

CÁLCULO DO COEFICIENTE DE CULTURAS AGRÍCOLAS VIA SOFTWARE

João Pedro Del Colli da Silva¹, Osvaldo Cesar Pinheiro de Almeida¹, Enzo Dal Pai²,

¹Estudante de Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – FATEC-BOTUCATU –

joao.silva707@fatec.sp.gov.br

¹Professor no curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas – FATEC-BOTUCATU –

osvaldo.almeida@fatec.sp.gov.br

²Professor do Departamento de engenharia Agrícola e Socioeconomia – UNESP-FCA-BOTUCATU-SP –

enzo-dal.pai@unesp.br

RESUMO

A produção de alimentos no planeta é uma atividade que consome muita água. Com as mudanças climáticas, a disponibilidade de água futura está ameaçada. É necessário se otimizar o uso da água em todas as atividades. O uso de coeficientes de culturas agrícolas permite uma boa otimização no uso da água: o uso destes coeficientes permite se reservar/otimizar o uso da água em épocas em que as culturas estão consumindo maior quantidade de água. Porém o uso destes coeficientes pode ser negligenciado por ser de difícil recuperação: o uso de tabelas. Neste trabalho desenvolveu-se um software que contém todos os valores tabelados das culturas agrícolas, junto com todos os cálculos do uso de água pelas culturas. O software permitiu se elaborar um balanço hídrico climatológico de controle de irrigação. O software indica o teor atual de água no solo, os dias de irrigação e as lâminas a serem utilizadas.

Palavras-chave: Irrigação; Java; coeficiente de cultura; lâminas de irrigação.

1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global tem provocado alteração significativa no clima: catástrofes climáticas e eventos extremos climáticos tem se tornado mais comuns. O aumento na temperatura tende a aumentar a evaporação natural da água (e consequentemente da evapotranspiração). A disponibilidade de água para futuras gerações podem estar sendo afetada pelo atual sistema de consumo (ALLEN et al., 1998; BATES et al., 2008).

Na produção de alimentos, a irrigação é uma técnica que poderá e deverá ter sua utilização aumentada no futuro: ao se irrigar se eleva a produtividade de praticamente qualquer cultura agrícola. No feijão, a irrigação duplica a produtividade; no arroz a produtividade aumenta 3 a 4 vezes quando se irriga (FIGUEIREDO et al., 2006).

O manejo de irrigação não é simples: há variáveis locais de clima, há variáveis da espécie e variedade da planta e há variáveis do solo. Todas as variáveis devem ser consideradas no correto manejo da irrigação. O correto manejo da irrigação é o que condiciona a zona radicular das plantas a uma condição hídrica adequada para aquela planta.

As diferentes plantas agrícolas apresentam diferentes comportamentos quanto ao consumo de água. Essas diferenças no consumo de água podem ser diferenças tanto no volume de água consumido quanto no tempo: o consumo de águas não é igual ao longo do seu ciclo. Plantas tendem a consumir mais água no início e meio do período reprodutivo; no início do desenvolvimento da planta o volume consumido de água depende do manejo; e no final plantas tendem a consumir pouca água.

Essa diferença entre culturas foi exaustivamente pesquisada e uma boa síntese sobre esses resultados é encontrada na obra FAO *Irrigation and Drainage Paper* n. 56 – *Crop Evapotranspiration* (ALLEN et al., 1998) – material endossado pela FAO, agência de alimentos da ONU.

Esta obra apresenta tabelas com valores específicos para culturas agrícolas mais populares no planeta. Também apresenta toda a metodologia de cálculo de água necessária para irrigação: evapotranspiração, umidade no solo, fator de depleção da cultura e profundidade do sistema radicular. Boa parte destes cálculos exigem consultas a valores específicos (das culturas agrícolas) em tabelas e gráficos. Softwares são excelentes ferramentas neste tipo de aplicação.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um software que realiza os cálculos previstos no manual da FAO para manejo de irrigação, fazendo uso das tabelas consideradas referência contidas no manual da FAO. O objetivo do software também é fornecer um cronograma completo da irrigação, disponibilizando os dias de irrigação e as lâminas a serem aplicadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O software foi desenvolvido em linguagem de programação computacional JAVA. Uma linguagem orientada a objetos, que foi escolhida por oferecer bons recursos para desenvolvimento e apresentação dos resultados, além de gerar aplicações multiplataformas de fácil distribuição. Para manipulação do código de programação foi utilizado o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) NetBeans IDE 8.0.1. Estas plataformas são gratuitas e de livre acesso (ORACLE, 2024).

Para elaboração dos cálculos, as tabelas dos coeficientes de culturas agrícolas, seus respectivos períodos e durações no campo (e suas respectivas fases de desenvolvimento), valores de depleção e profundidade do sistema radicular foram digitadas e integradas ao software. Estas tabelas presentes no Manual de Evapotranspiração da FAO são consideradas referência mundial para manejo de irrigação (ALLEN et al., 1998).

