

PROGRAMA COMPUTACIONAL (PROIRRIGA) PARA AVALIAÇÃO DA UNIFORMIDADE EM IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO¹

Marcelo Reisdorfer², Mário A. Vilas Boas³

RESUMO: A uniformidade em sistemas de irrigação localizada é afetada por fatores hidráulicos, atmosféricos, falta de manutenção e baixa qualidade de água de irrigação, resultando na má distribuição da água, seja ela excessiva ou insuficiente, ocasionando prejuízos à produtividade. Considerando o aumento da utilização de sistemas de irrigação localizada por gotejamento em propriedades rurais com base na Agricultura Familiar, o presente trabalho estabeleceu como objetivo elaborar o programa computacional proIRRIGA, para Windows, em linguagem Delphi com suporte aos idiomas português, espanhol e inglês, tendo como finalidade o auxílio ao usuário na avaliação da uniformidade de aplicação de água em sistemas de irrigação localizada por gotejamento empregando as metodologias KELLER & KARMELI e DENÍCULI. O sistema sugere ao usuário com base nos dados analisados a correção da lâmina de irrigação total necessária (ITN), classificando o sistema de irrigação de acordo com o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição, Coeficiente de Uniformidade Estatístico e Coeficiente de Uniformidade de Christiansen.

Palavras chaves: avaliação, irrigação localizada, software

COMPUTER PROGRAM (PROIRRIGA) FOR EVALUATION OF UNIFORMITY IN DRIP IRRIGATION

SUMMARY: The uniformity in trickle irrigation systems is affected by hydraulic factors, weather, lack of maintenance and poor quality of irrigation water, resulting in poor distribution of water, either excessive or insufficient, leading to productivity losses. Considering the increased use of automated drip irrigation on farms based on family farming, this paper has set its proIRRIGA develop the computer program for Windows, with support for Delphi language Portuguese, Spanish and English, having intended to aid the user in assessing the uniformity of water application in systems employing drip irrigation methodologies KELLER & KARMELI and DENÍCULI. The system suggests to the user

¹ Parte da dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola pelo 1º autor.

² Doutorando Engenharia Agrícola – Unioeste, Rua Lajeado nº 100, Casa 16, Res. Bella Casa, Canadá, Cascavel-PR, CEP 85813-590. Fone (45) 3035-6690. Email: Marcelo@cootrade.com.br.

³ Eng. Agrícola, Prof. Doutor Adjunto, Depto Eng. Agrícola, Unioeste, Cascavel, PR.

based on the data analyzed to correct the total required water depth (ITN), classifying the irrigation system in accordance with the Coefficient of Uniformity of Distribution, Coefficient of Uniformity of Christiansen and Coefficient of Uniformity of Distribution.

Keywords: assessment, irrigation, software

INTRODUÇÃO

A agricultura tem papel fundamental na revolução verde e na segurança alimentar, e caracterizadas por zonas com baixa quantidade e distribuição de água, desde muito cedo o homem preocupou-se em assegurar o abastecimento de água na agricultura por meio de mecanismos que permitiram transpor as barreiras físicas naturais (topografia) para aumentar e facilitar o trabalho nas cultivares. Dentre os diversos métodos utilizados, destacam-se a irrigação por superfície, aspersão, gotejamento e microirrigação.

No Brasil, estas técnicas começaram a ser utilizadas na década de 1970 e 1980. Porém, sua expansão aconteceu nos anos 1990 e hoje, aproximadamente, 3,2 milhões de ha são irrigados o que representa uma parcela diminuta da superfície cultivada. Desta área, 40% são representadas por cultura de arroz irrigado no sul do país, 40% utilizam irrigação por sulcos e aspersão e os 20% restantes são irrigados por gotejamento e microaspersão.

Nas últimas décadas, tem-se dado enfoque à irrigação num contexto científico racional, permitindo a utilização deste recurso com maior eficiência, minimizando efeitos adversos como a erosão, drenagem deficiente e salinização do solo. A irrigação começou a ser utilizada com maior ênfase por pequenas propriedades rurais com base na “agricultura familiar” que são responsáveis em grande parte pelo abastecimento interno do mercado, considerados essenciais para a produção de alimentos tanto da população rural quanto urbana, tendo na irrigação uma ferramenta ideal para produzir mais e melhor.

