



AUDITORIA DE DESEMPENHO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO II: AVALIAÇÃO E CORREÇÃO DA UNIFORMIDADE DE EMISSÃO DE ÁGUA NO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO BAIXO ACARAÚ, CE

Aristides Martins dos Santos Neto¹, Ana Carolina Catunda Braga²,
Maria Monique Monteiro Silva³, Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima⁴,
José Antônio Frizzzone⁵, Raimundo Rodrigues Gomes Filho⁶

¹ Tecnólogo em Irrigação, Pesquisador do Instituto INOVAGRI, Aristides@inovagri.org.br;

² Bolsista de Iniciação Tecnológica - CNPq, Instituto Inovagri, carol_catundabraga@hotmail.com

³ Bolsista de Iniciação Tecnológica - CNPq, Instituto Inovagri, monique_mm648@hotmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador do Instituto Inovagri, silviocarlos@inovagri.org.br

⁵ Prof. Titular ESALQ/USP, Coordenador do INCT em Engenharia da Irrigação, frizzzone@esalq.usp.br

⁶ Prof. Doutor, UFG, Campus Jataí, GO

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar e buscar correções para a uniformidade de emissão de água dos sistemas de irrigação instalados no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú (DIBAU). O trabalho foi conduzido em duas etapas em que a primeira consistiu de um levantamento de dados através de um questionário com todos os produtores existentes no perímetro; a segunda teve como objetivo selecionar uma amostragem de irrigantes para a realização de avaliações de sistemas de irrigação. O método usual para determinar Uniformidade Emissão (UE) consiste em selecionar, ao longo da linha de derivação, a primeira lateral, a situada a 1/3 do comprimento, a situada a 2/3 e a última lateral, utilizando a mesma metodologia de escolha linha lateral para a escolha dos emissores. Mediu-se a vazão de cada emissor, para cálculo dos coeficientes de uniformidade e, por meio destes, os sistemas foram classificados quanto a sua eficiência de distribuição. Apenas 27% dos setores avaliados atingiram a uniformidade de emissão recomendada que é de 90% para os sistemas de irrigação localizada. O manejo da irrigação, em todos os setores, não estava sendo empregado corretamente. Além da necessidade de se realizar avaliações periódicas em sistemas de irrigação do DIBAU, também, deve haver a consciência de adotar as recomendações técnicas para o uso eficiente da água na irrigação.

Palavras-Chave: Avaliação de Sistemas; Uso Racional da Água; Irrigação Localizada.

PERFORMANCE AUDITING OF IRRIGATION SYSTEMS II: EVALUATION AND CORRECTION OF EMISSION UNIFORMITY OF WATER IN BAIXO ACARAÚ DISTRICT OF IRRIGATION, CE, BRAZIL

Abstract

This study aimed to evaluate the emission uniformity of water from irrigation systems installed on the Baixo Acaraú Irrigation District. The study was conducted in two stages where the first was to make a data collection through a questionnaire to all producers within the boundaries, the second was to select a sample for the evaluations of irrigation systems. The usual method to determine Emission Uniformity is to select along the bypass line, the first lateral, located 1 / 3 the length, located at 2 / 3 and the last side, using the same methodology of choice for sideline the choice of emitters. We measured the through put of each issuer, in calculating the coefficients of uniformity and, through them, the systems were classified as to their distribution efficiency. Only 27% of the sectors evaluated reached the recommended emission uniformity which is 90% for drip irrigation systems. The Irrigation management in all sectors, was not being used properly. Besides the need to conduct periodic evaluations of irrigation systems in the DIBAU, too, there must be awareness of adopting the technical recommendations for the efficient use of water for irrigation.

Key-Words: Evaluation of Systems; Rational Use of Water; Drip irrigation.

INTRODUÇÃO

Essencial à vida, a água é necessária às diversas atividades humanas, além de constituir componente fundamental da paisagem e do meio ambiente (LIMA et al., 1999).

A quantidade de água de boa qualidade existente na natureza é finita e sua disponibilidade vem diminuindo gradativamente, em razão do crescimento populacional, da expansão das fronteiras agrícolas e da degradação do meio ambiente. Sendo ela um recurso indispensável à vida, é imprescindível a discussão das relações entre o homem e a água, uma vez que a sobrevivência das gerações futuras depende diretamente das decisões que estão sendo tomadas (MEDEIROS et al., 2003).

