

# DETERMINAÇÃO DE COEFICIENTES DE CULTIVO DE CULTURAS AGRÍCOLAS EM URUCUÍ – PI COM ÍNDICE ESPECTRAL DE VEGETAÇÃO

José Normand Vieira Fernandes (1); Douglas Vieira Marques (1); Robson de Sousa  
Nascimento (2); Valéria Peixoto Borges (3)

<sup>1</sup>Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias- CCA/UFPB,  
[normand.agronomia@yahoo.com.br](mailto:normand.agronomia@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias-  
CCA/UFPB, [douglasagroce@hotmail.com](mailto:douglasagroce@hotmail.com); <sup>3</sup>Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências Agrárias-  
CCA/UFPB, [nascimento.professor@gmail.com](mailto:nascimento.professor@gmail.com); <sup>4</sup>Universidade Federal da Paraíba- Centro de Ciências  
Agrárias- CCA/UFPB, [valpborges@gmail.com](mailto:valpborges@gmail.com)

**Resumo:** O Cerrado piauiense sofre com falta de chuvas em determinadas épocas do ano. Dessa forma, as produções nesse período diminuem consideravelmente ou mesmo param devido à falta de água. Essa demanda pode ser combatida com uso da irrigação utilizando a água proveniente de reservatórios, riachos ou rios existentes próximos à área, permitindo o cultivo e a produção agrícola durante todo o ano. Porém, com o aumento contínuo das áreas irrigadas e o momento crítico dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro e no mundo, torna-se essencial a utilização de tecnologias que venham a otimizar o uso desse bem cada vez mais escasso. Conhecer a quantidade ideal de água necessária para o desenvolvimento da cultura é uma boa forma de economia, uma vez que poderá ser aplicado apenas o volume essencial, evitando desperdício. Diante da hipótese que o NDVI reflete o desenvolvimento e, portanto, o uso de água por uma cultura agrícola, o objetivo desse trabalho é estimar o coeficiente basal de cultivos (Kcb) agrícolas em plantio direto e em sistema convencional, na região de Uruçuí – PI, a partir do NDVI, utilizando imagens orbitais OLI – Landsat 8. Por se tratarem de cultivos em sistema de sequeiro, a presença das chuvas determina o ciclo das culturas e portanto, os maiores valores de Kcb foram encontrados no fim do período chuvoso, com uma queda desses padrões com a chegada do período de estiagem. Os valores de Kcb encontrados foram maiores do que aqueles reportados para as respectivas culturas no Manual FAO 56.

**Palavras chaves:** Kcb, necessidades hídricas, NDVI.

## INTRODUÇÃO

É fato que a água é um elemento crucial para a agricultura, uma vez que essa é o principal fator determinante do desenvolvimento das culturas agrícolas em geral. O Cerrado piauiense sofre bastante com falta de pluviosidade em determinadas épocas do ano. Dessa forma, as produções nesse período diminuem consideravelmente ou mesmo param devido à falta de água. Essa demanda pode ser combatida com o uso da irrigação utilizando a água

(83) 3322.9222  
[contato@conidis.com.br](mailto:contato@conidis.com.br)

**[www.conidis.com.br](http://www.conidis.com.br)**

proveniente de reservatórios, riachos ou rios existentes próximos à área. Permitindo o cultivo e a produção agrícola durante todo o ano.

Porém, com o aumento contínuo das áreas irrigadas e o momento crítico dos recursos hídricos no Nordeste brasileiro e no mundo, torna-se essencial a utilização de tecnologias que venham a otimizar o uso desse bem tão valioso e cada vez mais escasso. Conhecer a quantidade ideal de água necessária para o desenvolvimento da cultura é uma boa forma de economia, uma vez que poderá ser aplicado apenas o volume essencial, evitando o desperdício.

É sabido que no campo há perda de água para o meio tanto pela evaporação no solo, como pela transpiração na parte aérea das plantas. A junção desses dois fenômenos é denominada evapotranspiração (ET), e é um dos principais componentes envolvidos em cálculos de estimativa de demanda hídrica das culturas e, portanto, sua estimativa deve ser precisa (COSTA, 1999).