A uniformidade de aplicação de água é um parâmetro que caracteriza o sistema de irrigação em função da diferença de volume aplicado na planta ao longo das linhas laterais. A uniformidade da irrigação tem efeito direto no rendimento de culturas, por isso, é considerada como um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação (BARRETO FILHO et al., 2000).

Segundo BERNARDO et al.(2006), a uniformidade pode ser expressa por índices ou coeficientes, sendo o mais utilizado o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC). São também utilizados em menor escala o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD) e o Coeficiente de Uniformidade Estatístico (CUE).

Quando esses coeficientes são maiores ou iguais a certo valor a uniformidade de distribuição é considerada aceitável. ZOCOLER (2006) afirma que em sistemas por gotejamento, o ideal é que a uniformidade atinja um valor de CUC superior a 90% e CUD entre 85 e 90%.

KELLER e BLIESNER (1990) relatam que é recomendável, após a instalação de um sistema de irrigação, avaliar a adequação da irrigação por meio de testes em campo, para propor ajustes na operação e no manejo, visando maximizar a eficiência do sistema.

MANTOVANI, SALASSIER e PALARETTI (2007) salientam a importância da implementação de um programa computacional de manejo, pois, torna-se ferramenta de utilização fácil para o controle e avaliação das condições de distribuição de água e perdas do sistema de irrigação.

Diversos autores recomendam a avaliação dos sistemas de irrigação por meio de métodos e coeficientes que auxiliam o produtor na avaliação do sistema de irrigação. Estes processos demandam tempo e conhecimento que por muitas vezes não são compreendidos por estas pessoas por não possuírem formação escolar suficiente ou nenhuma.

Este trabalho foi idealizado com o intuito de fornecer ao usuário uma ferramenta que o auxilie na obtenção de parâmetros para a avaliação do sistema de irrigação localizada por gotejamento em agricultura de base familiar, favorecendo o uso racional dos recursos hídricos e meio ambiente, sem, contudo, comprometer a necessidade hídrica da cultura por escassez ou excesso de água.

MATERIAS E MÉTODOS

O programa computacional proIRRIGA foi desenvolvido em ambiente de programação orientado a objetos em linguagem Delphi 7, para plataforma de sistema operacional Windows,

com repositório de dados em Microsoft Access, contando com interface trilingue (português/espanhol/inglês).

O programa é disposto em dois módulos. Módulo principal ou entrada de dados e extração de dados. Na **Figura 1**, mostra-se o fluxograma da estrutura geral do programa.

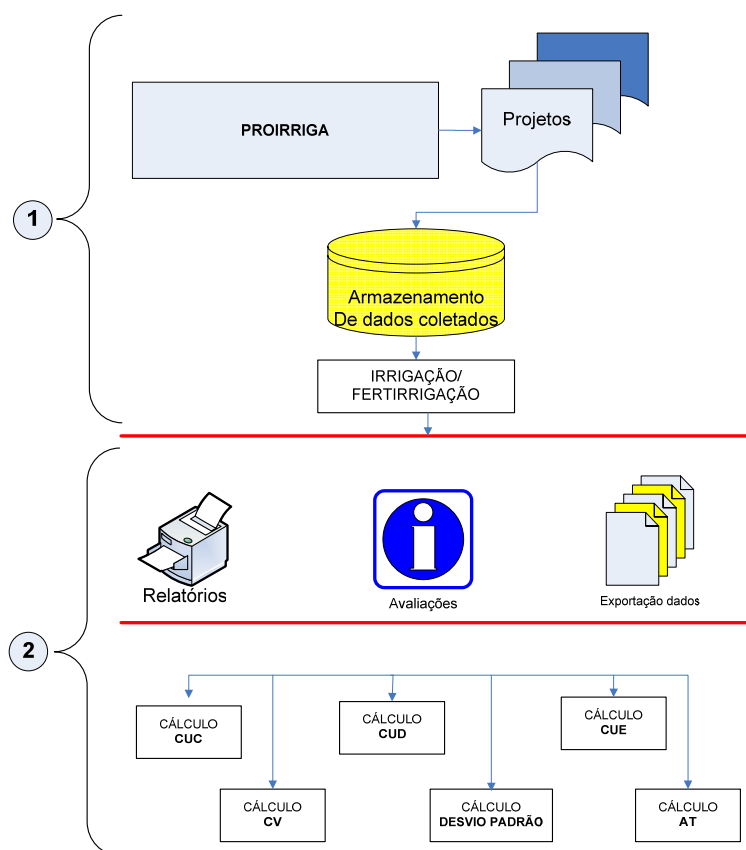


Figura 1 Estrutura geral do programa computacional: proIRRIGA: 1 - Módulo Principal; 2 Módulo Extração de Dados.