Embora as fontes hídricas sejam abundantes, frequentemente elas são mal distribuídas na superfície do planeta. Em algumas áreas, as retiradas são tão elevadas, em comparação com a oferta, que a disponibilidade superficial de água está sendo reduzida e os recursos subterrâneos rapidamente esgotados (FREITAS & SANTOS, 1999) sendo, portanto, de fundamental importância o uso eficiente dos recursos hídricos, principalmente pela agricultura irrigada, seu principal consumidor.

A irrigação é uma técnica alternativa que visa ao aumento da produtividade das culturas, especialmente em regiões áridas e semiáridas; esta técnica, entretanto, apresenta grande impacto nas disponibilidades hídricas dos mananciais de água, devido ao grande consumo de água requerido nos sistemas de irrigação, em especial nas regiões com elevada concentração de áreas irrigadas, principalmente na época da seca. Além da alta demanda hídrica, a maioria dos projetos envolvendo recursos hídricos, em todo o mundo, não tem alcançado o nível desejado de produtividade devido, basicamente, às dificuldades operacionais encontradas no campo, não levadas em consideração durante o planejamento (CARVALHO et al., 2000).

A realidade da agricultura irrigada brasileira tem demonstrado que não é raro encontrar projetos de irrigação, públicos ou privados, sem o apropriado planejamento e que, após, implantados são conduzidos sem a preocupação com o manejo e operações adequadas, resultando em baixa eficiência e comprometendo a expectativa de aumento da produtividade (FERREIRA, 1993).

Ademais, com a demanda crescente de água pelos vários setores da sociedade, associada aos

movimentos ecológicos conscientizando a população sobre a importância da conservação do meio ambiente mais saudável e menos poluído, sem dúvida haverá pressão para que a irrigação seja conduzida com maior eficiência e com o mínimo impacto ao meio ambiente, notadamente no que diz respeito à disponibilidade e qualidade de água para as múltiplas atividades (BERNARDO, 2008).

Uma baixa uniformidade de distribuição da água no solo ocasiona desuniformidade de crescimento do cultivo, devido à falta de água em alguns locais da área para acelerar o processo de liberação de nutrientes necessários para o consumo da cultura, tendo como consequência, aumento do custo de produção e baixa produtividade (CARVALHO et al., 2010).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no DIBAU, com sede localizada no Triângulo do Marco a 220 km de Fortaleza, na região Norte do estado do Ceará. O clima da região é, conforme a classificação de Thornthwaite & Mather (1955), do tipo Aw Tropical Chuvoso, que representa clima quente, com precipitação média anual de 900 mm, concentradas nos meses de janeiro a junho, temperaturas: mínima, média e máxima anual de 22,8 °C, 28,1 °C e 34,7 °C, respectivamente. Insolação de 2.650 h ano⁻¹, umidade relativa média anual de 70%, velocidade média dos ventos de 3 m s⁻¹ e evaporação média anual de 1.600 mm.

A pesquisa foi conduzida em duas etapas: a primeira constituiu em fazer um levantamento de dados através de um questionário com todos os lotes existentes no perímetro. Dos 556 lotes existentes no DIBAU, 337 lotes estão em atividade. Destes, 44 lotes foram selecionados para as avaliações de Uniformidade de Emissão de Água (UE). Foi selecionado em cada lote, um setor identificado por número de 1 a 44,

A baixa uniformidade dos sistemas de irrigação limita as produções agrícolas, além de possíveis contaminações do solo com sais, trazendo consequências que influem na degradação do solo, cenário observado na agricultura familiar, devido ao limitado nível de capacitação dos agricultores (BERNARDO et al., 2008).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar, em duas etapas, a uniformidade de emissão de água dos sistemas de irrigação instalados no Distrito de Irrigação do Baixo Acaraú (DIBAU). Partindo do princípio de que é possível realizar uma melhoria na uniformidade e na eficiência do uso da água na irrigação, somente com a orientação e o assessoramento ao irrigante.

para ser avaliado o sistema de irrigação quanto à UE e verificar as falhas na instalação e/ou na operação do sistema que foram diagnosticadas e citadas nos relatórios de avaliação para possíveis correções visando elevar o valor da UE e conseqüentemente a funcionalidade do sistema.