O coeficiente de cultura ( $K_c$ ) é a razão entre a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ) e a evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) e é variável de acordo com o estágio fenológico da cultura ( $K_{cb}$ ), podendo atingir, por exemplo, valor superior à unidade na fase reprodutiva de muitas culturas (ALLEN et al., 2006); (MEDEIROS et al., 2004).

O cálculo do  $K_{cb}$  se faz necessário para os estágios fenológicos médio e final, e para condições climáticas especificadas no boletim FAO-56 (ALLEN et al., 1998).

Tem sido verificado que a refletância espectral das culturas consegue conceder uma estimativa indireta do  $K_{cb}$ . Essas estimativas são possíveis porque tanto o  $K_{cb}$ , como a refletância espectral são sensíveis ao índice de área foliar e à fração de cobertura do solo (CHOUDHURY et al., 1994, MORAN et al., 1995).

Dentre os índices de vegetação comumente citados na literatura, o Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (NDVI) é o mais frequentemente utilizado, inclusive para atividades de monitoramento global (SELLERS et al, 1994).

Diante da hipótese que o NDVI reflete o desenvolvimento e, portanto, o uso de água por uma cultura agrícola, o objetivo desse trabalho foi estimar o coeficiente basal de cultivos ( $K_{cb}$ ) agrícolas em plantio direto e em sistema convencional, na região de Uruçuí – PI, a partir do NDVI, utilizando imagens orbitais OLI – Landsat 8.

## METODOLOGIA

A área escolhida para pesquisa foi a região do distrito de Nova Santa Rosa, município de Uruçuí, Piauí (8°16'41" S, 44°34'18" W, 547 m). A bacia do rio Uruçuí-Preto é formada por 25 municípios. Nessa região a temperatura máxima anual é de 32,1 °C, sua mínima anual é de 20,0 °C e a temperatura média anual de 26,1 °C. Utilizou-se da classificação climática de acordo com os sistemas de Köppen, onde se distinguem dois tipos climáticos na bacia do rio Uruçuí-Preto-PI, o Aw, tropical quente e úmido, com chuvas no verão e seca no inverno; BSh, semiárido quente, com chuvas de verão e inverno seco (DE MEDEIROS et al., 2013).

O estudo foi realizado com dados da safra 2013, em áreas de plantio de milho e soja cultivados em sistema de plantio direto e sistema convencional, áreas de pastagem e parcelas produtoras de eucalipto, conforme descrição apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição do sistema de plantio e localização dos cultivos. Fonte: Lustosa Filho, 2014.

Cobertura vegetal	Sistema de plantio	Coordenadas
Milho	Convencional	08°15'52" S. 44°32'26" W; altitude 572 m
Soja	Direto	08°18'16" S; 44°35'17" W; altitude 572 m
Pastagem ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	Convencional	08°17'27" S; 44°35'03" W, altitude 553 m
Eucalipto	Convencional	08°17'28" S; 44°39'55" W, altitude 578 m
Eucalipto	Convencional	08°15'50" S; 44°39'16" W, altitude 580 m
Soja	Convencional	08°12'25" S; 44°34'35" W, altitude 500 m

Continuação tabela 1.

Foram utilizadas imagens geradas pelo satélite Landsat 8, as quais foram adquiridas, gratuitamente, junto ao United States Geological Survey (USGS), já ortorretificadas. O sensor OLI (Operational Land Imager) e o sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor) medem a radiância espectral dos alvos e armazenam-na na forma de níveis de cinza, com resolução espectral de 12 bits. A resolução espacial do sensor é de 30 m nas bandas 1 a 7 e 9, 15 m na banda 8 (pancromática) e de 100 m nas bandas 10 e 11 (canais termais). A resolução temporal (tempo de revisita) deste satélite é de 16 dias.

Para abranger toda área do município, foram utilizadas imagens da órbita 220/66. Para os fins deste estudo, apenas imagens obtidas em condição de céu claro no ano de 2013, ou

(83) 3322.3222  
contato@conidis.com.br

**www.conidis.com.br**

seja, livres de nuvens sobre a área de interesse, foram aproveitadas. Portanto, para o ano de 2013 foram utilizadas as imagens das seguintes datas: 19/05, 20/06, 06/07, 22/07, 07/08, 08/09, 24/09 e 26/10. As imagens entre novembro de 2013 e maio de 2014, as quais fechariam o ciclo de um ano, estavam com nuvens sobre a área de interesse e, portanto, não puderam ser aplicadas.

