REGIONALIZAÇÃO DE COEFICIENTE DE CULTIVO DO MILHO PARA O PLANEJAMENTO DA AGRICULTURA IRRIGADA NO ESTADO DO MATO GROSSO

Jhonata Santos Santana¹, Elton Ferreira Lima², Wilson Araújo da Silva³,
Maria Ivanessa Duarte Ribeiro⁴, Mydilany Carneiro Fernandes⁵

1. Bolsista de Apoio Técnico Institucional II (BATI II), Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual do Maranhão-UEMA. Imperatriz, MA. agro.starf@gmail.com
2. Bolsista de iniciação científica, Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão-UEMASUL, Imperatriz, MA.
3. Doutor em Ciência do Solo, Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual do Maranhão, Imperatriz, MA.
4. Bolsista de iniciação científica, Graduanda em Engenharia Agrônoma-Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão-UEMASUL, Imperatriz, MA.
5. Graduada em Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, Imperatriz, MA.

Recebido em: 06/04/2018 – Aprovado em: 10/06/2018 – Publicado em: 20/06/2018
DOI: 10.18677/EnciBio_2018A73

RESUMO

O conhecimento de valores precisos do coeficiente de cultivo (Kc) é de fundamental importância para a estimativa correta da demanda hídrica diária das culturas de interesse econômico, a qual é bastante influenciada pelas condições climáticas locais, o que justifica a necessidade de obtenção de valores regionais dos parâmetros que influenciam na determinação da quantidade de água a ser aplicada em suas diferentes fases de desenvolvimento. Diante disso, deve-se evitar a utilização valores de referência e ou tabelados, que geralmente são estimados para condições climáticas distintas da região onde a cultura será desenvolvida. Assim, o presente estudo objetivou estimar os coeficientes de cultura regionais para o milho (*Zea mays* L.), por meio de equações agrometeorológicas, para doze municípios do Estado do Mato Grosso, visando realizar uma contribuição para o uso racional da água na agricultura, enquanto não existem valores locais estimados por métodos diretos. Os resultados mostraram que os coeficientes de cultivo regionalizados, obtidos nesse estudo, foram distintos dos sugeridos pela FAO em todas as cidades avaliadas nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura, variando de 0,73 a 0,84; 1,01 a 1,26; e 0,25 a 0,47, para as fases inicial, média e final, respectivamente. **PALAVRAS-CHAVE:** condições climáticas, necessidades hídrica, *Zea mays* L.

CROP COEFFICIENT OF REGIONALIZATION OF MAIZE TO THE PLANNING OF IRRIGATED AGRICULTURE IN THE STATE OF MATO GROSSO

ABSTRACT

The knowledge of precise values of the crop coefficient (Kc) is of fundamental importance for the correct estimation of the daily water demand of crops of economic inter-

est, which is strongly influenced by the local climatic conditions, which justifies the need to obtain regional values of the parameters that influence the determination of the amount of water to be applied in its different stages of development. .Therefore, reference and / or tabulated values should be avoided, which are generally estimated for climatic conditions distinct from the region where the crop will be grown. Thus, the present study aimed to estimate the regional crop coefficients for maize (*Zea mays* L.), through agrometereological equations, for twelve municipalities in the State of Mato Grosso, aiming to make a contribution to the rational use of water in agriculture, while there are no local values estimated by direct methods. The results showed that the regionalized cultivation coefficients obtained in this study were different from those suggested by the FAO in all cities evaluated in the different stages of development of the crop, varying from 0.73 to 0.84; 1.01 to 1.26; and 0.25 to 0.47, for the initial, middle and final phases, respectively.

KEYWORDS: climatic conditions, water requirements, *Zea mays* L.

INTRODUÇÃO

Dentre as metodologias disponíveis para a determinação da demanda hídrica das culturas se destaca o uso do coeficiente de cultivo (K_c) associado a evapotranspiração de referência (E_{To}) (SILVA et al., 2015^a; SILVA et al., 2017). O conhecimento do coeficiente de cultivo é de grande importância na determinação das necessidades hídricas das culturas em condições agroclimáticas específicas onde a cultura se desenvolve, servindo como referência tanto para o manejo quanto para o dimensionamento de sistemas de irrigação (SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2015b).

