



## **APLICAÇÃO DO SENSORIAMENTO REMOTO NA DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE EM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA VEGETAL NA BACIA DO RIACHO JARDIM/CE<sup>1</sup>**

M. J. F Dantas<sup>2</sup>, F. D. D Arraes<sup>3</sup>, V. V SÁ<sup>4</sup>, L. S Pinheiro<sup>5</sup>, G. S Chagas<sup>5</sup>,  
I. G Barbosa<sup>5</sup>

**RESUMO:** A temperatura da superfície é um dos principais dados que podem ser extraídos a partir das imagens da banda termal de sensores orbitais, sendo um importante parâmetro de verificação da heterogeneidade de cobertura vegetal. O presente estudo objetivou determinar a Temperatura da superfície na sub-bacia hidrográfica do riacho Jardim-CE, localizada no semiárido cearense. Para isso utilizou-se 08 imagens do satélite LANDSAT 5 TM em dias de céu claro, na órbita 217/65 correspondente aos anos de 1992, 1994, 1999, 2001, 2005, 2008, 2009 e 2011. Para manuseio e processos entre as bandas, recorte, classificação, realce e outras tarefas, fez-se necessário a utilização do software Erdas IMAGINE 11 por meio de seu módulo model maker, no Laboratório de Topografia da Universidade de Fortaleza/CE. Para se estimar os diferentes componentes do balanço de energia da superfície com imagens de satélites foi utilizado o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land). Na área da bacia do Riacho jardim, foi possível verificar grande variação da temperatura de superfície em graus centígrados, no tempo e no espaço. Verificou-se que nos locais onde existe maior área de vegetação, ou seja, onde foi classificada como Floresta, a temperatura da superfície tende a diminuir, a temperatura foi maior em áreas com solo exposto. As cenas dos anos de 1999, 2005 e 2009 foram as que apresentaram maiores valores de Ts, os valores mais altos deve-se ao clima seco nas referidas datas, destaque para o ano de 2009 onde, em alguns pontos da imagem, o valor da Ts chegou a valores maiores do que 45 graus ° C.

**PALAVRAS-CHAVE:** SEBAL, bacia hidrográfica, planejamento ambiental.

<sup>1</sup> Extraído da Tese do primeiro autor.

<sup>2</sup> Doutora em Agronomia (Energia na Agricultura – UNESP/FCA), Professora da Universidade de Fortaleza - UNIFOR, Fundação Edson, CEP:60811905 Fortaleza, CE Brasil Telefone: (85)9 97309176. Email: jorgiana@unifor.br

<sup>3</sup> Prof. Doutor IFSERTÃO - campus Salgueiro/PE.

<sup>4</sup> Graduanda em Engenharia Civil UNIFOR

<sup>5</sup> Prof. Mestre UNIFOR.

## **APPLICATION OF REMOTE SENSING IN DETERMINATION OF SURFACE TEMPERATURE IN DIFFERENT TYPES OF VEGETABLE COVERAGE IN THE WATERSHED JARDIM / CE**

**ABSTRACT:** Surface temperature is one of the main data that can be extracted from the images of the thermal band of orbital sensors being an important parameter of verification of the heterogeneity of vegetal cover. The present study aimed to determine the surface temperature in the sub-basin of the Jardim-CE stream located in the semi-arid region of Ceará, using eight images of the LANDSAT 5 TM satellite on days of clear sky in the corresponding 217/65 orbit. For handling and inter-band processes, trimming, sorting, highlighting and other tasks, it was necessary to use the Erdas IMAGINE 11 software by means of its module Model maker, at the Topografia Laboratory of the University of Fortaleza / CE. In order to estimate the different components of the surface energy balance with satellite images, the SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) algorithm was used. In the area of the basin of the Riacho Jardim, it was possible to verify great variation of the surface temperature in degrees Celsius, in time and space. It was verified that in the places where there is greater vegetation area, that is, where it was classified as Forest, the surface temperature tends to decrease, the temperature was higher in areas with exposed soil. The highest values of  $T_s$  occurred in the years 1999, 2005 and 2009, the highest values due to the dry climate in these dates, highlighting the year 2009, where, in some points of the image, the value of  $T_s$  reached values higher than 45 degrees C.