A entrada de dados no software consiste em informações sobre o clima. O usuário deve entrar com informações sobre o clima (valores de uma série climática – facilmente obtida em páginas na internet). O software calcula a evapotranspiração mensal e diária média. Na apresentação dos resultados é oferecido ao usuário a oportunidade de informar os volumes de chuva que possam ocorrer no período. Todos os cálculos seguem a metodologia descrita no *FAO Irrigation and Drainage Paper* n. 56 – *Crop Evapotranspiration* (Allen et al., 1998).

O usuário deverá informar a cultura e o tipo de solo. O software calculará os valores de água que o solo pode reter e o volume de água consumido por dia. O software apresentará uma tabela final com todas as informações diárias da cultura, com os respectivos dias e lâminas de irrigação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 apresenta a tela inicial do software, onde o usuário escolhe por um novo projeto ou por acompanhar um projeto já em acompanhamento:

Figura 1 - Tela inicial do software



A Figura 2 apresenta a entrada de dados climatológicos. Os dados a serem inseridos são valores de uma série climatológica e da latitude local. Ainda é oferecido ao usuário a opção de adicionar o aumento da temperatura da mudança global nos cálculos. Caso a série utilizada seja antiga, recomenda-se utilizar esta opção.

Figura 2 - Tela entrada de dados climáticos.

Na tela de escolha da cultura o usuário pode escolher entre várias plantas com valores de irrigação conhecidos na literatura mundial. Os parâmetros de cada cultura foram obtidos no Manual de Evapotranspiração da FAO (FAO, 2008). Na Figura 3 é apresentada a tela principal do programa:

Figura 3 - Tela escolha da cultura.

Na Figura 3 observa-se a entrada de dados do usuário. O usuário tem a liberdade de escolher a cultura e sua duração. A data de plantio deve ser informada. Os valores dos coeficientes de cultura são apresentados no gráfico da parte inferior esquerda. Os valores

podem ser personalizados. Há ainda a opção para correção dos coeficientes para climas mais secos ou mais úmidos.

Para funcionamento do software o usuário precisa entrar com dados do solo. Ao escolher algum tipo específico de solo, o software atribui os valores médios deste tipo de solo (valores de densidade, capacidade de campo e ponto de murcha permanente). Para auxiliar o usuário, existe uma caixa na parte inferior esquerda da tela principal com esses valores típicos para cada tipo de solo. A Figura 4 apresenta esta tela:

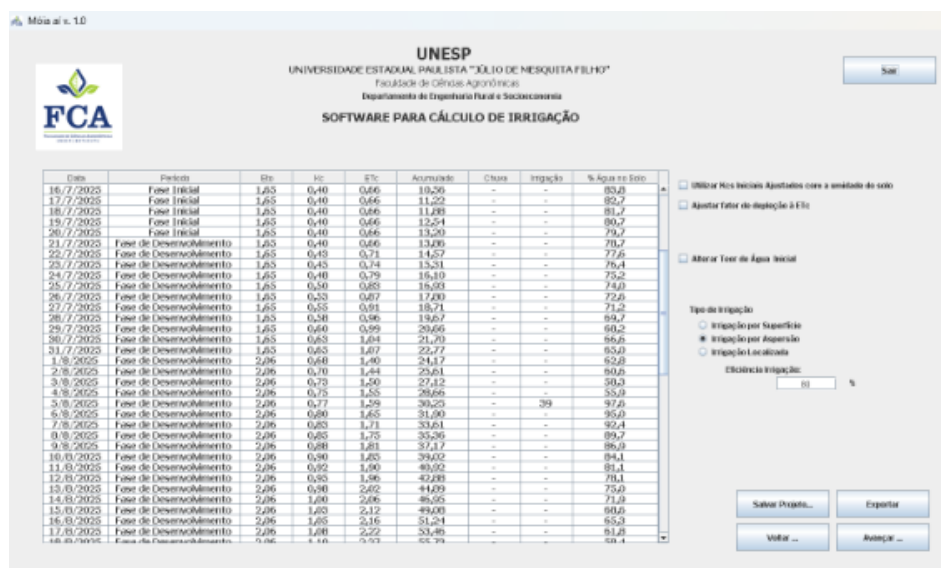
Figura 4 - Tela escolha da cultura.

Tipo de Solo	Capacidade de Campo (%)	Ponto de Murcha Permanente (%)
Areia	10,0	1,0
Areia Grossa	12,0	1,0
Areia Média	14,0	1,0
Areia Fina	16,0	1,0
Silte	18,0	1,0
Argila	20,0	1,0

Em seguida o usuário deve escolher a profundidade das raízes e o fator de depleção a ser usado. Estes valores são completados automaticamente pelo software, com base nas tabelas do Manual da FAO de evapotranspiração. A opção de o usuário personalizar estes valores é oferecida.