Segundo Adorian et al. (2015) o coeficiente de cultura é um fator que indica o quanto a cultura de interesse econômico necessita de água a mais que a cultura de referência, sendo de grande utilidade no manejo da irrigação. Já Andrade et al. (2013) definiram o coeficiente de cultivo (K_c) como o índice proveniente da relação entre os valores de evapotranspiração máxima da cultura (E_{tm}) e de referência (E_{To}). Ferreira et al., (2015) chamam a atenção para a importância da obtenção de valores regionalizados dos coeficientes de cultivo, uma vez que estes podem variar de acordo com as condições climáticas locais onde a cultura se desenvolve em suas diferentes fases de desenvolvimento.

Os valores de coeficientes de cultivo estimados através de pesquisas poderão servir de referência para auxiliar técnicos e produtores rurais no manejo da irrigação das diversas culturas agrícolas (BARBOSA et al., 2015). De acordo com Carvalho et al. (2014) o uso da irrigação é uma alternativa para suprir a carência hídrica das culturas em razão da desuniformidade da precipitação em algumas regiões. Os valores dos coeficientes de cultivo para diversas culturas agrícolas, condições climáticas padrões, em suas diferentes fases de desenvolvimento são apresentados no boletim FAO-56, conforme Allen et al. (1998). No entanto, são condições climáticas padrões, que diferem das condições reais de cultivo onde a maioria das culturas se desenvolvem, essas discrepâncias nos valores de K_c sugeridos no Boletim FAO e os regionais podem levar a superestimativas ou subestimativas da lâmina de irrigação aplicada as culturas nas diferentes regiões do país.

De acordo com Souza et al. (2015) o milho é uma das principais culturas de interesse econômico e apresenta grande adaptabilidade às condições edafoclimáticas de cultivo brasileiras. Sabendo disso e considerando a importância da obtenção de valores regionalizados de coeficiente de cultivo e sua influência na determinação da lâmina de irrigação necessária para suprir as necessidades

hídricas das culturas em suas diferentes fases de desenvolvimento, esse estudo objetivou estimar os valores de coeficientes de cultivo para a cultura do milho (*Zea mays L.*) cultivado no período seco para algumas das principais regiões produtoras do Estado do Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo, buscou-se simular o cultivo irrigado da cultura do milho para algumas das principais regiões produtoras no Estado do Mato Grosso, que possui área superficial da ordem de 903.329,700 km². Em extensão territorial é o terceiro maior Estado brasileiro e o maior da região Centro Oeste, sendo considerada a maior fronteira agrícola do país.

Com o objetivo de determinar os períodos críticos que foram adotados na simulação do cultivo irrigado do milho, utilizou-se o balanço hídrico climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Assim, adotou-se como cenário agrícola a simulação de um cultivo que vai de primeiro de maio à vinte e cinco de setembro, meses considerados os de maiores déficits hídricos na maior parte do Estado, que também correspondem aos meses de maiores demanda de água da cultura na região. Deste modo buscou-se com este estudo obter os valores regionais de coeficiente de cultivo (Kc), onde a partir dessas informações será possível estimar com maior precisão a lâmina de irrigação (regional) a ser aplicada na cultura do milho no período seco em distintas regiões do Estado.

O estudo foi desenvolvido com a base de dados diários de estações meteorológicas automáticas e convencionais ligadas a rede do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para isso, adotou-se séries históricas variadas de dados climáticos de acordo com a disponibilidade em cada estação, referentes à umidade relativa mínima do ar, velocidade do vento e temperatura máxima, mínima e média do ar. Na Tabela 1 estão apresentadas as informações das estações meteorológicas automáticas e convencionais utilizadas no estudo.

TABELA 1- Código, nome, latitude, longitude, altitude e período de observação das estações utilizadas.