A segunda etapa teve como meta selecionar uma amostragem para a realização de uma nova auditoria no sistema pela equipe de técnicos.

Para se determinar a UE, foi necessário medir a vazão dos emissores ao longo das linhas laterais e a pressão de funcionamento no início das linhas de derivação ou no cabeçal de controle. O método usual para determinar UE (Equação 1) consiste em selecionar, ao longo da linha de derivação, a primeira lateral, a situada a 1/3 do comprimento, a situada a 2/3 e a última lateral.

Seguindo o mesmo critério, selecionam-se 16 emissores na unidade operacional, sendo quatro em cada lateral da mesma forma (Figura 1). KELLER & KARMELI (1975).

A UE pode ser expressa por:

$$UE = 100 \frac{q_{25}}{q} \quad (1)$$

Em que;

UE – uniformidade de emissão (%),

q_{25} - médias dos 25% menores valores,

q - média dos valores.

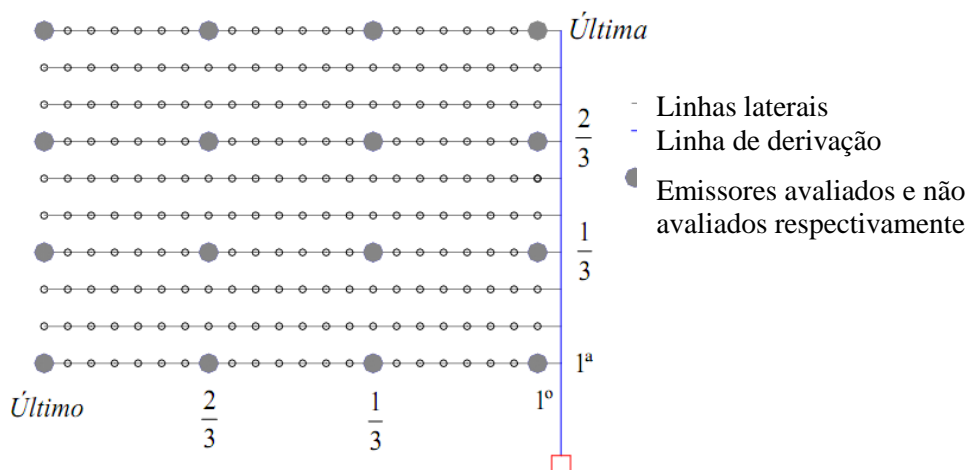


Figura 1. Demonstrativo para determinação dos emissores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cientes das recomendações apresentadas no relatório aos irrigantes, observou-se que todos aceitaram as recomendações, mas levando em consideração que para alguns casos, os custos saíam elevados, somente alguns executaram as atividades propostas.

Após a conclusão das novas avaliações dos sistemas de irrigação dos

setores selecionados, foram realizados os enquadramentos conforme o critério geral para interpretação da UE por Bralts (1986). Observa-se na Tabela 1 que 27% dos setores avaliados foram classificados como Excelente, 29% classificados como Bom, 24% classificados como Razoável e 20% classificados como Ruim.

Tabela 1. Classificação dos setores conforme UE sugerida por Bralts (1986).

Classificação	UE (%)	Setor
Excelente	90-95	42, 26, 19, 28, 10, 29, 43, 7, 22, 12, 25.
Bom	80-89	30, 1, 4, 35, 15, 24, 13, 14, 39, 2, 20, 37, 27.
Razoável	70-79	5, 31, 11, 44, 17, 18, 36, 41, 34, 8, 16.
Ruim	< 70	9, 6, 38, 40, 32, 21, 23, 3, 34.

De acordo com Bernardo (2008), após a instalação do sistema de irrigação e durante o primeiro ciclo, fazem-se necessárias à análise e a calibração do sistema, a fim de possibilitar sua implementação, de modo que as demais irrigações sejam

conduzidas com eficiência. Tal prática, entretanto, não foi realizada, o que pode ter interferido nos resultados de uniformidade de emissão de água. Além disso, os baixos valores de uniformidade podem ser explicados pelo longo tempo de uso e faltas de

práticas de manejo periódico, fato constatado nos 11 setores classificados como Razoável

No caso dos 9 setores classificados como Ruins os problemas foram além dos citados anteriormente. Pode-se citar a inexistência de filtros, o grande número de vazamentos, a ausência de emissores, a falta de conhecimento operacional.