Modulo Principal

A tela principal do programa computacional proIRRIGA (Figura 2) permite ao usuário acessar todos os recursos disponíveis no sistema. Dotado de menus intuitivos e visuais, facilita o manuseio pelo usuário. Nele está contido o menu principal que dá acesso às funções do sistema e ao gerenciamento de projetos (Figura 3), permitindo a criação e manutenção dos repositórios de dados, onde estão armazenadas as informações pertinentes a cada projeto e os dados de vazões. Cada repositório de dados pode ser um projeto ou agregar vários projetos ao mesmo tempo conforme demonstrado na Figura 4.

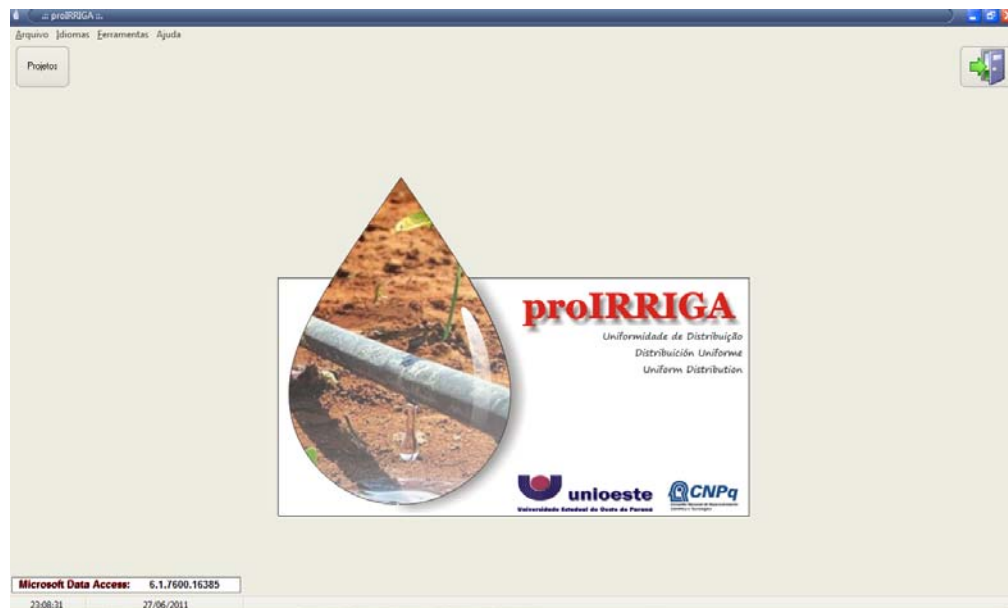


Figura 2 Tela principal do sistema proIRRIGA

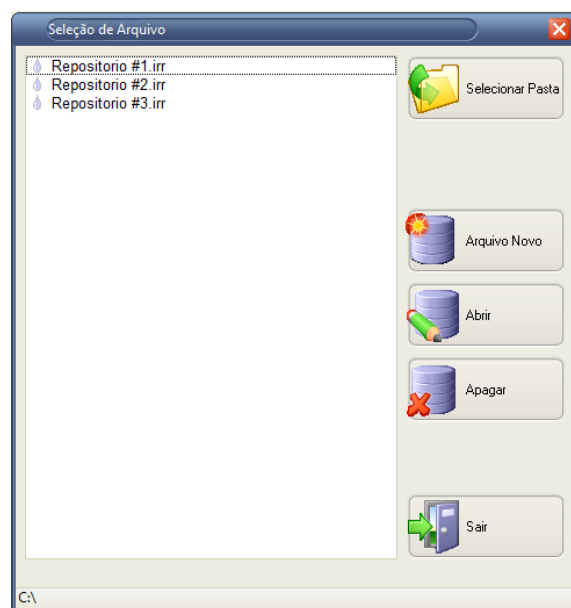


Figura 3 Tela da Criação e Seleção do repositório de dados

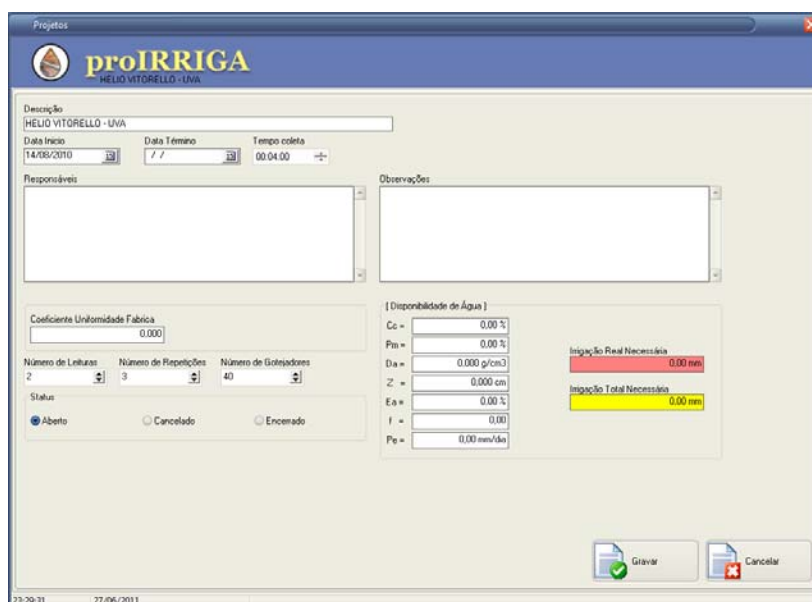


Descrição Projeto	Data Início	Data Término	Nº Leituras Realizadas
HELIO VITORELLO - UVA	14/06/2010		1
JOSE PAULICHEN	06/05/2010		1
FLAVIO DANIEL SZEKUT - HORTALIÇAS	13/06/2010		1
VALDIR PADILHA - HORTICULTURA	12/10/2010		1
WALDOMIRO ZAMANDREA - FRUTICULTURA - UVA	28/05/2010		1
VALDIR GUZONNE - HORTICULTURA	15/09/2010		1
FLORINDO A. RIBEIRO - FRUTICULTURA	15/09/2010		1
TEBUCIO JOSE DOS SANTOS - HORTICULTURA	14/08/2010		1
NEURI FRIGO - HORTICULTURA	01/10/2010		1
JOÃO CARLOS DALBERTO - FRUTICULTURA	12/06/2010		1
