB/IG
Caixa Postal 4465 - 70910-900 - Brasília - DF, Brasil
gmbaptista@unb.br

Abstract. The aim of this study is quantify and analyze the surface temperature increase in Western Bahia, by means of Landsat-TM5 satellite images, illustrating the years of 1984, 1992, 2000 and 2008. The applied methodology was the images conversion for surface temperature in Kelvin, using the quadratic regression model. After, we converted temperatures from Kelvin to Celsius. For 1984 data, the variation of surface temperature was 10° to 28° C; for 1992, 10° to 44° C; for 2000 was between 20° to 45° C, and finally, in 2008, was 10° to 37° C. The results showed that large-scale agriculture is the main element responsible for changes in land uses and, consequently, the increase of surface temperature on the period analyzed. Thus, the areas that had reached high temperatures, mainly due to the removal of native vegetation, began to constitute themselves as potential sources of carbon dioxide (CO₂) emissions. Despite the satellite remote sensing data is not very accurate to define the surface temperature, these data allows large areas to be examined with greater agility in the process and priceless.

Palavras-chave: Thermal remote sensing, surface temperature, West of Bahia, sensoriamento remoto termal, temperatura de superfície, Oeste da Bahia.

1. Introdução

A mesorregião do Extremo Oeste da Bahia, onde está inserida a área de estudo, é marcada pela agricultura mecanizada em larga escala. Essa atividade se expandiu a partir do início da década de 1980 e tem provocado mudanças significativas na paisagem no que tange ao uso e ocupação do solo, as quais podem ser identificadas por meio de imagens de satélites em séries multitemporais. Certamente o novo modelo pautado na extensão de grandes áreas plantadas e na supressão da vegetação nativa de cerrado tem provocado alterações na temperatura de superfície.

Desta forma buscou-se nesta pesquisa quantificar e analisar o aumento da temperatura de superfície em uma porção do Oeste da Bahia por meio de imagens de satélite TM/Landsat-5, na faixa do termal (10,42 - 12,50 μm), fazendo alguns recortes temporais, sendo esses de 1984, 1992, 2000 e 2008.

A relevância deste trabalho consiste em permitir uma análise espacializada de como as mudanças no uso solo, fomentadas principalmente pela agricultura mecanizada na região que promoveu a supressão da vegetação natural de cerrado, alteraram os valores de temperatura de superfície a partir das atividades que mudaram a paisagem nos períodos avaliados.

A área de estudo compreende uma porção da região Oeste da Bahia (Figura 1), onde está inserida parte dos municípios de Barreiras (inclusive sua área urbana), Formosa do Rio Preto, Riachão das Neves, Santa Rita de Cássia, Luis Eduardo Magalhães e São Desidério.

Essa área foi selecionada para análise, por ser representativa dos fenômenos que ocorrem na região, a exemplo da prática agrícola mecanizada, da supressão da vegetação nativa e pela existência de vegetação de cerrado (ainda que em menor proporção se comparada aos diversos tipos de usos do solo), pela presença de corpos d'água, variabilidade das formas de relevos e tipos de solos.