**KEY WORDS:** SEBAL, watershed, environmental planning.

### **INTRODUÇÃO**

A percepção da superfície terrestre tem sido importante para estudos relacionados à climatologia, mudanças ambientais globais, e interações homem-ambiente e também é importante para o planejamento e práticas de gestão Weng & Quattrochi (2006). Porém a escassez de informações, observada principalmente em países em desenvolvimento como o Brasil, tem impulsionado o uso e aplicação de técnicas de sensoriamento remoto Ideião et al.(2008).

Medidas de sensoriamento orbital podem proporcionar informação regular sobre as condições hidrológicas e agrícolas da superfície da terra para vastas áreas. Para se estimar os diferentes componentes do balanço de energia à superfície com o uso de imagens de satélites,

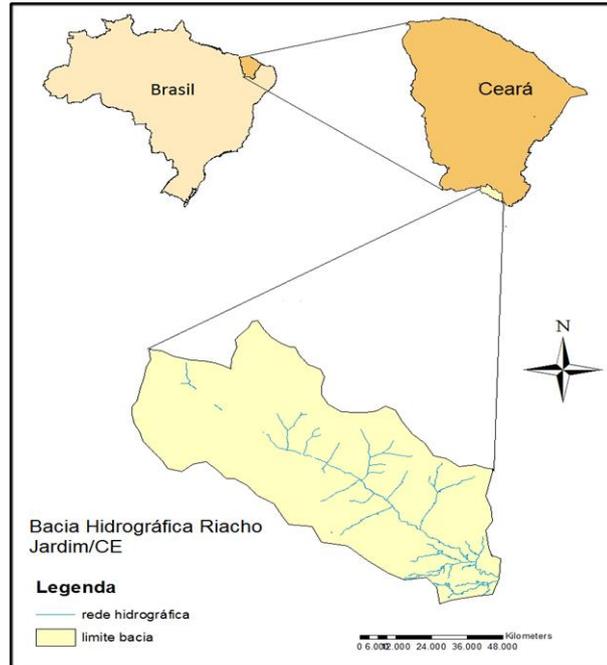
alguns algoritmos têm sido formulados e com isso a capacidade do sensoriamento remoto de identificar e monitorar o crescimento vegetativo e outros parâmetros biofísicos relacionados tem experimentado um grande avanço nos últimos anos.

Conhecer e compreender o uso e a cobertura atual da terra em todos os níveis do espaço territorial é importante tanto do ponto de vista dos gestores públicos, que decidem sobre a organização desse espaço, como da população em geral, que necessita de informações e esclarecimentos que possibilitem o máximo aproveitamento deste elemento.

O presente artigo teve como objetivo determinar a Temperatura da superfície na sub-bacia hidrográfica do riacho Jardim-CE localizada no semiárido cearense, fazendo uso de ferramentas ligadas a modelos matemáticos, como o *Surface Energy Balance Algorithm for Land* (SEBAL), a fim de estudar variáveis climatológicas, tais como, a temperatura da superfície na sub-bacia hidrográfica do Riacho Jardim, no semiárido cearense, durante um período de oito anos de estudo: 1992, 1994, 1999, 2001, 2005, 2008, 2009 e 2011.

## **METODOLOGIA**

A área estudada está localizada sobre a Chapada do Araripe, no sul do Estado do Ceará a aproximadamente 570 km de Fortaleza, entre as coordenadas UTM 9131500 m e 9197800 m N; 421000 m e 510000 m E, zona 24 S, DATUM WGS 84, com uma área de 1398,73 km<sup>2</sup> (Figura 1). Caracteriza-se por ser uma área de reabastecimento das águas subterrâneas da bacia sedimentar do Araripe, sendo abrangida pela região do Cariri nos municípios de Barbalha, Missão Velha, Santana do Cariri, Penaforte, entre outros municípios cearenses e parte de alguns municípios pernambucanos, tais como de Serrita, Exu e Moreilândia. A origem do Riacho Jardim localiza-se no município do Crato e desemboca no Riacho dos Porcos.



**Figura 1.** Mapa de localização da Sub-bacia hidrográfica do Riacho Jardim/CE.

Para manuseio e processos entre as bandas, recorte, classificação, realce e outras tarefas, fez-se necessário a utilização do software Erdas IMAGINE 11 por meio de seu módulo model maker, no Laboratório de Topografia da Universidade de Fortaleza/CE. Para se estimar os diferentes componentes do balanço de energia da superfície com imagens de satélites foi utilizado o algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land).

