



## **Análise comparativa da temperatura obtida por imagens orbitais e medida em Brabalha, CE - Brasil**

*Taynara Macena Borges<sup>1</sup>, Joaquim Branco de Oliveira<sup>2</sup>, Anna Ysis Pedrosa Araújo Vieira Gomes Cordeiro<sup>1</sup>, Wesley Lívio Viana Torres<sup>1</sup>*

<sup>2</sup>Graduando de Tecnologia em Irrigação e Drenagem, Bolsista Formação do Laboratório de Geoprocessamento, IFCE, *Campus* Iguatu, (88) 3582 -1000 ramal 220, e-mail: [taynaraborges3000@gmail.com](mailto:taynaraborges3000@gmail.com)

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Professor, Dr., IFCE, *Campus* Iguatu, Laboratório de Geoprocessamento, Iguatu - CE, [joaquimbranco@ifce.edu.br](mailto:joaquimbranco@ifce.edu.br)

**RESUMO:** O estudo realizado objetivou analisar a temperatura máxima estimada pelo algoritmo SEBAL para comparar com a temperatura máxima do ar medida pela estação meteorológica principal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A área em estudo compreende ao município de Barbalha-CE, cuja localização é -7°,31' S e 39°,30' W. A temperatura foi estimada com o auxílio de imagens de satélite, Landsat 5, e foram processadas no software Idrisi©, seguindo o algoritmo SEBAL. Observou-se que quando comparado a temperatura máxima estimada pelo SEBAL a diferença média entre eles foi de 4°C, mostrando confiabilidade, no entanto quando comparada com a temperatura mínima do ar mostrou-se pouco confiável, diferindo seus resultados com uma média de 6.6 °C

**PALAVRAS-CHAVE:** temperatura, landsat, SEBAL

### **Title**

**ABSTRACT:**The study aimed to analyze the maximum temperature estimated by SEBAL algorithm to compare with the maximum temperature measured by the main meteorological station of the National Institute of Meteorology (INMET). The study area comprises the city of Barbalha, Ceará, whose location is -7 ° 31 'S and 39 ° 30' W. The temperature was estimated with the help of satellite images, Landsat 5, and were processed in Idrisi © software, following the SEBAL algorithm. It was observed that compared to SEBAL maximum temperature estimated by the average difference between them was 4° C, demonstrating reliability, however when compared with the minimum air temperature proved to be unreliable, differing results with an average of 6.6 ° C.

**KEYWORDS:** Temperature, landast, SEBAL

## **INTRODUÇÃO**

A temperatura do ar é, dentre os elementos climáticos, o que promove mais efeitos diretos e significativos sobre os processos fisiológicos que ocorrem em plantas e animais. Seu conhecimento se torna fundamental em estudos de planejamento agrícola e em análises de adaptação de culturas a determinadas regiões com características distintas (MEDEIROS et al. 2005).

A forma tradicional de medida da temperatura é através das estações meteorológicas convencionais ou automáticas. Elas trazem consigo uma limitação no que diz respeito a sua pouca densidade quando se pensar em médias e pequenas escalas espaciais, como é caso de uma bacia hidrográfica ou uma grande metrópole urbana (NICÁCIO, 2008).

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

Procurando solucionar os problemas de falta de dados meteorológicos, o sensoriamento remoto mostra-se como alternativa viável, pois pode diminuir a dependência de dados das estações meteorológicas. Desta forma, torna-se evidente que as estimativas de dados de temperatura da superfície via sensoriamento remoto se constituem numa ferramenta extremamente útil que visa melhorar a rede de obtenção de informações meteorológicas, além de ser importantes no auxílio de preenchimento de dados faltosos (NICÁCIO, 2008).

O emprego de satélites têm favorecido a realização de levantamentos à distância de variações físicas e químicas da superfície terrestre em áreas extensas e inóspitas. A composição espectral da energia emitida pelos alvos produz informações sobre os mesmos. No caso do sensoriamento da superfície terrestre, a energia refletida proporciona o entendimento das características físicas, químicas ou biológicas de elementos como corpos de água, solo e vegetação (NICÁCIO, 2008).

E dentre as diversas técnicas de balanço de energia por imagens orbitais informações de superfície é o SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land), que foi desenvolvido de modo que a partição das componentes da energia disponível à superfície possa ser estimada com precisão, utilizando, um número mínimo de informações de campo. Ele pode ser utilizado para calcular o balanço de energia na superfície em escala de tempo instantânea e para cada pixel da imagem de satélite (SILVA; BEZERRA, 2006; BASTIAANSEN, 2000; BASTIAANSEN et al., 1998).