Código	Nome	Latit. (S)	Longi. (W)	Altit. (m)	Período
86645	Sorriso-MT ^(A)	12°33'	55°43'	379	(2002-2017)
83264	Gleba Celeste-MT (Sinop) ^(C)	12°16'	55°17'	415	(1990-2014)
86647	Querência-MT ^(A)	12°37'	52°13'	361	(2007-2016)
86707	Campo Verde-MT ^(A)	15°31'	55°08'	748	(2006-2016)
83267	São José do Rio Claro-MT ^(C)	13°25'	56°42'	350	(1995-2016)
86682	Tangará da Serra-MT ^(A)	14°39'	57°25'	440	(2002-2016)
82676	Rondonópolis-MT ^(C)	16°27'	54°33'	284	(1995-2016)
81977	Alta Floresta-MT ^(A)	10°04'	56°10'	292	(2007-2016)
86625	Juara-MT ^(A)	11°16'	57°31'	263	(2006-2016)
86662	Campo Novo dos Parecis-MT ^(A)	13°47'	57°50'	525	(2002-2016)
83405	Cáceres-MT ^(C)	16°03'	57°40'	118	(1990-2016)
83361	Cuibá-MT ^(C)	15°36'	56°06'	145	(1992-2016)

FONTE: Os autores (2018).

(A)- Estação Automática; (C)- Estação Convencional

No estudo de regionalização do coeficiente de cultivo no período seco para algumas das principais regiões produtoras e posterior estimativa da lâmina de

irrigação, foram realizadas simulações de cultivo do milho nas estações selecionadas, utilizando os dados da Tabela 2, que apresenta o cenário cultivo com data de início e distribuição das fases de desenvolvimento da cultura.

TABELA 2. Fases do ciclo da cultura do milho e períodos de cultivo adotados.

Fases do ciclo	Início da Fase
Fase I - Plantio até o estabelecimento da cultura (VE-V3)	01/05
Fase II - Crescimento vegetativo, floração, enchimento dos grãos (V4-R4)	16/05
Fase III - Maturação (R5/R6)	17/08

FONTE: Os autores (2018).

VE – emergência; V3 – terceira folha; V4 – quarta folha; VT – pendoamento; R5 – formação de dente; R6 – maturidade fisiológica.

Na estimativa do coeficiente de cultivo inicial ($Kc_{inicial}$) adotou-se o modelo físico-matemático sugerido por Albuquerque et al. (2001). Este método já foi empregado com sucesso por outros autores em distintas regiões do país, como Silva et al. (2017) que utilizaram o modelo na estimativa do Kc do milho para o Estado do Maranhão e Carvalho et al. (2006) que também empregaram a mesma equação para o Estado do Rio de Janeiro.

Em seus estudos sobre a determinação dos coeficientes de cultivos para distintas fases de desenvolvimento da cultura do Feijão, Mendonça et al. (2007) observaram que os valores de Kc estimados por essas equações de correção foram semelhantes aos obtidos por meio de lisímetros de pesagem. Segundo estes mesmos autores a correta estimativa dos coeficientes de cultivos é de grande importância na determinação da demanda hídrica das culturas, no entanto, na maioria das situações os praticantes da agricultura irrigada utilizaram os valores de coeficientes de cultivo sugeridos pela FAO, que podem levar a erros, pois estes índices devem ser obtidos de preferencialmente para as condições climáticas específicas em que serão utilizados.

As equações para a estimativa regional dos coeficientes de cultivos sugeridas por Albuquerque et al. (2001) utilizam valores de evapotranspiração de referência (ETo) e intervalo de umedecimento do solo (IE) na obtenção do coeficiente de cultivo inicial ($Kc_{inicial}$). Para a estimativa dos coeficientes de cultivo médio ($Kc_{médio}$) e final (Kc_{final}) utilizam dados de velocidade do vento a 2 m de altura, umidade relativa mínima, altura média das plantas na fase II ($h1$), altura média das plantas na fase III ($h2$). O coeficiente de cultivo inicial regionalizado foi obtido através da Equação 1.

$$Kci = 1,42 - 0,09 \cdot ETo - 0,11 \cdot IE + 0,004 \cdot ETo^2 + 0,003 \cdot IE^2 + 0,0003 \cdot ETo \cdot IE \quad (1)$$

em que,

Kci – Coeficiente de cultura inicial regionalizado, Adimensional;