A temperatura na superfície terrestre ( $T_s$ ) foi obtida com base na radiância espectral da banda termal ( $L_{\lambda 6}$ ) e emissividade ( $\epsilon_{NB}$ ), por meio da expressão abaixo em Kelvin ( $^{\circ}$  K):

$$T_s = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{\epsilon_{NB} K_1}{L_{\lambda 6}} + 1\right)}$$

Em que:  $K_1 = 607,76 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$  e  $K_2 = 1260,56 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$  são as constantes de calibração da banda termal do sensor TM Landsat 5 (ALLEN *et al.*, 2002).

## RESULTADOS

Nas regiões classificadas como Floresta, a temperatura da superfície tende a diminuir, isto pode ser observado em todas as imagens dos anos analisados. Estes fatores também foram observados por Souza e Silva (2005).

Estas superfícies possuem comportamento contrário às áreas urbanas, por isso é que cidades com um alto percentual de áreas verdes conseguem controlar as altas temperaturas em períodos mais quentes (geralmente verão), amenizando o problema das ilhas de calor.

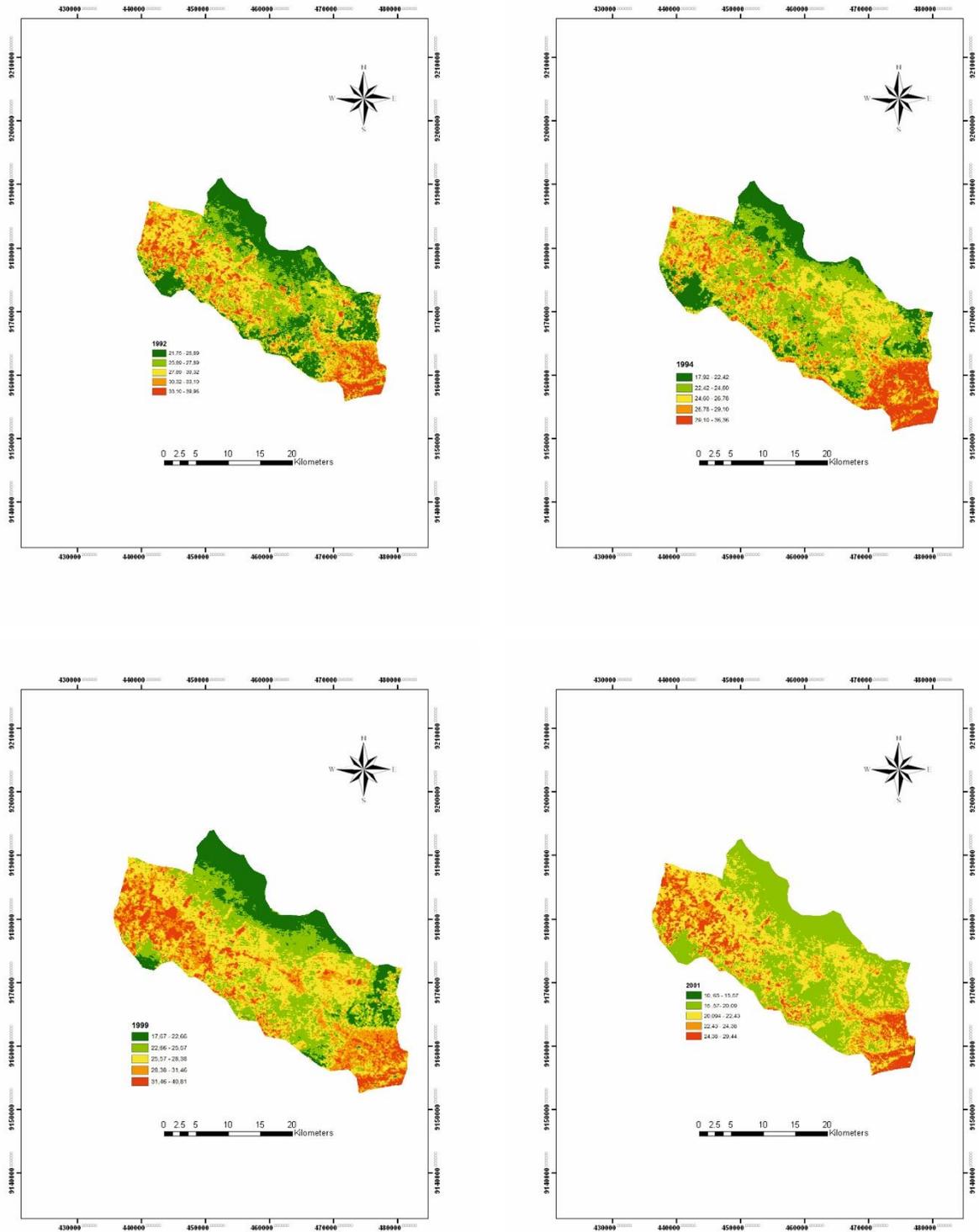
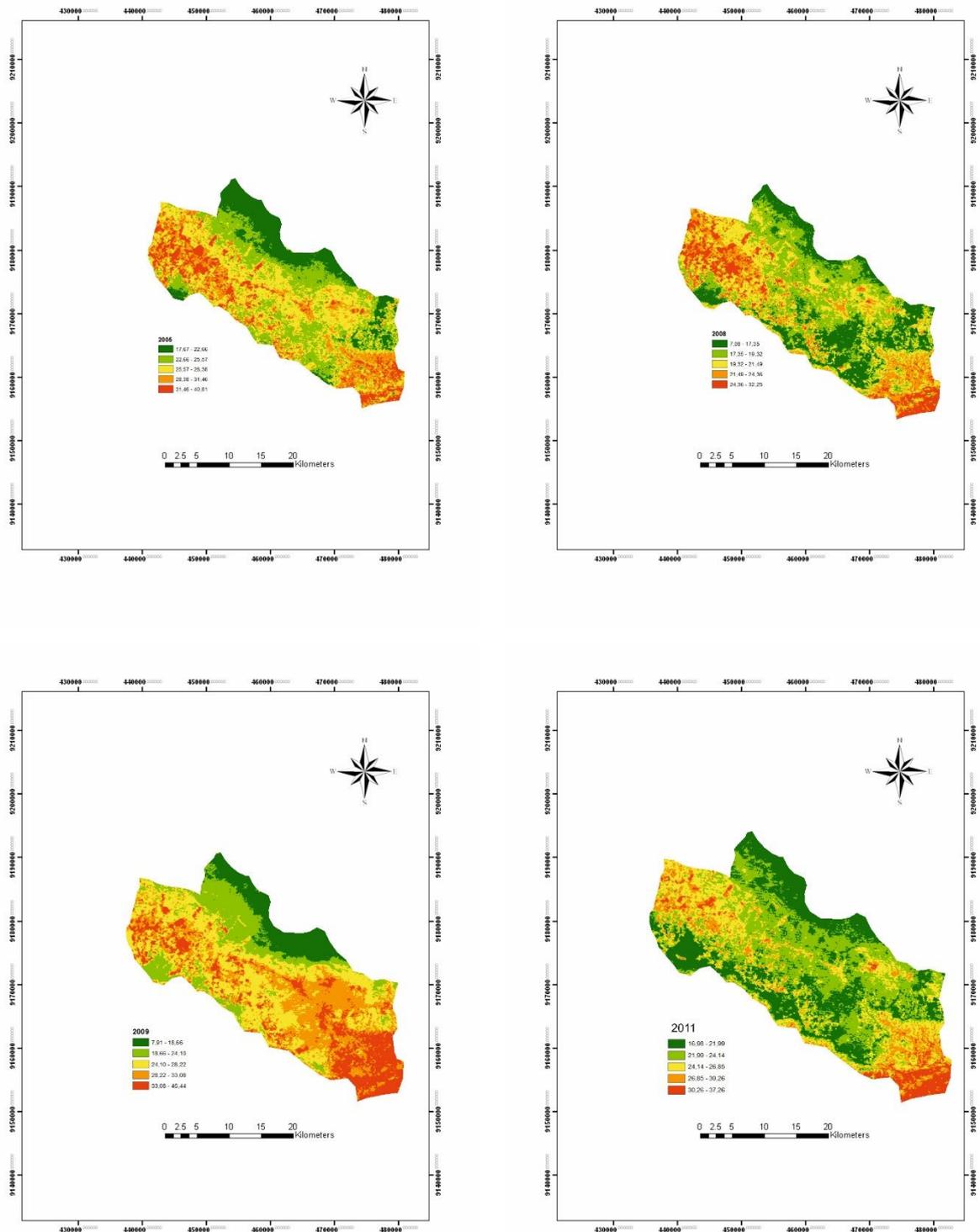


Figura 9A. Mapas de Temperatura da Superfície na Sub-bacia do Riacho Jardim/CE nos anos de 1992,1994, 1999 e 2001.