Os dados meteorológicos foram obtidos da estação automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no município de Uruçuí (7°26'24" S, 44°21' W, 399 m), presente na cena Landsat em questão, foram aplicados na caracterização das condições meteorológicas do período estudado e para obtenção da evapotranspiração de referência.

Após isso foram realizados os procedimentos. Todas as etapas representadas pelas equações 1 a 4 foram realizadas com programa computacional de processamento de imagens de satélite. Primeiramente foi realizada a conversão do arquivo da imagem de números digitais para reflectância no topo da atmosfera, a partir da equação 1.

$$\rho_{\lambda} = (M_p \cdot ND + A_p) / (\sin \hat{\epsilon}) \quad (1)$$

Em que  $\rho_{\lambda}$  é a radiância espectral;  $M_p$  é o fator multiplicativo de cada banda; ND é o número digital; e  $A_p$  é o fator aditivo de cada banda;  $\hat{\epsilon}$  é o ângulo de elevação do sol.  $M_p$ ,  $A_p$  e  $\hat{\epsilon}$  são obtidos nos metadados das imagens.

O NDVI foi determinado a partir das imagens dos canais refletivos do vermelho e do infravermelho das imagens Landsat. Para tanto, aplicou-se a seguinte equação (Rouse et al., 1974):

$$NDVI = \frac{\rho_5 - \rho_4}{\rho_5 + \rho_4} \quad (2)$$

Em que  $\rho_5$  é a reflectância da vegetação no infravermelho próximo e  $\rho_4$  é a reflectância da vegetação na banda do vermelho.

A relação entre  $K_{Cb}$  e NDVI é dada por (Simonneaux et al., 2008, Bezerra et al., 2010):

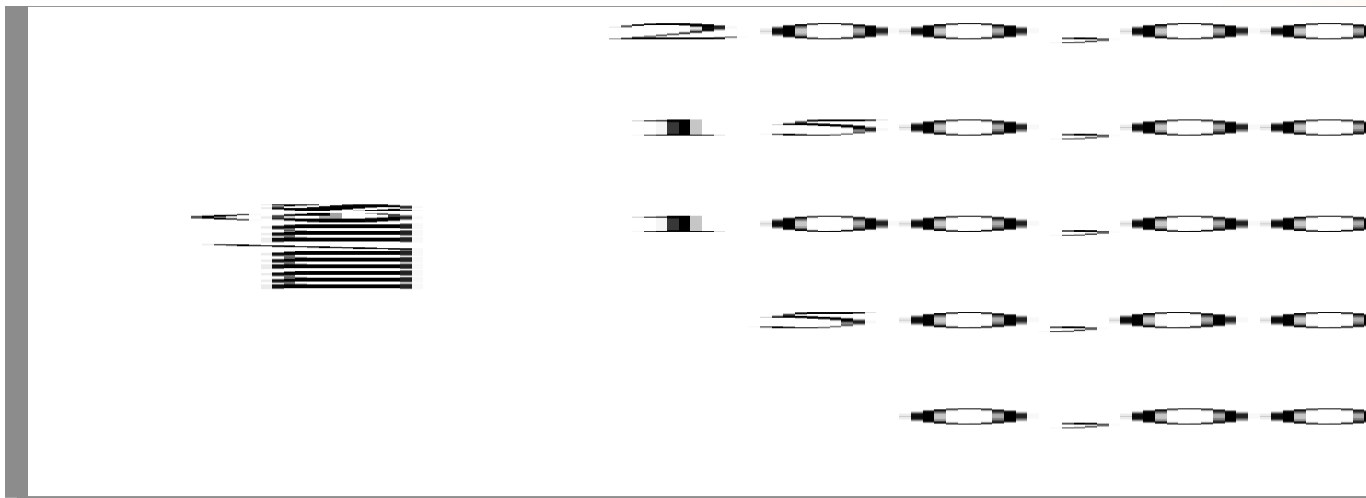
$$K_{Cb} = 1,64 (NDVI - NDVI_{min}) \quad (3)$$

Em que  $NDVI_{min}$  é o valor do NDVI para o solo exposto, comumente utilizado o valor de 0,15.