ETo – Evapotranspiração de referência na fase I, $mm \cdot dia^{-1}$;

IE – Intervalo entre eventos de umedecimento do solo (chuva ou irrigação), dias;

A Evapotranspiração de referência (ETo), para cada uma das cidades utilizadas no estudo, foi estimada pelo método Penman-Monteith-FAO, cujo período base variou de acordo com os dados apresentado na Tabela 1. A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação- FAO e a Comissão Internacional de

Irrigação e Drenagem- ICID adotaram o modelo de Penman-Monteith como padrão na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) devido à sua formulação técnica e pela precisão obtida nas mais diferentes condições climáticas (BERNARDO et al., 2008). A Equação de Penman-Monteith-FAO, é descrita abaixo.

$$ET_o = \frac{[0,408.\Delta.(R_n - G) + \frac{900.U_2}{T+273} \cdot (e_s - e_a)]}{\Delta + \gamma.(1 + 0,34.U_2)} \quad (2)$$

em que,

ET_o = evapotranspiração de referência, mm.dia⁻¹;

R_n = saldo de radiação, MJ m⁻² dia⁻¹;

Δ = declividade da curva de pressão, kPa °C⁻¹;

G = fluxo de calor, MJ m⁻² dia⁻¹;

U₂ = velocidade do vento, m s⁻¹;

γ = constante psicrométrica, MJ kg⁻¹;

e_s = pressão de saturação de vapor, kPa;

T = temperatura média, °C);

e_a = pressão de vapor, kPa;

A técnica adotada no preenchimento de falhas nos dados diários das séries históricas, ou seja, a ausência de valores utilizados para estimar a ET_o pelo o método Penman-Monteith-FAO, foi rigorosamente observada, e foi adotado o procedimento de preenchimento padrão recomendado no Boletim nº 56 da FAO, Allen et al. (1998), que recomendam, que dias sem dados no mês, adota-se a média do mês em questão para o preenchimento da falha. A equação de Penman-Monteith/FAO-56 é considerada internacionalmente a mais precisa na estimativa da ET_o, entretanto este apresenta restrições de utilização devido a exigência de muitos parâmetros meteorológicos para sua execução (PALARETTI et al., 2014).

Para estimativa dos coeficientes de cultivos médio (K_c_médio) e final (K_c_final) foram utilizadas as equações 2 e 3, sugeridas por Pereira e Allen (1997), que utilizam dados climáticos diários referentes à umidade relativa do ar mínima e velocidade média do vento e informações referentes a altura média de plantas, de acordo com as equações 2 e 3 descritas abaixo.

$$K_{cm} = K_{cm}(FAO) + [0,04(U_2 - 2) - 0,004(U_{Rmin} - 45)] \cdot (h_1/3)^{0,3} \quad (3)$$

$$K_{cf} = K_{cf}(FAO) + [0,04(U_2 - 2) - 0,004(U_{Rmin} - 45)] \cdot (h_2/3)^{0,3} \quad (4)$$

K_{cm} – Coeficiente de cultura médio (K_c_médio regionalizado), Adimensional;

K_{cf} – Coeficiente de cultura final (K_c_final regionalizado), Adimensional;

K_{cm} (FAO) – Coeficiente de cultura médio do milho sugerido pela FAO de acordo com Doorenbos e Pruitt (1977), Adimensional;

K_{cf} (Padrão) – Coeficiente de cultura final do milho sugerido pela FAO de acordo com Doorenbos e Pruitt (1977), Adimensional;

ET_o – Evapotranspiração de referência na fase I, mm.dia⁻¹;

IE – Intervalo entre eventos de umedecimento do solo (podendo ser resultante de chuva ou irrigação), dias;

U₂ – Velocidade média do vento a 2 m de altura, m.s⁻¹;

U_{Rmín} – Umidade relativa mínima do ar, %;

h₁ – Altura média da cultura do milho na fase II, m;

h2 – Altura média da cultura do milho na fase III, m.