DELVO WESLING - FRUTICULTURA	17/12/2009		2
APAE - HORTICULTURA	06/05/2010		1
ANTONIO BERNDT - FRUTICULTURA	18/09/2010		1
ELBIO ZILIO - FRUTICULTURA	12/10/2010		1
GABRIEL FERREIRA - FRUTICULTURA	11/10/2010		1
ARDELINO DE AMARAL - FUMO	12/10/2010		1
CRISTIANE BRUSTOLIN - HORTICULTURA	25/09/2010		1
ZULMIRA DE SANTI DA SILVA - KIT 1 - FRUTICULTURA	08/02/2010		1
ZULMIRA DE SANTI DA SILVA - KIT 2 - FRUTICULTURA	08/02/2010		1
ZULMIRA DE SANTI DA SILVA - KIT 3 - FRUTICULTURA	08/02/2010		1
ZULMIRA DE SANTI DA SILVA - KIT 4 - FRUTICULTURA	08/02/2010		1
ZULMIRA DE SANTI DA SILVA - KIT 5 - FRUTICULTURA	08/02/2010		1
VILMAR JOANAZZI			1
TIAGO DALBERTO	12/10/2010		1
HILARIO MASCARELLO	10/12/2010		1
NEIVALDO ZUANAZZI	11/12/2010		1
VALMIR JOAO RIBEIRO			1
MAURICIO JIKI	13/12/2010		1
CLAUDIO DOLINSKI	14/12/2010		1

Figura 4 Tela de gerenciamento de projeto

Cada projeto conta com características próprias (Figura 5), tais como:

- Tempo de coleta: Ajustado no projeto tempo padrão para coleta das avaliações. Esta informação serve como parâmetro para a correção das vazões coletadas.
- Numero de Leituras, Repetições, Gotejadores: Responsável pela estrutura que receberá os dados das vazões coletadas em campo. Como base nestas informações o sistema disponibiliza quais métodos (Keller & Karmeli ou Deniculi) estarão disponíveis para ser empregado na avaliação.