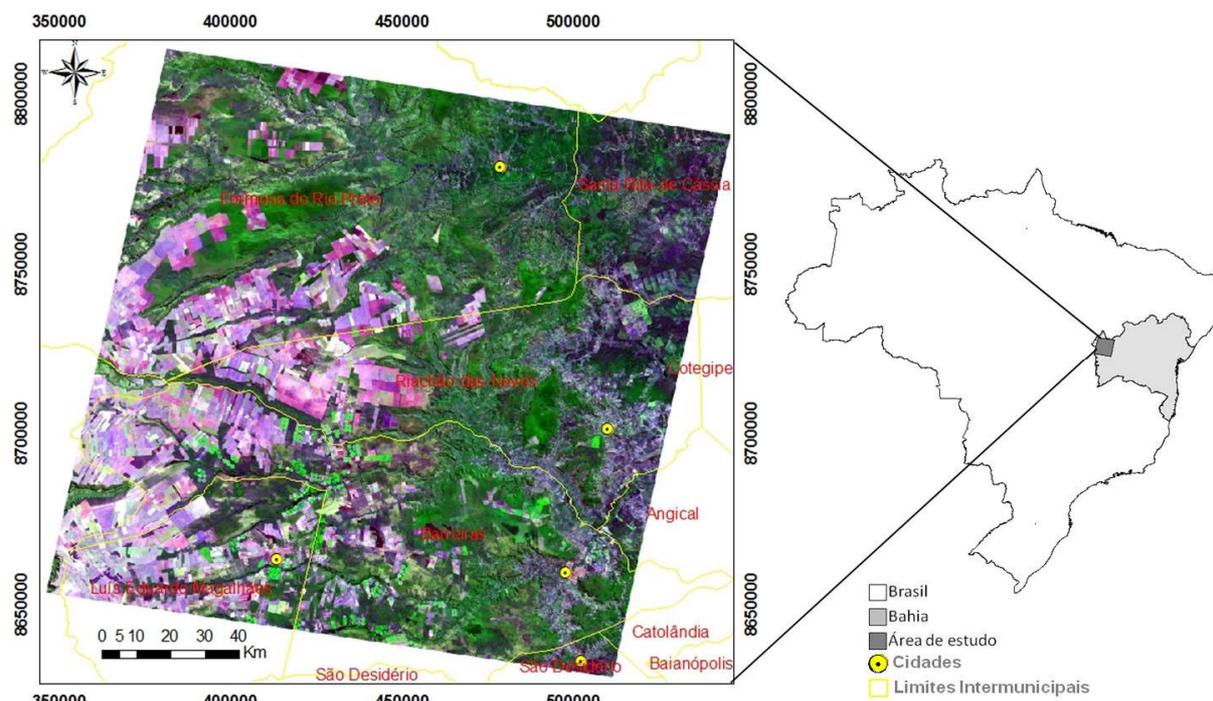


Figura 1. Localização da área de estudo, com destaque para a imagem TM/Landsat-5 (2008) na composição colorida 3R4G5B

Os intervalos de tempo selecionados foram em razão do ano de 1984 ser a data mais antiga do imageamento TM/Landsat-5 para a área de estudo, bem como por ser na primeira metade da década de 1980 o marco inicial do avanço do agronegócio na região supracitada. Portanto, para se manter a igualdade de intervalos de tempo selecionaram-se imagens a cada oito anos.

O Sensoriamento Remoto Termal corresponde à faixa do espectro emitido, portanto o que o sensor registra é a emissividade dos alvos. A radiação eletromagnética é emitida no infravermelho termal, pois todo alvo com temperatura acima de zero absoluto (0 K) é dotado dessa capacidade (JENSEN, 2009; NOVO, 2008). Desta forma, quanto maior a temperatura de um corpo negro maior será a sua emissividade, conforme a lei de Plank.

A temperatura de superfície, também denominada de temperatura aparente geralmente é maior do que a temperatura do ar, pois esta é aferida alguns metros acima da superfície e o ar é considerado mau condutor. Desta maneira é esperado encontrar valores mais elevados para a temperatura de superfície do que normalmente são registrados como temperatura do ar, principalmente durante o dia, conforme se pode observar na Figura 2.

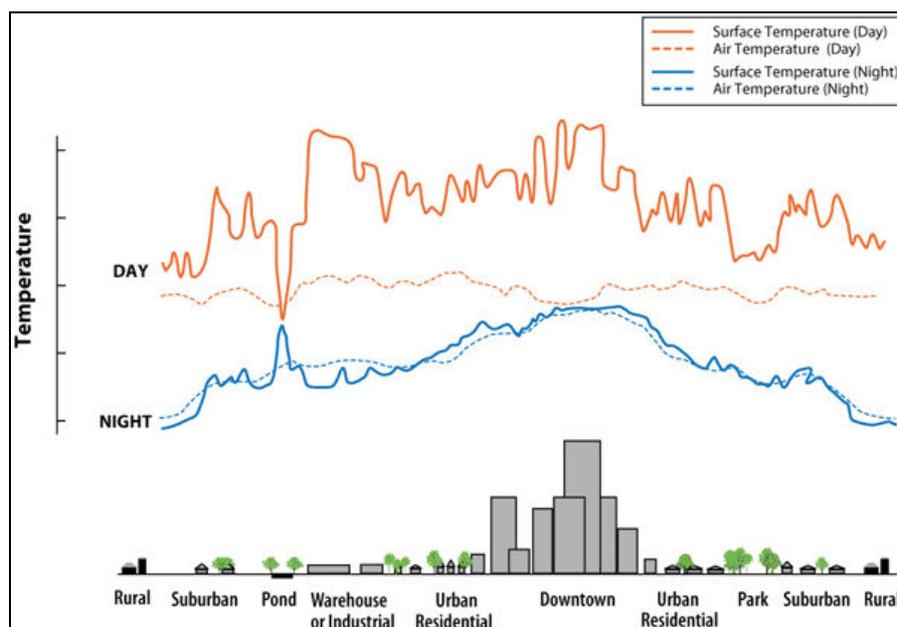


Figura 2. Variação da temperatura de superfície e da temperatura do ar em diferentes ambientes. Fonte: <http://www.epa.gov/heatisld>