Os valores de Kc_médio (FAO) e Kc_final (FAO) adotados foram 1,20 e 0,35, respectivamente, obtidos do boletim FAO 56. A altura das plantas adotada nas fases II e III foi de 2 m e o intervalo entre eventos de umedecimento utilizado foi de quatro dias. Os parâmetros (U_2 e UR_{min}) foram obtidos levando-se em consideração o número de dias correspondentes a cada uma das fases de desenvolvimento da cultura (Tabela 2). A partir dos resultados de coeficientes de cultivos (Kc) estimados para a cultura do milho correspondente a cada estação meteorológica utilizada, foram geradas tabelas que apresentam os valores de Kc corrigidos para os meses de maior demanda hídrica, identificados na série histórica, permitindo compará-los com os sugeridos no boletim 56 da FAO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de coeficientes de cultivos regionalizados obtidos para a cultura do milho nas cidades estudadas variaram de 0,73 a 0,84; 1,01 a 1,26; e 0,25 a 0,47 para as fases de desenvolvimento inicial, média e final, respectivamente, e foram diferentes dos coeficientes recomendados pela FAO. Os resultados estimados neste estudo, para essas cidades do Estado do Mato Grosso, apresentaram a mesma tendência dos valores de Kc obtidos nos estudos de Silva et al. (2017), para o Estado do Maranhão e Carvalho et al. (2006), para o Estado do Rio de Janeiro.

Na cultura do milho os valores de coeficientes de cultivo inicial, médio e final regionalizados, para a maioria dos meses, foram superiores aos valores sugeridos pela FAO, especialmente para as fases I e III, como pode ser observado na Tabela 3.

TABELA 3- Valores de Kc sugeridos pela FAO e regionalizados para diferentes cidades e meses.

Cidade	Mês	Coeficiente de cultivo (FAO)			Coeficiente de cultivo (Regionalizado)		
		Fases da Cultura			Fases da Cultura		
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase I	Fase II	Fase III
Sorriso-MT	Maio	0,3			0,82		
	Junho		1,2			1,15	
	Julho		1,2			1,15	
	Ago		1,2	0,35		1,15	0,30
	Set			0,35			0,32
Sinop-MT (Gleba celeste)	Maio	0,3			0,73		
	Junho		1,2			1,11	
	Julho		1,2			1,27	
	Ago		1,2	0,35		1,25	0,40
	Set			0,35			0,39
Querência-MT	Maio	0,3			0,83		
	Junho		1,2			1,13	
	Julho		1,2			1,21	
	Ago		1,2	0,35		1,26	0,41
	Set			0,35			0,34
Campo Verde-MT	Maio	0,3			0,83		
	Junho		1,2			1,12	
	Julho		1,2			1,24	
	Ago		1,2	0,35		1,26	0,41
	Set			0,35			0,47

São José do Rio Claro-MT	Maio	0,3		0,76		
	Junho		1,2		1,02	
	Julho		1,2		1,10	
	Ago		1,2	0,35	1,10	0,25
	Set			0,35		0,28
Tangará da Serra-MT	Maio	0,3		0,80		
	Junho		1,2		1,09	
	Julho		1,2		1,22	
	Ago		1,2	0,35	1,20	0,35
	Set			0,35		0,37
Rondonópolis-MT	Maio	0,3		0,76		
	Junho		1,2		1,06	
	Julho		1,2		1,15	
	Ago		1,2	0,35	1,16	0,31
	Set			0,35		0,36
Alta Floresta-MT	Maio	0,3		0,84		
	Junho		1,2		1,12	
	Julho		1,2		1,23	
	Ago		1,2	0,35	1,20	0,35
	Set			0,35		0,30
Juara-MT	Maio	0,3		0,83		
	Junho		1,2		1,03	
	Julho		1,2		1,11	
	Ago		1,2	0,35	1,12	0,27
	Set			0,35		0,27
Campo Novo dos Parecis-MT	Maio	0,3		0,80		
	Junho		1,2		1,04	
	Julho		1,2		1,17	
	Ago		1,2	0,35	1,15	0,30
	Set			0,35		0,35
Cáceres-MT	Maio	0,3		0,75		
	Junho		1,2		1,01	
	Julho		1,2		1,11	
	Ago		1,2	0,35	1,11	0,26
	Set			0,35		0,30
Cuiabá-MT	Maio	0,3		0,75		
	Junho		1,2		1,09	
	Julho		1,2		1,19	
	Ago		1,2	0,35	1,19	0,34
	Set			0,35		0,38

FONTE: Os autores (2018).