Descrição: HELIO VITORELLO - UVA
 Data Início: 14/06/2010 Data Término: / / Tempo coleta: 00:04:00
 Responsáveis:
 Observações:
 Coeficiente Uniformidade Fabrica: 0.000
 Número de Leituras: 2 Número de Repetições: 3 Número de Gotejadores: 40
 Status: ☒ Aberto ☐ Cancelado ☐ Encerrado
 [Disponibilidade de Água]
 Cc = 0.00 %
 Pm = 0.00 %
 Da = 0.000 g/cm³
 Z = 0.000 cm
 Ea = 0.00 %
 f = 0.00
 Pe = 0.00 mm/dia
 Irrigação Real Necessária: 0.00 mm
 Irrigação Total Necessária: 0.00 mm
 Gravar Cancelar

Figura 5 Tela com informações pertinentes a cada projeto

- Outras variáveis referentes à disponibilidade de água quando inseridas proporcionam de acordo com os coeficientes CUC e CUD a correção da Lamina de água para a irrigação real necessária e irrigação total necessária.

Cada projeto pode ter várias leituras e cada leitura várias repetições (Figura 6) e conseqüentemente cada repetição acomodar vazões e dados pertinentes a cada coleta no seu momento.

Descrição	Data Coleta	Hora da Coleta	Tempo coleta	Temp. Ambient °C	Temp. Agua Entrada °C	Temp. Agua Final Linha °C
REF2	15/08/2010	08:30:00	00:04:00	10 °C	11	7,1
REP1	15/08/2010	08:50:00	00:04:00	10 °C	10	7,3
REP3	15/08/2010	10:00:00	00:04:00	11 °C	12	7

Figura 6 Tela de gerenciamento das repetições

O formulário de coletas de dados (Figura 7) permite ao usuário registrar diversas informações que poderão ser úteis numa análise mais criteriosa, quando necessária. No momento do registro das vazões coletada o programa corrige a vazão coletada em função do seu tempo de coleta em relação ao tempo configurado como padrão no projeto, mantendo assim a padronização do tempo de coleta em relação ao configurado como padrão.

Permite também ao usuário a impressão de folha de verificação das vazões (Figura 8) juntamente com a descrição da leitura, repetição, e demais dados pertinentes a coleta em si para averiguação ou arquivamento.

Projetos

proIRRIGA
HELIO VITTORELLO - UVA

Descrição: REP2

Data coleta: 15/06/2010 Hora coleta: 09:30:00 Carga Hidr. Inicial: 3,30 mca Carga Hidr. Final: 1,80 mca Temp. AR: 10,00 °C Temp. Entrada Linha: 11,00 °C pH: 7,10

Observação:

☐ Visualizar Relatório

Vazões Coletadas

N. Gotejador	mL/min	L/h
21	83,000	1,23834
22	66,000	0,98932
23	57,000	0,85142
24	51,000	0,761826
25	51,000	0,761826
26	52,000	0,776763
27	95,000	0,821577
28	50,000	0,746888
29	95,000	0,821577
30	58,000	0,866290
31	80,000	1,199021
32	71,000	1,060581
33	64,000	0,95017
34	61,000	0,911203
35	60,000	0,896266
36	55,000	0,821577
37	53,000	0,791701
38	54,000	0,806629
39	57,000	0,851452
40	58,000	0,866290