Após esta etapa o software calcula a DTA, a CTA e a IRN. Lembrando que estes valores são teóricos e dados como os necessários para o sucesso da irrigação. Nesta etapa o usuário deve informar o tipo de irrigação (e/ou sua eficiência média). Diferentes tipos de irrigação têm diferentes faixas de eficiência, com a grande tendência de irrigações por superfície (inundações e sulcos) terem eficiências menores (por volta de 50%); irrigações localizadas são as mais eficientes, com eficiências globais acima dos 90% (Solomon; Keller, 1978). Irrigações realizadas por aspersão apresentam um valor médio, de 60 a 80%. Com o valor da eficiência o software calcula a irrigação total necessária, que representa a quantidade real de água que a irrigação deve fornecer.

Figura 5 - Tela do controle de irrigação.



Na Figura 5 observa-se o resultado: a tabela contendo os valores das datas, a fase do desenvolvimento, o valor da evapotranspiração de referência, o valor do coeficiente de cultura na data, o valor da evapotranspiração de cultura, o valor acumulado e as lâminas a serem irrigadas (com suas respectivas datas). O software apresenta também o nível relativo de água no solo na data.

O software apresenta uma grande virtude de ter os valores tabelados da FAO em seu banco de dados, permitindo a apresentação destes dados de maneira rápida e simplificada aos agricultores. A procura por estes valores é o que induz muitas vezes agricultores a erros em sistemas de irrigação. A tolerância à deficiência hídrica de cada planta é diferente, logo, a condução da irrigação de diferentes culturas também será diferente caso a caso (Bernardo; Soares; Mantovani, 2006; Souza; Matsura, 2004).

Valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente são obtidos em laboratório. É uma análise física do solo (diferente da análise de fertilidade do solo). Esta análise deve ser realizada com amostras indeformadas de solo (também diferente do tradicional teste de fertilidade do solo). Esta dependência de um laboratório também desencoraja agricultores a seguir o rito correto do dimensionamento de sistemas de irrigação. No software é possível se realizar os cálculos sem a necessidade do laboratório (Bernardo; Soares; Mantovani, 2006). Valores médios são sugeridos. Para quem tiver a possibilidade de ter uma análise física do solo, o software está aberto a essa possibilidade também.

4 CONCLUSÕES

O software foi desenvolvido e apresentou bom desempenho. Lâminas teóricas e reais de irrigação são facilmente calculadas com o software, com entrada de poucas informações necessárias. O cronograma completo ofertado pelo software de irrigação permite um controle total da operação.

A interface digital de softwares permite fácil e rápido acesso a valores tabelados de livros, facilitando muito a recuperação de informação.

O trabalho exigirá em uma próxima etapa uma calibração com valores de um sistema de irrigação real.

5 REFERÊNCIAS

ALLEN, Richard G. et al. FAO Irrigation and drainage paper No. 56. **Rome: food and agriculture organization of the United Nations**, v. 56, n. 97, p. e156, 1998.

BATES, B. C.; KUNDZEWICZ, Z. W.; WU, S.; PALUTIKOF, J. P. (eds.). Climate Change and Water. Geneva: **IPCC Secretariat**, 2008. 210 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/climate-change-water-en-1.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2025.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2006.

FAO. Boletim 56: Evapotranspiração da cultura – diretrizes para determinação das necessidades de água das plantas. Roma: FAO, 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3887570/mod_folder/content/0/Boletim_FAO%2056.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

FIGUEIREDO, F. P. de et al. Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 844-849, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/9y9VQ5X6wC7k7mC88Sg7k5n/>. Acesso em: 16 ago. 2025.

GONDIM, R. S. et al. Impactos das mudanças climáticas na demanda de irrigação da bananeira na Bacia do Jaguaribe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 594-600, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/D45JwMCKbxpVg7CSvfLTf3Q/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 29 set. 2025.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22, p. 83-96. 2008.

ORACLE. <https://www.oracle.com/br/>, 2024. Acessado em 01/09/2024.

SANTOS, B. P. et al. Agricultura e irrigação no Brasil no cenário das mudanças climáticas. **Revista de tecnologia & Gestão Sustentável**, v. 1, n.2, 2022. Disponível em:

https://www.academia.edu/82843953/Agricultura_e_Iriga%C3%A7%C3%A3o_no_Brasil_no_cen%C3%A1rio_das_Mudan%C3%A7as_Clim%C3%A1ticas?sm=b. Acesso em: 29 set. 2025.

SOLOMON, K.; KELLER, J. Trickle irrigation uniformity and efficiency. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 104, n. 3, p. 293-306, 1978. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/JRCEA4.0001210>. Acesso em: 29 set. 2025.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E. Distribuição da água no solo para o dimensionamento da irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, p. 7-15, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/q7sD3PDLBdCStjtX9LzrRMs/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 29 set. 2025.