No que tange as datas das imagens selecionadas para o processamento, primou-se pela pouca cobertura de nuvens, bem como pelo período no qual se registra a retirada ou déficit no balanço hídrico da região, como pode ser ilustrado pela Figura 3a. Nesse período também a temperatura do ar é muito elevada, sendo os meses de setembro e outubro os mais quentes do ano (Figura 3b).

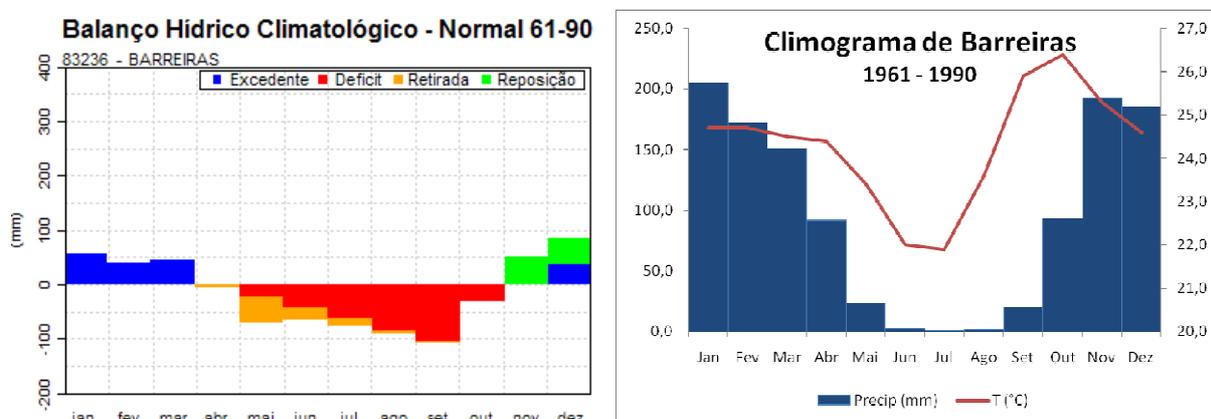


Figura 3. a) Balanço hídrico da área de estudo; b) Climograma de Barreiras
Fonte: <http://www.inmet.gov.br/html/agro.html>

2. Material e Métodos

Para o desenvolvimento desta pesquisa delimitou-se a área de estudo, selecionando uma porção da região Oeste da Bahia, na qual foi possível, por meio de interpretação de imagens, observar alterações na paisagem no que se refere ao avanço da agricultura mecanizada, crescimento da mancha urbana, supressão da vegetação nativa, entre outros.

As datas das imagens processadas são dos meses de junho, julho e agosto, período da estação seca na região de estudo, a escolha das mesmas visou não permitir inferências equivocadas sobre a área tendo em vista que essa é marcada por uma forte sazonalidade que define duas estações: uma seca e a outra chuvosa. As imagens analisadas foram das seguintes datas: 20/jun/1984, 13/ago/1992, 19/ago/2000 e 31/jul/2008.

O sensor TM/Landsat-5 na faixa do termal possui média resolução espacial (120 m), desta forma, encontrou-se certa dificuldade em registrar as imagens com base no mosaico Geocover que possui resolução espacial de 30m. Sendo assim a imagem de 2008 foi adotada como referência para registrar as demais imagens. Como a cena, dos diferentes períodos a ser analisados, não apresentavam o mesmo tamanho realizou-se um recorte padrão em todas as imagens.

Posteriormente converteu-se as imagens, cujos pixels estavam em ND, variando de 0 até 255 (8 bits) para temperatura de superfície em Kelvin, utilizando o modelo de regressão quadrática proposto por Malaret *et al.* (1985) apresentado na Equação 1.

$$T = 209,831 + 0,834 DN - 0,00133 DN^2 \quad (1)$$

Sendo:

T = temperatura aparente (Kelvins) e DN = número digital de cada pixel

De posse dos dados em temperatura de superfície fez-se a conversão de Kelvin para Celsius, utilizando a Equação 2.

$$T_c = T_k - 273,15 \quad (2)$$

Onde:

T_c = Temperatura em Celsius e T_k = Temperatura em Kelvin

O modelo de conversão dos pixels de número digital para temperatura de superfície sugerido por Malaret *et al.* (1985) foi adotado neste trabalho, pois ele não demanda grande quantidade de parâmetros de campo (Ideião *et al.*, 2008).