Sendo tempo e espaço dimensões essenciais para a compreensão dos problemas ambientais, imagens de diferentes períodos podem auxiliar na compreensão do processo de organização e transformação. Nesse sentido, o sensoriamento remoto é uma importante ferramenta para o monitoramento e quantificação de áreas, que pode dar relevante contribuição aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo analisar a variabilidade espaço temporal da temperatura da superfície, estimada pelo algoritmo SEBAL, para a cidade de Barbalha – Ceará.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo foi o município de Barbalha no estado do Ceará, situada na região fisiográfica do sertão nordestino, parte da cidade onde está localizada estação meteorológica, com uma área de aproximadamente de 599,3 km<sup>2</sup>. Segundo a classificação de Köppen, o tipo de clima: BSw'h', clima quente e semiárido, caracterizado pela insuficiência das chuvas, com precipitação pluvial média anual de 1001.4 mm e temperaturas elevadas acarretando forte evaporação, apresentando temperatura média anual de 28.4°C e tendo apenas duas estações climáticas bem definidas durante o ano, uma chuvosa e outra seca (INMET).

Foram utilizados dados diários de temperatura máxima e mínima da cidade de Barbalha, obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) dos anos de 1987 a 2011, cuja localização é - 7°,31' S e 39°,30' W, situada no estado do Ceará.

Para a obtenção da temperatura de superfície utilizou-se imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5, obtidas gratuitamente no catálogo de imagens do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O LANDSAT 5 possui sensores ThematicMapper (TM). A resolução temporal deste satélite é 16 dias, e cada cena gerada tem 185 x 185 km (BORGES, 2008).

Foram selecionadas imagens de 1987 a 2011, sendo descartadas as imagens com cobertura de nuvens acima de 60% da imagem. Porém, com a raridade de dados da estação convencional, o número em imagens de datas com disponibilidade de dados medidos, foi reduzido.

A radiância espectral de cada banda, ou seja, efetivação da Calibração Radiométrica, em que o número digital (ND) de cada pixel da imagem é convertido em radiância espectral monocromática. Essas radiâncias representam a energia solar refletida por cada pixel, por unidade de área, de tempo, de ângulo

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

sólido e de comprimento de onda, medida ao nível do satélite Landsat (705 km), para as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 (Tabela 2). Para a banda 6, essa radiância representa a energia emitida por cada pixel segundo a equação de Markham e Baker (1987).

$$L_{\lambda_i} = LMIN_{\lambda} + \frac{LMAX_{\lambda} - LMIN_{\lambda}}{255} ND$$

Onde:ND é a intensidade do pixel (número digital – número inteiro de 0 a 255) e i corresponde as bandas (1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) do satélite Landsat 5 – TM.

O cômputo da reflectância monocromática de cada banda ( $\rho_{\lambda_i}$ ), foi calculado pela razão entre o fluxo de radiação refletida e o fluxo de radiação incidente que é obtida segundo a equação (ALLEN et al., 2002).

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi L_{\lambda_i}}{ESUN_{\lambda} \cos(Z) d_r} ND$$

Onde:Dr é a distância relativa terra-sol; J é o dia Juliano;  $L_{\lambda_i}$  é a calibração radiométrica;  $ESUN_{\lambda}$  é a irradiação no topo da atmosfera;  $\cos(Z)$  é o ângulo zenital.

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NormalizedDifferenceVegetation Index - NDVI) foi obtido através da razão entre a diferença das refletividades do IV- próximo ( $\rho_{IV}$ ) e do vermelho ( $\rho_V$ ) pela soma das mesmas (Allen et al., 2002):

$$NDVI = \frac{\rho_{IV} - \rho_V}{\rho_{IV} + \rho_V}$$

Onde:  $\rho_{IV}$  e  $\rho_V$  são as bandas 4 e 3, respectivamente, do Landsat 5 – TM.

O NDVI é um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde. Seus valores variam de -1 a +1 e para superfícies com alguma vegetação o NDVI varia de 0 e 1, já para a água e nuvens o NDVI geralmente é menor que zero.

Para o cálculo do Índice de Vegetação Ajustado para os Efeitos do Solo (SoilAdjustedVegetation Index - SAVI):

$$SAVI = \frac{(1+L)(\rho_{IV} - \rho_V)}{(L + \rho_{IV} + \rho_V)}$$

Onde:L é constante. Em vários estudos utiliza-se  $L = 0,5$ , que é o valor mais frequente na literatura (HUETE, 1988; BOEGH et al., 2002).