Na análise dos valores da Tabela 3, pode-se verificar, que para todas as cidades avaliadas os coeficientes de cultivos preconizados pela FAO, quando comparados com os coeficientes regionalizados encontrados neste trabalho, foram inferiores para a fase inicial de desenvolvimento da cultura, onde o regionalizado para a cultura foi mais que o dobro do que o sugerido pela FAO, assim a adoção do Kc_inicial FAO para as condições climáticas do Estado do Mato Grosso, leva a subestimativas da lâmina de irrigação a ser aplicada e o milho estaria exposto a maiores riscos de sofrer estresse hídrico na fase inicial do ciclo que poderia resultar em menores produtividades.

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram ainda que, para as cidades de Sorriso, São José do Rio Claro, Rondonópolis, Juara, Campo Novo dos Parecis,

Cáceres e Cuiabá, todos os valores de coeficientes de cultivos regionalizados obtidos nesse estudo, foram menores do que os sugeridos pela FAO, para a fase II. No entanto, para as cidades de Sinop (Estação de Gleba Celeste), Querência, Campo Verde e Tangará da Serra apenas no mês de junho apresentaram valores inferiores aos sugeridos no boletim 56 da FAO, nessas situações que levam a superestimativa da lâmina de irrigação a ser aplicada, favorecem a lixiviação de nutrientes, gastos desnecessários com eletricidade e mão-de-obra (SILVA et al., 2017).

Nos meses de julho e agosto as cidades de Sinop (Estação de Gleba Celeste), Querência, Campo Verde e Tangará da Serra os coeficientes de cultivo sugeridos pela FAO foram inferiores aos valores regionalizados o que pode resultar na aplicação de água menor que a quantidade necessária, expondo a cultura a maiores riscos de déficit hídrico na fase II, o que acarretaria em perdas significativas de produtividade.

Para a fase III que corresponde a maturação dos grãos os coeficientes de cultivos regionalizados, para todos os meses, foram superiores aos recomendados pela FAO para as cidades de Sinop (Estação de Gleba Celeste) e Campo Verde, já para as cidades de Sorriso, São José do Rio Claro, Juara e Cáceres os valores dos coeficientes de cultivos regionalizados, para todos os meses na fase III, foram inferiores aos sugeridos pela FAO.

Santos et al. (2014) estudando o coeficiente de cultivo para a cultura do milho, nas condições climáticas de Mossoró/RN, observaram valores diferentes em relação aos sugeridos pela FAO em todas as fases de desenvolvimento. Sendo que os valores estimados foram superiores na fase inicial de desenvolvimento e valores inferiores nas fases de crescimento vegetativo, floração e maturação fisiológica. Padrões semelhantes também foram observados nos trabalhos de Souza et al. 2015, nas condições climáticas de Petrolina-PE, onde verificaram que os valores de Kc obtidos para a cultura do milho foram distintos dos recomendados pela FAO.

SILVA et al. (2014), em seus estudos sobre o coeficiente de cultivo para a cana-de-açúcar, chegaram a conclusão que os coeficientes de cultivo sugeridos pela FAO, para esta cultura, não são apropriados para regiões tropicais e necessitam de ajustes para sua utilização. Entretanto, Souza et al. (2011) estudando a evapotranspiração e coeficiente de cultivo da cultura do pimentão chegaram a conclusão que os valores do Kc nas fases de desenvolvimento inicial, média e final situaram-se próximos dos sugeridos no boletim FAO-56. Barbosa et al. 2015 chamam a atenção para a necessidade de obtenção de valores regionais dos coeficientes de cultivo, uma vez que estes podem variar de acordo com as condições climáticas em que estão sendo avaliados.