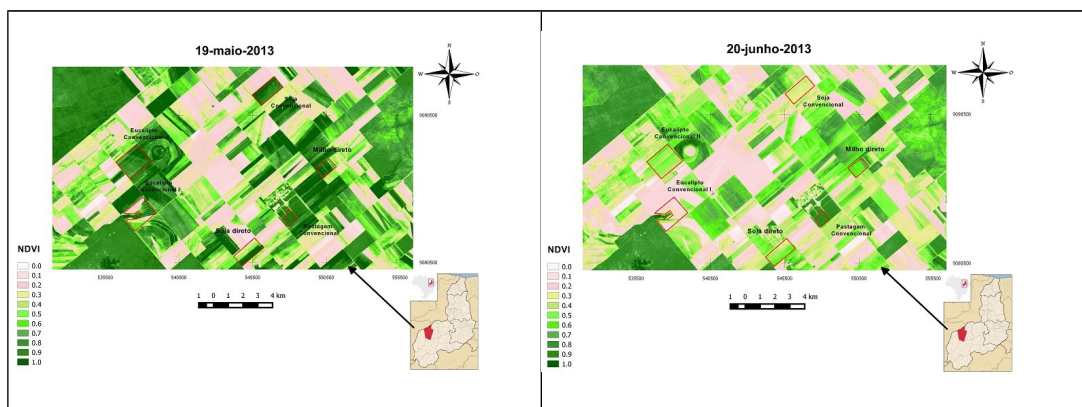


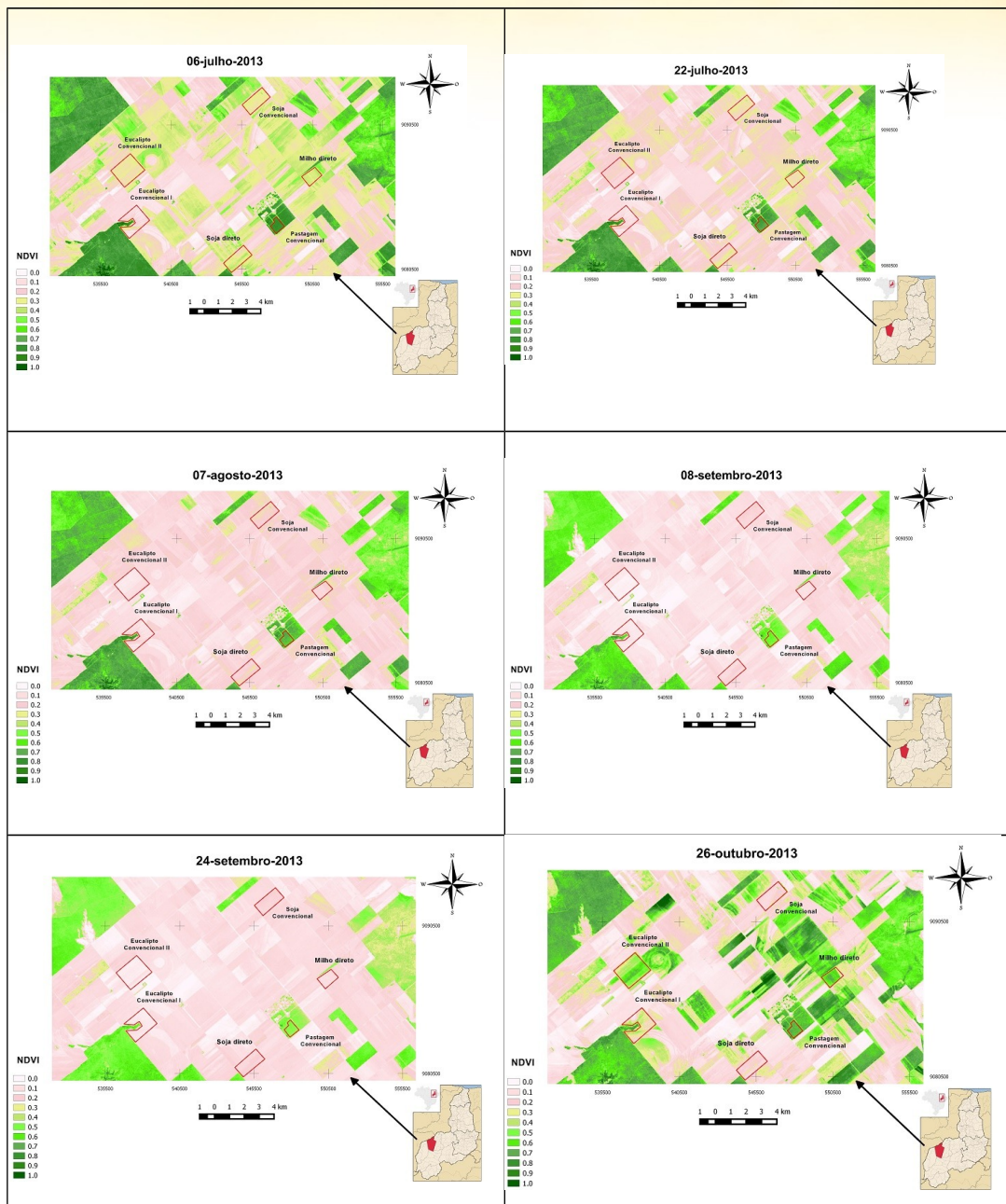
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 são apresentadas a precipitação e a evapotranspiração mensal total na cidade de Uruçui-PI, observadas durante o período de 01 de maio até 31 de outubro do ano 2013. É possível observar uma grande diferença entre o volume de água proveniente de chuvas e o volume de água perdido pelo sistema. Aacarretando em um saldo negativo de 1.250,49 mm nestes seis meses.