O Índice de Área Foliar (IAF) foi definido pela razão entre a área foliar de toda a vegetação por unidade de área utilizada por essa vegetação:

$$IAF = - \frac{\ln\left(\frac{0.69 - SAVI}{0.59}\right)}{0.91}$$

Na obtenção da temperatura da superfície, foi utilizada a equação de Planck invertida, válida para um corpo negro. Como cada pixel não emite radiação eletromagnética como um corpo negro, há a necessidade de introduzir a emissividade de cada pixel no domínio espectral da banda termal  $\epsilon_{NB}$ . Por sua vez, quando do cômputo da radiação de onda longa emitida por cada pixel, há de ser considerada a emissividade no domínio da banda larga  $\epsilon_0$  (6 – 14  $\mu\text{m}$ ). Segundo Allen et al. (2002), as emissividades  $\epsilon_{NB}$  podem ser obtidas, para  $NDVI > 0$  e  $IAF < 3$ , segundo:

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

Para pixels com,  $IAF \geq 3$ ,  $\epsilon_{NB} = \epsilon_0 = 0,98$ . Para corpos de água ( $NDVI < 0$ ), no caso do lago de Sobradinho e do leito do Rio São Francisco, Silva e Cândido (2004) utilizaram os valores de 0,99 e 0,985, Allen et al. (2002).

Para a obtenção da temperatura da superfície ( $T_s$ ) foram utilizados a radiância espectral da banda termal e a emissividade obtida na etapa anterior. Dessa forma, obtém-se a temperatura da superfície (K) pela expressão:

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

Onde:  $K_1 = 607,76 \text{ W m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$  e  $K_2 = 1260,56 \text{ K}$  são constantes de calibração da banda termal do Landsat 5 – TM (Allen et al., 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da falta de dados meteorológicos o estudo conseguiu estimar a temperatura para a cidade de Barbalha pelo modelo SEBAL e comparar com os dados da estação.

A temperatura máxima registrada pela estação foi de  $37,7^\circ \text{ C}$  para o dia 04/10/2001. Já no modelo SEBAL a máxima estimada foi de  $30,1^\circ \text{ C}$  para o dia 12/10/2004 (Tabela 3).

**Tabela 1.** Temperatura medida na estação meteorológica de Barbalha – CE e estimada pelo SEBAL.

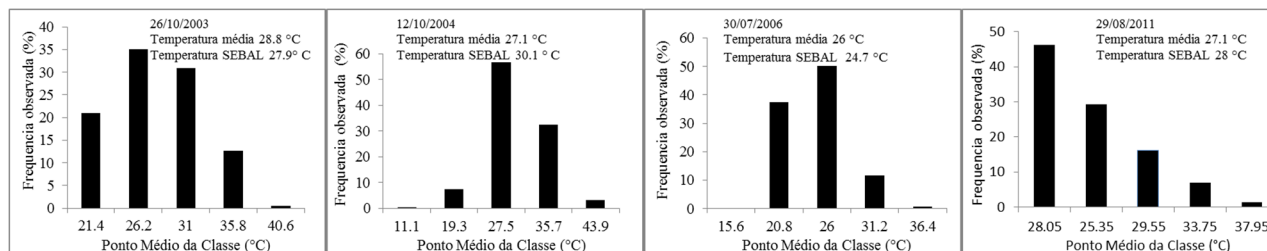
Data	Temperatura da Estação ( $^\circ \text{C}$ )			Temperatura SEBAL ( $^\circ \text{C}$ )
	Máx	Min	Méd.	
24/08/1992	34,6	20,1	27,4	28,9
01/08/1995	31,9	19,7	25,8	26,8
10/09/1998	36	20,2	28,1	29,9
12/08/1999	33,5	21,5	27,5	24,2
04/10/2001	37,7	19,8	28,8	27,9
06/07/2003	32,4	17,7	25,1	21,8
08/09/2003	33,9	20,7	27,3	24,6
26/10/2003	35,8	21,8	28,8	27,9
12/10/2004	35,7	18,5	27,1	30,1
30/07/2006	33,8	19,4	26,6	24,7
01/07/2007	33,6	19,4	26,5	22,5
21/09/2008	34,7	18,6	26,7	25,5
29/08/2011	34,6	19,6	27,1	28

As temperaturas estimadas pela estação mostraram-se muito elevadas comparadas à do modelo SEBAL. Esta variação apresentou uma magnitude de  $11,1^\circ \text{ C}$  para temperatura máxima em 01/07/2007, e  $5,1^\circ \text{ C}$  para o dia 01/08/1995. Em média, a temperatura do SEBAL variou de  $4^\circ \text{ C}$  para menos, da temperatura diária registrada na estação, valores encontrados também por Lêdo et al. (2011), para a cidade de Iguatu no Ceará.

