

## COMPILAÇÃO DE COEFICIENTES DE CULTURA (Kc) DETERMINADOS EM CONDIÇÕES BRASILEIRAS

Anderson Soares Pereira<sup>1</sup>, Edgard Henrique dos Santos<sup>2</sup>, Silvio Roberto Medeiros Evangelista<sup>3</sup>, Eduardo Delgado Assad<sup>4</sup>, Luciana Alvim Santos Romani<sup>5</sup>, Adriano Franzoni Otavian<sup>6</sup>

**ABSTRACT** – This study is a bibliographical research about crop coefficients (Kc) obtained in Brazilian conditions. The results showed that Kc values must be standardized, mainly in relation to its determination and presentation. Kc determinations needs to include a larger number of crops and with larger representation of the environmental conditions.

### INTRODUÇÃO

Para realizar estimativas de evapotranspiração da cultura (ETc) o procedimento usual é utilizar estimativas da evapotranspiração de referência (ETo), corrigidas por um *coeficiente de cultura* (Kc). Esse coeficiente de ajuste é determinado pela relação:

$$Kc = (ETc / ETo) \quad (1)$$

Os valores de Kc variam com a cultura e com seu estágio de desenvolvimento, sendo apresentado em tabelas por Doorenbos e Pruitt (1977) e descrito para diferentes culturas por Doorenbos e Kassam (1994). Esses valores foram baseados em pesquisas desenvolvidas em diferentes regiões do mundo, porém, sabe-se que os valores de Kc variam de acordo com as condições edafoclimáticas, assim como com a cultivar ou variedade empregada.

Os valores de Kc são muito utilizados para a determinação das necessidades hídricas das culturas, tanto em termos de manejo da água de irrigação como também no planejamento de sistemas hidroagrícolas, assumindo atualmente grande importância na análise de processos de concessão de outorga de uso da água de irrigação, realizados pela Agência Nacional de Águas (ANA), a nível federal, e pelos departamentos e institutos de gestão das águas, a nível estadual. Para contribuir com a ANA nesses processos, a Embrapa Informática Agropecuária vem desenvolvendo um módulo para auxiliar na determinação das necessidades hídricas das culturas, empregando informações do Sistema Agritempo ([www.agritempo.gov.br](http://www.agritempo.gov.br)), cuja primeira versão foi apresentada por Santos et al. (2003). Durante o desenvolvimento desse módulo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica sobre os coeficientes de cultura (Kc), determinados em condições brasileiras, visando a obtenção de estimativas mais precisas do consumo de água pelas culturas. Durante essa pesquisa constataram-se diversos problemas que são relatados neste artigo, objetivando fornecer informações importantes para o desenvolvimento de pesquisas e redação de trabalhos nessa área.

### MATERIAL E MÉTODOS

Para a pesquisa de coeficientes de cultura determinados em condições brasileiras, foi estabelecido o critério de consultas a trabalhos avaliados por

revisores científicos, como teses de doutorado, dissertações de mestrado e publicados em revistas indexadas. Essa pesquisa bibliográfica segue em andamento, pois muitos trabalhos publicados ainda não foram consultados, assim como outros novos trabalhos que estão sendo publicados, porém, a experiência já adquirida nesse processo revela aspectos muito interessantes a serem considerados na análise de novas publicações.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, constatou-se que todos os trabalhos consultados foram desenvolvidos de maneira criteriosa, porém, alguns procedimentos de pesquisa e de apresentação dos resultados dificultaram a formação de uma base de dados de Kc com critérios abrangentes, a saber:

- *Valores de Kc determinados com base em diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ETo):* São apresentados valores de Kc com base na ETo estimada pelos métodos de Penman-Monteith, Penman, Radiação Solar, Tanque Classe “A”, Hargreaves, Linacre, Thorntwaite, entre outros. Alguns trabalhos apresentam valores de Kc para diferentes métodos, mas em sua maioria somente para ETo estimada pelo método de Penman ou do tanque classe “A”. Conforme verificado nos trabalhos e também relatado por Pereira et al. (1997), os valores de Kc variam de acordo com o método de estimativa de ETo empregado;

- *Variedades ou cultivares que não são mais cultivadas:* muitas das variedades ou cultivares empregadas nos trabalhos não são mais utilizadas, sendo portanto questionável o emprego desses valores para as variedades ou cultivares mais recentes;

- *Apresentação de valores de Kc em função do tempo:* Alguns trabalhos apresentam valores de Kc obtidos em períodos médios de 5 dias, 10 dias, 15 dias ou mensal; outros em dias após o plantio (DAP) ou dias após a semeadura (DAS); outros trabalhos apresentam equações de regressão onde se obtém o Kc em função de DAP ou DAS. Se o intervalo de tempo entre valores de Kc apresentados for muito longo, interpolações para obtenção de valores intermediários são necessárias, com menor precisão nos resultados;

- *Para uma mesma cultura, os ciclos fenológicos ou estádios de desenvolvimento são apresentados de maneira diferenciada:* Alguns trabalhos apresentam valores de Kc em função do estágio de desenvolvimento da cultura, porém esses estádios são apresentados de maneira diferenciada nos diversos trabalhos, dificultando a comparação dos valores de Kc entre eles. Alguns autores apresentam os valores de Kc em função dos ciclos fenológicos, conforme apresentado por Doorenbos e Kassam (1994) ou em

<sup>1</sup> Dr. em Irrigação e Drenagem, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, CP 69, CEP 13820-000, Jaguariúna, SP. email: [anderson@cnpma.embrapa.br](mailto:anderson@cnpma.embrapa.br).