Adotou-se uma paleta de pseudocores para as imagens resultantes, convencionada para temperatura, na qual os valores mais baixos aparecem nas cores frias e os mais elevados na cores quentes, de modo a permitir interpretação didática dos resultados nos distintos períodos estudados.

3. Resultados e Discussão

De acordo com Fatigati (2009) a temperatura revelada com a aplicação do modelo proposto por Malaret (1985), é aquela correspondente à temperatura do solo, mais especificamente da superfície varrida pelo sensor termal do TM/Landsat-5, e não à temperatura atmosférica.

A aplicação do modelo de regressão quadrática supracitado permitiu a transformação das imagens, dos diversos períodos estudados, cujos pixels estavam em número digital para temperatura aparente de superfície. Desta forma, as imagens resultantes possibilitam uma interpretação da distribuição dos valores de temperatura na área de estudo, com ocorrência de temperaturas amenas nas áreas cobertas por vegetação, sendo estes valores ainda menores nas áreas de vegetação nativa, e nas proximidades de mata ciliar e corpos d'água. Em contrapartida tem-se as temperaturas mais elevadas nas áreas ocupadas pela agricultura de sequeiro, principalmente quando o solo está desprovido de cultura (Fase de pousio), nas manchas urbanas e no seu entorno onde geralmente se encontra áreas degradadas, conforme se pode observar na Figura 4.

Há de se considerar que o fato dos meses de julho e agosto se constituírem em um período no qual a maior parte da área usada pela agricultura de sequeiro se encontra o solo em descanso e, portanto, desnudo. Por ser também este o período da estação seca, ocorre influência positiva no aumento da temperatura de superfície, todavia em algumas áreas os valores podem ser amenizados em função dos restos de culturas sobre o solo.

Obviamente que a vegetação nativa de cerrado, mesmo quando se refere às fitofisionomias pouco densas e de pequeno porte, conseguem reduzir a capacidade de

reflectância e, portanto apresentam menores taxas de albedo e de temperatura de superfície. Observa-se que na imagem de 1984 a temperatura é menos elevada, pois existia maior cobertura vegetal nativa, as áreas degradadas eram basicamente as pastagens, e menos solo exposto, o que proporcionava temperatura de superfícies menores.

Os diferentes azimutes de exposição solar dos alvos podem implicar também em respostas distintas, isto é, maior anisotropia da superfície. Por isso para as áreas dos chapadões, onde predomina o cultivo agrícola, como a área de estudo é predominantemente plana, acredita-se que a rugosidade da superfície não tenha afetado significativamente os dados registrados pelo sensor orbital. O mesmo não se pode dizer para as áreas das depressões e vales, onde se encontram a maior parte das manchas urbanas presentes na área de estudo, que deveriam apresentar valores de temperatura de superfície mais elevados no decorrer dos anos com a expansão das áreas urbanas, o que não ocorreu em todas as imagens.