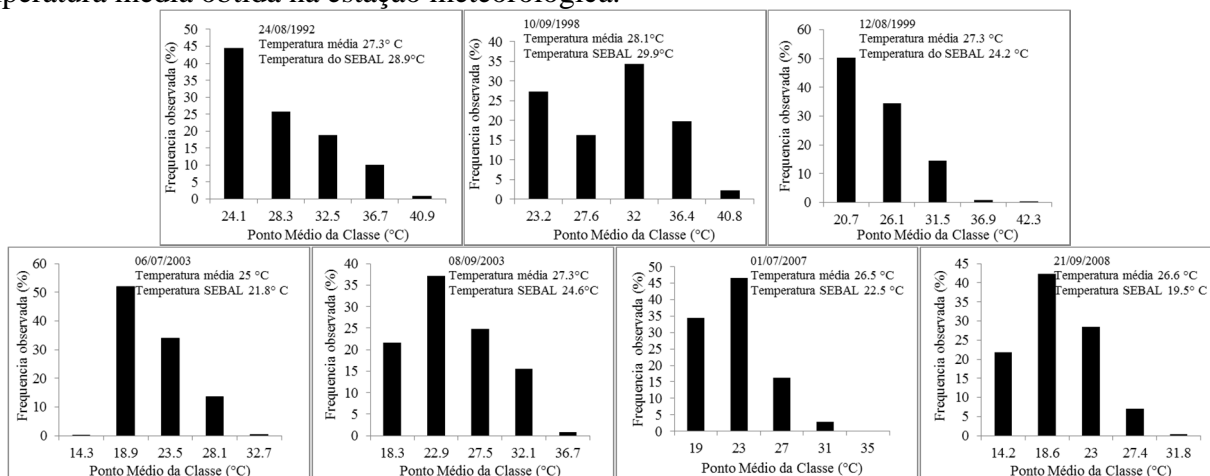
O comportamento da temperatura do ar comparado com a temperatura mínima medida na estação mostrou-se sempre maior, com uma variação de  $11,6^\circ \text{ C}$ , na data 12/10/2004 e menor variação de  $2,7^\circ \text{ C}$  para a data 12/08/1999, para a temperatura com uma variação média  $6,6^\circ \text{ C}$  para menos.

A maior frequência de pixels que se aproxima da temperatura sobre o pixel da estação foram para datas de 01/08/1995, 04/10/2001, 26/10/2003, 12/10/2004, 30/07/2006, 29/08/2011 (6 datas), logo em 7

datas, essa situação não aconteceu 24/08/1992, 10/09/1998, 12/08/1999, 06/07/2003, 08/09/2003, 01/07/2007, 21/09/2008, (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Frequência de pixels em função da temperatura para cada data, mostrando-se também a temperatura média obtida na estação meteorológica.



**Figura 2.** Frequência de pixels em função da temperatura para cada data, mostrando-se também a temperatura média obtida na estação meteorológica.

## CONCLUSÕES

Diante da utilização do modelo SEBAL, quando comparado com a temperatura máxima, mínima e média do ar, registradas na estação meteorológica, mostrou confiabilidade quando comparada com a temperatura máxima do ar. A diferença média entre eles é de 4°C para menos. No entanto quando comparada com a temperatura mínima do ar mostrou-se pouco confiável, diferindo seus resultados com uma média de 6.6 °C

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 297 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990)**. Brasília: 1992. 84p.

JACOMAZZI, M. A. **Programa para estimativa do rendimento das culturas pela simulação da irrigação por balanço hídrico seqüencial**. 2004. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

LEMOS FILHO, L. C. A. **Análise espaço-temporal da evapotranspiração de referência para o estado de Minas Gerais.** 2005. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.

SEDIYAMA, G.; MELLO Jr., J. C. Modelos para estimativas das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Revista Engenharia na Agricultura.** v. 6, n. 1, p. 57-61, 1998.

SMITH, M. et al. **Expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements.** Rome: FAO, 1990. 59 p.

THORNTHWAITE, C. W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review,** , n. 38, p. 55-94, 1948.

VESCOVE , H. V.; TURCO, J. E. P. Comparação de três métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região de Araraquara – SP. **Engenharia Agrícola,** v.25, n.3, p.713-721, set./dez. 2005.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 1991. 449p.