**Figura 1.** Valores acumulados mensais de Precipitação (P) e evapotranspiração de referencia ( $ET_0$ ), no período compreendido entre maio e outubro de 2013 do município de Uruçui- PI.





**Figura 2.** Mapas do Kcb do município de Uruçui-PI, no período compreendido entre maio e outubro de 2013.

Na figura 2, são exibidos os mapas de Kcb que foram obtidos em função do NDVI. Os valores do Kcb variam de acordo com a densidade de vegetação, com valores altos no período chuvoso e baixos no período de estiagem, como é possível verificar através da escala de cores.

Porém, nas áreas de mata preservada, vemos uma variação bem menos significativa se compararmos com as parcelas cultivadas. Lembrando que as parcelas cultivadas, em determinados meses do ano, por resultado da retirada das culturas do campo, ficam com o solo exposto, chegando a valores de Kcb próximos de zero.

As áreas cultivadas com milho, soja e eucalipto se mantiveram com valores de Kcb expressivos até o mês de junho e caíram de forma expressiva nos meses posteriores devido à colheita das culturas anuais e aos efeitos da estiagem na parcela com eucalipto. Enquanto que a pastagem seguiu com valores significativos por todo o intervalo estudado, com picos nos meses de maio, junho e voltando a subir em outubro, ocasião em que ocorreram chuvas.

**Tabela 2.** Valores máximo, médio e mínimo de KCB para milho, eucalipto e soja.

<b>DATA</b>	<b>MILHO DIRETO</b>			<b>EUCALIPTO CONVENCIONAL</b>		
<b>Ano: 2013</b>	<b>(KCB)</b>			<b>(KCB)</b>		
	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>MÍNIMO</b>
19 DE MAIO	0,834	0,702	0,393	0,956	0,878	0,633
20 DE JUNHO	0,780	0,610	0,501	0,659	0,469	0,323
06 DE JULHO	0,476	0,357	0,291	0,361	0,268	0,216
22 DE JULHO	0,310	0,259	0,228	0,296	0,194	0,121
07 DE AGOSTO	0,249	0,163	0,122	0,176	0,080	0,034
08 DE SETEMBRO	0,155	0,094	0,071	0,095	0,045	0,029
24 DE SETEMBRO	0,155	0,103	0,084	0,109	0,088	0,041
26 DE OUTUBRO	0,731	0,579	0,221	0,713	0,489	0,223
<b>DATA</b>	<b>SOJA CONVENCIONAL</b>			<b>SOJA DIRETO</b>		
<b>Ano: 2013</b>	<b>(KCB)</b>			<b>(KCB)</b>		
	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>MÍNIMO</b>
19 DE MAIO	0,807	0,830	0,618	0,905	0,645	0,131
20 DE JUNHO	0,664	0,329	0,258	0,675	0,460	0,129
06 DE JULHO	0,570	0,284	0,228	0,484	0,319	0,107
22 DE JULHO	0,548	0,255	0,188	0,350	0,240	0,097
07 DE AGOSTO	0,495	0,212	0,155	0,292	0,193	0,100
08 DE SETEMBRO	0,389	0,156	0,103	0,211	0,138	0,062
24 DE SETEMBRO	0,422	0,159	0,120	0,213	0,151	0,085
26 DE OUTUBRO	0,693	0,161	0,091	0,339	0,172	0,097

Continuação tabela 2.