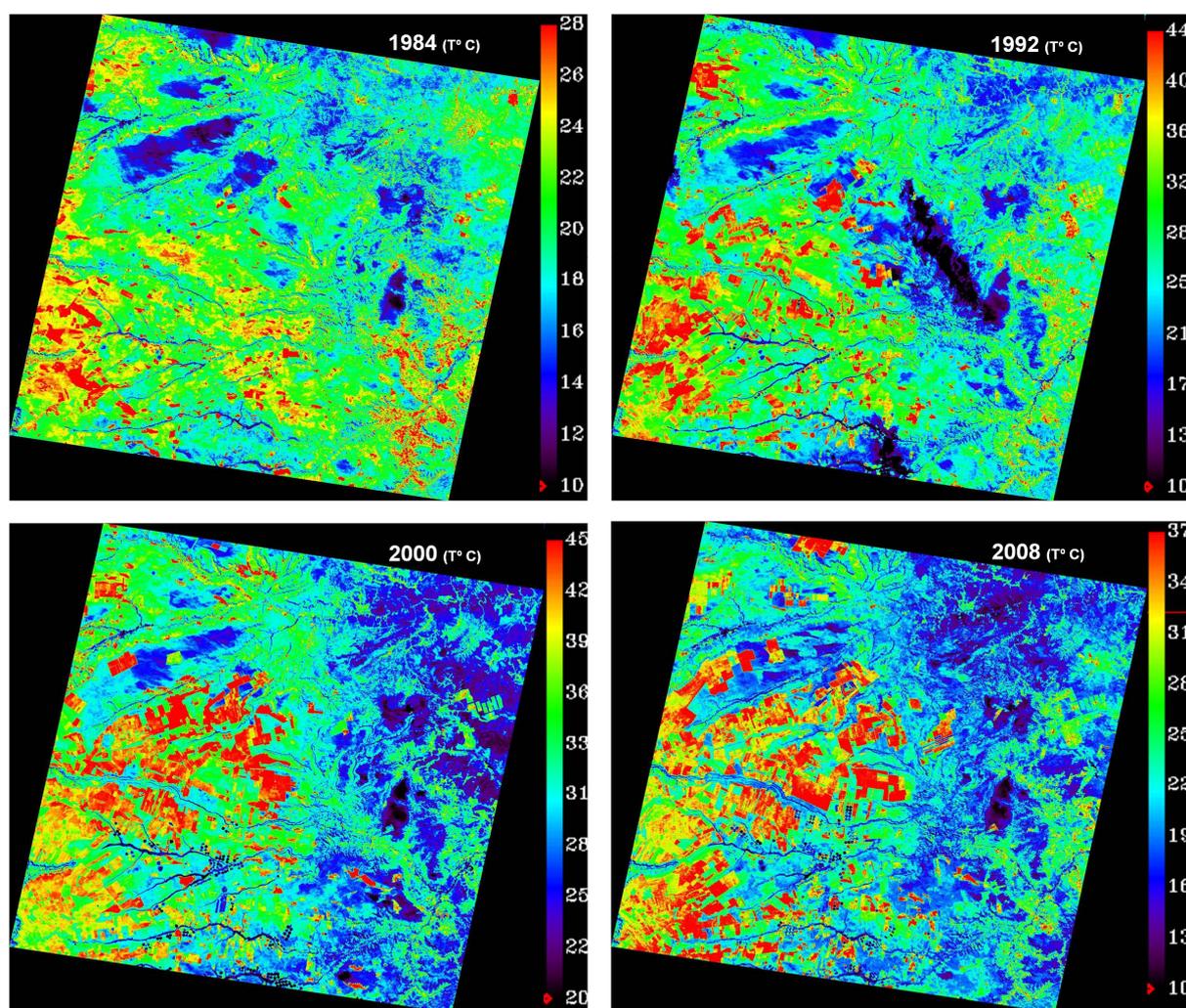


Figura 4. Temperatura de superfície da área de estudo para os anos de 1984, 1992, 2000 e 2008.

Para o ano de 1984 a variação da temperatura de superfície foi de 10° a 28° C; Para 1992 foi de 10 a 44° C; No ano 2000 esteve entre 20° a 45° C e finalmente para 2008 foi de 10 a 37° C, (Figura 4). Desta forma salienta-se que as escalas de temperatura são diferentes por ocorrer distintas amplitudes térmicas nas imagens.

Pesquisa realizada anteriormente por Santos *et al.* (2009) afirma que embora a maior parte do bioma Cerrado tenha apresentado um padrão homogêneo de distribuição de

temperatura de superfície para o período de janeiro a junho de 2007, com a maior parte das temperaturas concentrando-se entre 30°C e 40°C, observou-se algumas variações espaciais no Oeste da Bahia, nos quais valores de temperatura superiores a 40°C foram encontrados.

Conforme se pode observar, houve um aumento considerável da temperatura de superfície nas áreas que em 1984 (oeste da área de estudo) eram ocupadas pela vegetação nativa de cerrado, e que se encontrava em estágio de degradação pouco avançado, quando comprado com os dados de 2008, cujo tipo de uso passou a ser predominantemente de agricultura de sequeiro. As áreas ocupadas pela agricultura irrigada por pivô-central apresentam baixos valores de temperatura, em torno de 10° C, tendo em vista que a umidade do solo é bastante elevada em função da irrigação. Em contrapartida nas áreas de topografia mais irregular (leste da área de estudo) não ocorrem grandes oscilações de temperatura, variando em torno de 28 °C. A temperatura de superfície se mantém desta forma por ser uma área cuja topografia não permite o avanço da agricultura mecanizada e a despeito de haver um crescimento da mancha urbana, como é o caso da cidade de Barreiras, Luis Eduardo Magalhães, Formosa do Rio Preto, entre outras, o sitio urbano destas cidades não ocupam grandes áreas, o que não permite que as alterações na temperatura sejam realçadas nas imagens de média resolução espacial e por isso não é suficiente para promover alterações no contexto regional.