Para Silva et al. (2017) a obtenção de valores de coeficiente de cultivo em uma determinada condição climática, estimados com base no método de Penman-Monteith- FAO, devem ser considerados representativos, uma vez que este modelo é considerado um dos mais eficientes na representação do fenômeno biofísico da evapotranspiração, por isso foi adotado como padrão pela FAO.

CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados obtidos foi possível estabelecer as seguintes conclusões:

- Os valores de coeficientes de cultivo regionalizados, obtidos nesse trabalho, foram distintos dos sugeridos pela FAO em todas as cidades avaliadas e para as diferentes fases de desenvolvimento da cultura do milho;

- Os coeficientes de cultivo regionais para a cultura do milho, estimados para as diferentes localidades estudadas, variaram de 0,73 a 0,84; 1,01 a 1,26; e 0,25 a 0,47, para as fases inicial, média e final, respectivamente;

- Os resultados obtidos nesse estudo reforçam a necessidade de estudos regionais dos coeficientes de cultivo utilizados na estimativa da demanda hídrica das culturas agrícolas.

REFERÊNCIAS

ADORIAN, G. C.; LORENÇONI, R.; NETO, D. D. & REICHARDT, K. Evapotranspiração potencial e coeficiente da cultura de dois genótipos de arroz de terras altas. **Brazilian Journal Of Agriculture-Revista de Agricultura**, v. 90, n. 2, p. 128-140, 2015. Disponível em: <<http://www.revistadeagricultura.inf.br/index.php/revistadeagricultura/article/view/190>>

ALBUQUERQUE, P. E. P.; ANDRADE JUNIOR, A. S.; SOUSA, F.; SEDIYAMA, G. C.; BEZERRA, J. R. C.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Coeficientes de cultivo das principais culturas anuais. **Revista ITEM – Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, n.52/53, p.49-57. 2001. Disponível em: <<http://www.abid.org.br/revistas/52-53-item.htm>>.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M.; Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (**FAO-irrigation and drainage paper, 56**). Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/40878584/Allen_FAO1998.pdf ?

AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1522356472&Signature=j9t0SOjm%2B%2Blnw2urflhy0FPKRp4%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAllen_FAO1998.pdf>.

ANDRADE, A.R.S.; CRUZ, A.F.S.; CAVALCANTE, E.C.S.; ALBUQUERQUE, J.C.F.; SOUZA, W. M. Estimativa da evapotranspiração e dos coeficientes de cultura para diferentes fases de desenvolvimento da melancia. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.6, n.5, p.1417-1429. set. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233115/27030>>.

BARBOSA, B. D. S.; OLIVEIRA, F. G & FIGUEIREDO, F. P. Determinação do coeficiente de cultivo (Kc) do capim tanzânia irrigado no norte de Minas Gerais. **Irriga**, v. 1, n. 2, p. 11, 2015. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2032>>. doi: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2015v1n2p11>

CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S.; SILVA, W. A.; SOUZA, W. J.; SOBRINHO, T. A. Demanda hídrica do milho de cultivo de inverno no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.112–118, jan/mar. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v10n1/v10n1a17.pdf>>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662006000100017>.

CARVALHO, I. R.; DE SOUZA, V. Q.; FOLLMANN, D. N.; NARDINO, M.; SCHMIDT, D.; WESTPHALEN, F & WESTPHALEN, F. Desempenho agrônomo de híbridos de milho em ambiente irrigado e sequeiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia-GO, v. 10, **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.27; p. 28 2018

n. 18, p. 1144-1153, 2014. Disponível em: <
<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/desempenho%20agronomico.pdf>>.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Guidelines for predicting crop water requirements. Rome, FAO,. 144p.1977. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

FERREIRA, V. M.; KLAR, A. E.; JÚNIOR, A. S. A.; BASTOS, E. A & OLIVEIRA, S. R. M. Evapotranspiração e coeficiente de cultura da melancia na microrregião de Teresina, PI, Brasil/Watermelon evapotranspiration and crop coefficient in Teresina microregion-Piaui, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 488, 2015. Disponível em: <
<https://search.proquest.com/openview/eee41065cac3479c9b3c0f21d85c0330/1?pq-origsite=gscholar&cbl=286205>>. doi 10.14295/CS.v6i4.609