<sup>2</sup> B.Sc. em Ciência da Computação, Técnico de Nível Superior da Embrapa Informática Agropecuária.

<sup>3</sup> Dr. em Engenharia Elétrica, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

<sup>4</sup> Dr. em Agroclimatologia e Sensoriamento Remoto, Pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária.

<sup>5</sup> MSc. em Ciência da Computação pelo IC/Unicamp, pesquisadora da Embrapa Informática Agropecuária.

<sup>6</sup> B.Sc. Engenharia da Computação, Técnico Nível Superior I da Embrapa Informática Agropecuária.

estádios de desenvolvimento, descritos nas tabelas de Kc em Doorenbos e Pruitt (1977);

- *Grande número de trabalhos referentes a uma mesma cultura:* Na Tabela 1 observa-se o grande número de trabalhos envolvendo as culturas de feijão (25,8% do total) e milho (12,9% do total), indicando a necessidade de pesquisas envolvendo um maior número de culturas em condições brasileiras. A Embrapa Hortaliças apresenta diversos valores de Kc para hortaliças nas publicações de Marouelli et. al. (2001) e Marouelli et. al. (1996).

Tabela 1. Número de trabalhos desenvolvidos para a determinação dos coeficientes de cultura (Kc) por tipo de cultura. (OBS: Os trabalhos científicos que apresentavam os mesmos resultados das teses ou dissertações não foram computados).

Cultura	Número de Trabalhos	Cultura	Número de Trabalhos
Feijão	16	Cenoura	1
Milho	8	Chicória	1
Batata	4	Ervilha	1
Café	3	Feijão-guandu	1
Cana de açúcar	3	Mamão	1
Citros	3	Melancia	1
Trigo	3	Melão	1
Alface	2	Repolho	1
Algodão	2	Soja	1
Arroz	2	Sorgo	1
Feijão caupi	2	Tomate	1
Maracujá	2	Videira	1
<b>TOTAL DE TRABALHOS: 62</b>			

- *Estados brasileiros com poucos trabalhos desenvolvidos:* Na Tabela 2 observa-se o grande número de trabalhos desenvolvidos no estado de São Paulo, representando 51,6% daqueles consultados, devido principalmente à localização de universidades e centros de pesquisa, onde trabalhos de determinação de Kc são desenvolvidos como teses e dissertações. Isso evidencia a necessidade do desenvolvimento de pesquisas mais abrangentes nos demais estados brasileiros.

Com base nos relatos e resultados citados, conclui-se que para facilitar a construção de um banco de dados abrangente e representativo de valores de Kc para as condições brasileiras, é necessário que haja uma padronização nas suas determinações e na apresentação de resultados. As determinações de Kc necessitam abranger um maior número de culturas e devem ser desenvolvidas nos diversos estados brasileiros, com maior representatividade das condições edafoclimáticas.

Tabela 2. Número de trabalhos desenvolvidos para a determinação dos coeficientes de cultura (Kc) para os diferentes estados do Brasil. (OBS: Os trabalhos científicos que apresentavam os mesmos resultados de teses ou dissertações não foram computados).

Estado	Número de Trabalhos
SP	32
GO	8
RS	6
MG	5
PI	5
CE	2
PB	2
MT	1
RJ	1
<b>Total</b>	<b>62</b>

## REFERÊNCIAS

- Doorenbos, J.; Kassam, A.M. *Efeito da água no rendimento das culturas*. Campina Grande: FAO, 1994 (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem 33).
- Doorenbos, J.; Pruitt, W.O. *Guidelines for predicting crop water requirements*. 2 ed. Rome: FAO, 1977 (FAO Irrigation and Drainage Paper 24).
- Marouelli, W.A.; Silva, W.L.C.; Silva, H.R. *Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001.
- Marouelli, W.A.; Silva, W.L.C.; Silva, H.R. *Manejo da irrigação em hortaliças*. 5 ed. Brasília: 1996.
- Pereira, A.R.; Villa Nova, N.A.; Sedyama, G.C. *Evapo(Transpi)Ração*. 1. Ed. Piracicaba: FEALQ, 183p.
- Santos, E.H, Pereira, A.S; Assad, E.D.; Evangelista, S.R.M. *Análise automática de outorga de recursos hídricos para irrigação*. 1.ed. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2003 (Comunicato Técnico 57)