23:30:45 27/06/2011

Figura 7 Tela Formulário de registro de coleta de dados

proIRRIGA
HELIO VITTORELLO - UVA

Data início: 14/08/2010 Data término: Tempo Coleta: 00:04:00

Nr. Leituras: 2 Nr. Repetições: 3 Nr. Gotejadores: 40

Descrição: REP2

Data de coleta: 15/08/2010 Hora da coleta: 09:30:00 Tempo coletado: 00:04:00

Carga Hidr. Inicial: 3,30 mca Carga Hidráulica Final: 1,80 mca

Temperatura AR: 10 Temp Água entrada: 11 pH: 7,1

Gotejador	Vazão coletada
1	68,00 mL/min 1,02 L/h
2	56,00 mL/min 0,84 L/h
3	46,00 mL/min 0,69 L/h
4	45,00 mL/min 0,68 L/h
5	41,00 mL/min 0,62 L/h
6	36,00 mL/min 0,54 L/h
7	37,00 mL/min 0,56 L/h
8	36,00 mL/min 0,54 L/h
9	39,00 mL/min 0,59 L/h
10	41,00 mL/min 0,62 L/h
11	77,00 mL/min 1,16 L/h
12	62,00 mL/min 0,93 L/h
13	51,00 mL/min 0,77 L/h
14	50,00 mL/min 0,75 L/h
15	46,00 mL/min 0,69 L/h
16	42,00 mL/min 0,63 L/h
17	44,00 mL/min 0,66 L/h
18	47,00 mL/min 0,71 L/h
19	47,00 mL/min 0,71 L/h
20	49,00 mL/min 0,74 L/h
21	83,00 mL/min 1,25 L/h
22	66,00 mL/min 0,99 L/h
23	57,00 mL/min 0,86 L/h
24	51,00 mL/min 0,77 L/h
25	51,00 mL/min 0,77 L/h
26	52,00 mL/min 0,78 L/h
27	55,00 mL/min 0,83 L/h
28	50,00 mL/min 0,75 L/h
29	55,00 mL/min 0,83 L/h
30	58,00 mL/min 0,87 L/h
31	80,00 mL/min 1,20 L/h
32	71,00 mL/min 1,07 L/h
33	64,00 mL/min 0,96 L/h
34	61,00 mL/min 0,92 L/h
35	60,00 mL/min 0,90 L/h
36	55,00 mL/min 0,83 L/h
37	53,00 mL/min 0,80 L/h
38	54,00 mL/min 0,81 L/h
39	57,00 mL/min 0,86 L/h
40	58,00 mL/min 0,87 L/h

28/06/2011 21:32:34 1 of 1

Figura 8 Formulário de impressão Folha Verificação

Modulo Extração de Dados

A extração ocorre quando o usuário processa a avaliação dos dados coletados e armazenados no programa, através de rotina específica, onde é escolhida qual metodologia será empregada para avaliação das vazões. As metodologias estão disponíveis no programa de acordo com o número de gotejadores especificados, podendo optar ainda por todos os gotejadores ou especificar quais gotejadores quer avaliar (personalizado), conforme mostrado na Figura 9.



Figura 9 Tela de Seleção de Metodologia a ser empregada na avaliação dos gotejadores

Após escolha da metodologia para seleção dos gotejadores e submissão à rotina de “Avaliação” o programa reporta em tela um resumo das variáveis processadas, bem como os coeficientes CUC, CUD, CUE e demais dados estatísticos apurados, conforme mostrado na Figura 10.



Figura 10 Tela de resumo da avaliação

Esta tela ainda fornece ao usuário três mecanismos para exportação dos dados, sendo:

1º - Exportação para a área de memória do computador (clipboard);

2º - Exportação para arquivo no formato CSV, ou seja, valores separado por vírgula, utilizado universalmente para troca de informações entre programas computacionais (Ms-Excel, Minitab, Statistical R, etc.)

3º - Impressão;

CONCLUSÃO

O programa proIRRIGA mostrou-se eficaz na avaliação da uniformidade de distribuição de água em sistema de irrigação localizada por gotejamento fornecendo de maneira eficiente dados para o controle da irrigação por meio de coeficientes (CUC, CUD, CUE) e outras variáveis subsidiando maior controle no processo. O mesmo pode ser usado como recurso didático em disciplinas de irrigação e utilizado por técnicos, pesquisadores e agricultores com conhecimentos de irrigação e informática.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO FILHO, Antônio de Almeida *et al.* Field performance of a microsprinkler system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, 2000.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006, 625 p.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkler and trickle irrigation**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p

MANTOVANI, E. C.; SALASSIER, B.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 2. ed. Atual. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 358 p.

ZOCOLER, J. L. **Avaliação de desempenho de sistemas de irrigação**. Ilha Solteira – SP, UNESP. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br/irrigacao.html>>. Acesso em: 20 maio 2006.