**Figura 9B.** Mapas de Temperatura da Superfície na Sub-bacia do Riacho Jardim/CE nos anos de 2005, 2008, 2009 e 2011.

Comparando-se com o mapa de NDVI é possível observar que as áreas mais frias coincidem preferencialmente com as áreas cobertas com vegetação verde. Por outro lado, as áreas mais quentes estão associadas às regiões cobertas com vegetação seca e com solo (desnudo), o que era esperado.

De maneira geral, verifica-se que a  $T_s$  foi maior em áreas com solo exposto. As cenas dos anos de 1999, 2005 e 2009 foram as que apresentaram maiores valores de  $T_s$ , supondo-se que os valores mais altos deve-se ao clima seco nas referidas datas, destaque para o ano de 2009 onde, em alguns pontos da imagem, o valor da  $T_s$  chegou a valores maiores do que 45 graus ° C, corroborando com estudo realizado por Moreira (2007) que encontrou valores de temperatura para solo exposto próximo aos 41 ° C, na mesma região, verificando também que a menor temperatura foi encontrada em área de reserva da Floresta do Araripe apresentando uma temperatura média de 23,76 ° C, semelhante à temperatura da água da mesma região.

A cena do ano de 2001 apresentou os menores valores de  $T_s$ , acredita-se que nesse dia, o solo apresentava menos exposto e no processo de evapotranspiração, a vegetação manteve uma temperatura mais amena, tal fato pode ser justificado pelo período de imageamento (agosto) coincidir com o final do período chuvoso, onde existe ainda um grande extrato herbáceo e presença marcante de dossel foliar da vegetação, contribuindo de maneira expressiva na temperatura da superfície.

A temperatura e outros parâmetros físicos são influenciados pela superfície, ou seja, naquelas com menor umidade e/ou cobertura vegetada, a temperatura de superfície tende a ser maior, e nas condições contrárias a temperatura tende a ser menor. Esse comportamento foi verificado nas áreas homogêneas estudadas, sendo que a temperatura foi muito influenciada pela radiação incidente, mas também a condição da superfície no momento de passagem do satélite.

## CONCLUSÃO

Os estudos presentes neste trabalho permitiram estabelecer algumas conclusões acerca da distribuição de temperaturas em todo o município de Jardim-CE.

Desse modo, percebeu-se que nas regiões onde não havia paisagem tão expressiva e o solo era exposto a temperatura era maior que nas áreas mais adensadas com vegetação e que possuíam uma boa cobertura vegetal.

Além disso, os dados referentes aos anos de 1999, 2005 e 2009 foram as que apresentaram maiores valores de temperatura, esse índice elevado deve-se ao clima quente e seco nas referidas datas, destaque para o ano de 2009 onde, em alguns pontos da imagem, o valor da temperatura de superfície chegou a valores maiores do que 45°C.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade de Fortaleza (UNIFOR) pelo apoio e disponibilidade de equipamentos e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa fornecida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Weng, Q.; Quattrochi, D. A. **Thermal remote sensing of urban areas: An introduction to the special issue.** Remote Sensing of Environment, v.104, p.119-122, 2006.

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.** II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.2008, Recife. Anais CD-ROM.

Allen, R. G.; Tasumi, M.; Trezza, R.; Waters, R.; Bastiaanssen, W. **Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL)** – Advanced training and Users Manual, Idaho, 2002. p.98

Souza, J. D.; Silva, B. B. da. **Correção atmosférica para temperatura da superfície obtida com imagem TM - Landsat 5.** Revista Brasileira de Geofísica, v.23, p.349-358, 2005.

Moreira, L. C. J. **Estimativa da evapotranspiração horária usando o algoritmo SEBAL e imagens Landsat 5-TM.** 2007. 91f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, 2007.