Também é importante salientar que as manchas urbanas no processamento digital das imagens demonstraram ser uma fonte emissora potencialmente menor de temperatura de superfície do que os grandes talhões ocupados pela agricultura de sequeiro quando o solo está na fase de pousio.

Importante ressaltar que a despeito da área de estudo ter apresentado valores de temperatura de superfície elevados se as imagens selecionadas para o processamento fossem do mês de setembro ou outubro se esperaria temperaturas ainda superiores as identificadas, tendo em vista que nesses meses o déficit hídrico apresenta valores acirrados e consequentemente a umidade do solo também atinge valores muito baixos.

4. Conclusões

O aumento expressivo da temperatura da área de estudo, a exemplo de áreas que em 1984 apresentavam temperatura de superfície em torno de 22° C passaram a apresentar cerca de 35° C, nos diferentes períodos analisados, permite inferir que tem ocorrido a supressão da vegetação natural de cerrado e consequentemente a exposição do solo, quer sejam para a agricultura ou para a pastagem. Em contrapartida a diminuição da temperatura em algumas áreas pode estar associada às diferenças de condições meteorológicas durante a aquisição das imagens nas diferentes datas selecionadas para este estudo.

A despeito do sensor não apresentar a temperatura do ar, mas temperatura aparente da superfície foi possível inferir sobre as áreas que tiveram redução ou aumento de temperatura, associando essas às mudanças de usos do solo e aos tipos de cobertura vegetal. Também há de se considerar que as diferenças de datas das imagens processadas implicam em uma maior necessidade de realização de correções atmosféricas tendo em vista que diferentes fenômenos meteorológicos pudessem estar atuando durante o registro dos dados pelo sensor orbital.

Os dados de sensoriamento remoto termal mostraram-se eficientes no estudo do comportamento termal dos alvos, permitindo relacioná-los com a temperatura aparente de superfície por meio do modelo estatístico implementado.

Pode-se inferir que as áreas que apresentaram temperaturas elevadas, principalmente em função da retirada da vegetação nativa, passaram a se constituir como fontes potenciais de emissão do gás dióxido de carbono (CO₂), quando na verdade deveriam sequestrar esse gás.

A despeito dos dados orbitais de sensoriamento remoto não serem muito precisos para a definição da temperatura de superfície, estes permitem que áreas extensas sejam analisadas com maior agilidade no processo e de forma menos onerosa.

Referências Bibliográficas

Fatigati, F. L. **Estudo da variação da temperatura da superfície do município de São Paulo no período 1991–2006, com a utilização de imagens termais do satélite LANDSAT-5 TM.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. INPE, 2009. Artigos, p. 655-662. CD- CD-ROM, On-line. ISBN: 978-85-17-00044-7 Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2007/biblioteca>>. Acesso em: 20.out.2010.

Ideião, S. M. A.; cunha, J. E. B.L; Rufino, I. A. A.; silva, B. B. **Determinação da temperatura de superfície no estado da Paraíba a partir de imagens Landsat 5-TM.** In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2.,2008, Recife. Disponível em: < <http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/GeoTermal>>. Acesso em: 30.out.2010.

Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres.** Tradução de José Carlos Ephifanio (coord.) *et al.* São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

Malaret, E; Bartolucci, L. A; Lozano, D. F.; Anuta, P. E.; Mcgillem, C D. (1985). **Landsat-4 and Landsat-5 Thematic Mapper data quality analysis In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.** Vol. 51, pp. 1407-1416. Sept. 1985.

Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Blucher, 2008. 308 p.

Santos, N. B.; Ferreira, L. G.; Ferreira, N. C. **Distribuição espacial de temperaturas de superfície – LST e sua co-relação com o uso da terra para o bioma Cerrado.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 14., 2009, Natal. INPE, 2009. Artigos, p. 6189-6196. CD- CD-ROM, On-line. ISBN: 978-85-17-00044-7 Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2007/biblioteca>>. Acesso em: 20.out. 2010.

Surface Temperature. Disponível em: <<http://www.epa.gov/heatisd>>. Acesso em: 05.nov.2010.

Climograma. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/agro>>. Acesso em 05.nov.2010.