Os maiores valores médios de Kcb encontrados para a soja foram, em ambos os cultivos, no mês de maio, 0,830 no plantio convencional e 0,645 no plantio direto. Esses valores foram reduzindo até atingirem a média mínima no mês de setembro, 0,156 no plantio convencional e 0,138 no plantio direto, apresentando um pequeno aumento no mês de outubro com o acontecimento das primeiras precipitações.

O fato de os valores médios da soja no plantio convencional serem maiores que os no plantio direto em certos meses do ano se deve ao fato de que no sistema direto os restos culturais ficam no campo assemelhando, pela cor, ao solo exposto. Enquanto que no sistema convencional esse material é retirado dando espaço ao crescimento de outras plantas que venham a cobrir o solo.

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

**www.conidis.com.br**



**Tabela 3.** Valores encontrados de KCB para a pastagem e valores indicados pela FAO para as culturas do milho, eucalipto, soja e pastagem.

DATA	PASTAGEM CONVENCIONAL			VALORES DE KCB	
	(KCB)			INDICADOS PELA FAO	
Ano: 2013	MÁXIMO	MÉDIO	MÍNIMO	CULTURA	FASE FINAL
19 DE MAIO	0,992	0,936	0,840	SOJA	0,30
20 DE JUNHO	0,919	0,867	0,752		
06 DE JULHO	0,879	0,816	0,715	MILHO	0,50 - 0,15
22 DE JULHO	0,816	0,742	0,636		
07 DE AGOSTO	0,756	0,683	0,612	PASTAGEM	0,80
08 DE SETEMBRO	0,602	0,538	0,482		
24 DE SETEMBRO	0,532	0,480	0,425	EUCALIPTO	Não disponível
26 DE OUTUBRO	0,759	0,684	0,626		

Continuação tabela 3.

Os valores de Kcb encontrados, em todos os casos foram superiores aos indicados pela FAO, mostrando uma boa aproximação para o milho e para a pastagem, mas com uma diferença significativa nos valores da soja, que foram bem superiores.

## CONCLUSÃO

- Por se tratarem de cultivos em sistema de sequeiro, a presença das chuvas determina rigorosamente os períodos em que as áreas apresentam maiores valores de Kcb, provocando uma queda desses padrões com a chegada do período de estiagem.
- A pastagem se mostrou tolerante a estiagem durante o período estudado, apresentando sempre os maiores índices em comparação com as outras culturas.
- Os valores de Kcb encontrados foram maiores do que aqueles reportados para as respectivas culturas no Manual FAO 56.

## REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 300p., 1998. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 56).

(83) 3322.3222

contato@conidis.com.br

**www.conidis.com.br**



- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298p. Estudio FAO riego y drenaje, 56.
- CHOUDHURY, B. J.; AHMED, N. U.; IDSO, S. B.; REGINATO, R. J.; DAUGHTRY, C. S. T. Relations between evaporation coefficients and vegetation indices studies by model simulations. Remote Sensing Environment, New York, v. 50, p. 1–17, 1994.
- COSTA, M.C. Efeito de diferentes lâminas de água com dois níveis de salinidade na cultura do meloeiro. Botucatu, 1999. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Relações entre o coeficiente de cultura e cobertura vegetal do feijoeiro: Erros envolvidos e análises para diferentes intervalos de tempo. Acta Scientiarum, v.26, p.513-519, 2004.
- MORAN, M. S.; MASS, S. J.; PINTER JR., P. J. Combining remote sensing and modelling for estimating surface evaporation and biomass production. Remote Sensing Review, London, n. 12, p. 335–353, 1995.
- SELLERS, P.J., LOS, S.O., JUSTICE, C.O., TUCKER, C.J. “A global 1 by 1 NDVI data set for climate studies. Part 2: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from NDVI”, International Journal of Remote Sensing 15 (1994), 3519-3548.