A melhoria da uniformidade pode ser obtida por meio da adoção de práticas de manejo, como limpeza periódica mais criteriosa do sistema de filtragem, possibilitando maior pressão nos pontos de emissão, assim como

desentupimento dos emissores e limpeza das linhas laterais.

Os 44 setores avaliados foram classificados conforme Bralts (1986) da seguinte forma: 11 setores como Excelente variando de 90,09 a 95,51%; 12 setores como Bom variando de 81,46 a 89,59%; 11 setores como Razoável oscilando de 70,65 a 79,11% e por fim 9 setores como Ruim em que o sistema obteve percentagem de uniformidade de 9,2 a 69,30%.

A partir dos resultados obtidos na primeira avaliação (Tabela 2) foi realizada uma nova avaliação nos setores classificados como Ruins.

Tabela 2. Setores com classificação ruim Bralts (1986) com os respectivos valores de UE.

Setores	33	3	23	21	32	40	38	6	9
UE (%)	9,20	16,16	42,96	52,02	57,52	64,34	67,09	68,01	69,30

Visando melhorar os valores de UE, foram feitas as seguintes sugestões: 1) desobstrução de emissores com a abertura dos finais de linha; 2) limpeza do sistema de filtragem para todos; 3) substituição dos emissores com vazão diferenciada dos demais no setor 33 e 4) substituição ou reparo de mangueiras cortadas do setor 32. Entre os nove setores avaliados, somente três (33, 21 e 32) atenderam as modificações sugeridas. Ressalta-se que estes três setores exploram as culturas da goiaba (33) e acerola (21 e 32), cultivos que não demonstram rapidamente uma baixa uniformidade em sistemas de irrigação, ao contrário do melão ou melancia, culturas de ciclo curto que demonstram em pouco tempo, através do tamanho do

fruto e grau brix, a desuniformidade na aplicação de água.

Tais modificações resultaram em uma melhoria da UE pelo sistema de irrigação, constatados nos valores obtidos após as correções (Figura 2).

Observam-se na Tabela 3 as vazões coletadas nos emissores selecionados nos setores 33, 21 e 32, em que Q_1 e Q_2 referem-se a primeira e segunda avaliação respectivamente.

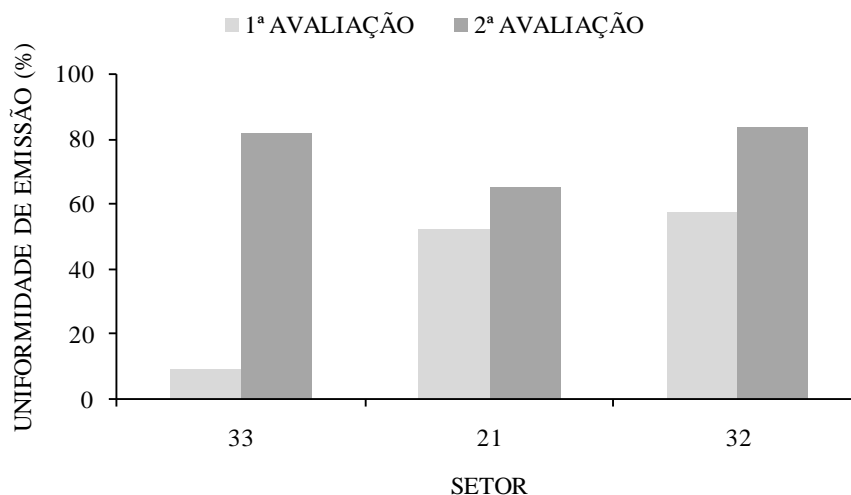
Os setores 33, 21 e 32, após modificações realizadas, tiveram uma alteração na elevação do valor da UE, observando-se na primeira avaliação os valores de UE, respectivamente: 9,20%; 52,02% e 57,52% para 81,47%; 65,02% e 83,57% na segunda avaliação do sistema (Figura 2).