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. F.; BERNARDO, S.; SUGAWARA, M. T.; PEÇANHA, A. L & GOTTARDO, R. D. Determinação do coeficiente cultural (Kc) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n.5, p. 471-475, 2007. Disponível em:<
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000500004&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. doi: 10.1590/S1415-43662007000500004

PALARETTI, L. F.; MANTOVANI, E. C.; SEDIYAMA, G. C. Análise da sensibilidade dos componentes da equação de Hargreaves-Samani para a região de Bebedouro-SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 29, n. 2, p. 299-306, 2014. Disponível em: <
<http://200.145.6.238/handle/11449/109952>>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-77862014000200012>

PEREIRA, L.S; ALLEN, R.G.; Novas aproximações aos coeficientes culturais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.3, n.4, p.118-143, set/dez. 1997.

SANTOS, W. O.; SOBRINHO, J. E.; DE MEDEIROS, J. F.; DE MOURA, M. S. B & DA COSTA NUNES, R. L. Coeficientes de cultivo e necessidades hídricas da cultura do milho verde nas condições do semiárido brasileiro. **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 559, 2014. Disponível em:< <http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/529>>. doi: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2014v19n4p559>

SILVA, E. R. A. C., MORAIS, Y. C. B., SILVA, J. F., GALVINCÍO, J. D. Consumo de água na irrigação para cultivo da bananeira nas condições edafoclimáticas da bacia do riacho do Pontal no semiárido pernambucano (Water consumption irrigation for banana farming in edaphoclimatic conditions of the stream of Pontal basin...). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 3, p. 921-937, 2015b. Disponível em:< <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233606>>.

SILVA, V.P.R.; TAVARES, A.L.; SOUSA, I.F. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo simples e dual do coentro. **Horticultura brasileira**, v. 31, n. 2, abr/jun. 2013. Disponível em:< <http://cms.horticulturabrasileira.com.br/index.php?>

option=com_content&view=article&id=5&Itemid=121&artigo=http://cms.horticulturabrasileira.com.br/images/stories/31_2/201331212.pdf>.

SILVA, V. P. R.; BORGES, C.J.R.; ALBUQUERQUE, W.G.; Necessidades hídricas da cana-de-açúcar cultivada em clima tropical. **Semina**, v. 35, n. 2, p. 625-632, mar/abr. 2014. Disponível em:< <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/12734> >. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n2p625.

SILVA, V. P. R.; GARCÊZ, S. L. A.; SILVA, B. B.; ALBUQUERQUE, M. F.; ALMEIDA, R. S. R. Métodos de estimativa da evapotranspiração da cultura da cana-de-açúcar em condições de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19(5): 411-417, 2015a. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Bernardo_Barbosa_Silva/publication/282380402_Methods_for_estimating_the_sugarcane_evapotranspiration_under_rainfed_conditions/links/56b12f3b08ae56d7b069fcd5.pdf. Acesso em: 31 dez. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p411-417>.

SILVA, W. A.; SANTANA, J. S.; DA SILVA, C. M & NUNES, A. A. Regionalização de coeficiente de cultivo aplicado no planejamento da agricultura irrigada no Estado do Maranhão–Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 5, 2017. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v37n5/1809-4430-eagri-37-05-0953.pdf>>. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v37n5p953-960/2017>

SOUZA, A.P.; BATISTA ALVES PEREIRA, J.; DUARTE BATISTA DA SILVA, L.; MARINHO GUERRA, J. G & FONSECA DE CARVALHO, D. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/html/3030/303026595009/>>. doi: 10.4025/actasciagron.v33i1.5527

SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G. C.; SILVA, T. G. F. Requerimento hídrico e coeficiente de cultura do milho e feijão-caupi em sistemas exclusivo e consorciado. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, 2015. Disponível em:< <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3631>>.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (**Publications in Climatology**, vol. VIII, n.1).