Tabela 3. Vazões obtidas na primeira e segunda avaliação.

SETORES					
A		D		E	
Q ₁ (L h ⁻¹)	Q ₂ (L h ⁻¹)	Q ₁ (L h ⁻¹)	Q ₂ (L h ⁻¹)	Q ₁ (L h ⁻¹)	Q ₂ (L h ⁻¹)
21,2	44,0	62,4	46,0	52,0	52,8
32,0	43,2	60,0	60,4	49,6	51,6
30,0	43,2	52,4	46,8	31,2	50,4
30,0	25,2	18,0	56,4	52,8	42,0
20,0	30,0	64,4	28,0	51,6	49,2
20,8	42,0	15,6	48,8	52,4	47,6
8,4	39,6	48,4	34,8	51,6	45,6
0,0	40,8	40,0	31,6	47,2	27,2
34,8	47,2	66,4	59,6	45,6	42,8
34,0	43,6	73,2	43,6	36,0	44,4
32,4	42,0	46,0	44,0	45,2	39,6
31,1	41,2	36,0	21,6	32,8	40,8
35,2	46,0	81,2	45,6	48,0	44,0
35,2	38,4	67,2	49,2	8,4	47,6
0,0	44,4	63,6	49,2	42,0	46,4
0,0	43,2	48,0	48,0	24,0	44,0

Q₁. Vazão dos emissores obtidos na primeira avaliação.

Q₂. Vazão dos emissores obtidos na segunda avaliação.

**Figura 2.** Uniformidade de Emissão de água nos setores reavaliados.

Somente as áreas 33 e 21, mudaram sua classificação de Ruim para classificação considerada Bom, de acordo com critério de Bralts (1986) A área D, não mudou de classificação, mas teve uma pequena elevação da UE, em razão das modificações sugeridas. Um dos aspectos importantes para esta não melhoria seria na constatação de que este lote não possuía filtro no sistema,

favorecendo, com maior rapidez, a influência de materiais não dissolvidos provenientes do canal de irrigação na obstrução dos emissores.

Para fins de um correto manejo da irrigação, a avaliação da uniformidade é um dos pontos básicos mais importantes, e tem como objetivo melhorar a produtividade e/ou a rentabilidade da propriedade. Em situações em que a água é limitada,

como ocorre em muitas regiões brasileiras, o manejo eficiente tem implicações muito importantes, uma vez que a falta de uniformidade da irrigação implica em excesso de água em uma parte do campo e sua falta em outra, levando à necessidade de aumentar a lâmina de irrigação com intuito de se atingir melhores produtividades (MANTOVANI et al., 2007).

CONCLUSÕES

Na primeira avaliação, somente 27% dos setores avaliados atingiram a uniformidade de emissão recomendada que é de 90% para os sistemas de irrigação localizada. Isto é um dos reflexos pelo manejo da irrigação inadequado que estava sendo empregado em todos os setores do DIBAU. Além de haver avaliações periódicas nos sistemas de irrigação, deve-se haver também a consciência de adotar as recomendações técnicas repassadas pelos técnicos de assessoramento.

Os setores 33 e 32 tiveram seus índices de UE elevados após as correções, alterando sua classificação de Ruim para Bom, conseqüentemente melhorando a funcionalidade do sistema de irrigação utilizado. O setor 21, apesar de elevar sua UE, não alterou a sua classificação, permanecendo Ruim, em razão de não possuir um filtro no sistema.

A principal causa da baixa uniformidade nos sistemas avaliados foi a obstrução nos emissores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. M. H.; LOPEZ, J. R.; REGALADO, A. P.; HERNANDEZ, J. F. G. **El riego localizado**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1987, 317 p.

AZEVEDO H. M. Irrigação localizada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte,

v.12, n.139, p.40-53, 1986.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 Ed. UFV, Viçosa. 2008.

BRALTS, V.F. Field performance and evaluation. In: NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. (Ed.) **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. p.216-240. (Development in Agricultural Engineering, 9).

CARVALHO, D. F. de; SOARES, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SEDIYAMA, G. C.; PRUSKI, F. F. Otimização do uso da água no perímetro irrigado do gorutuba, utilizando-se a técnica da programação linear. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 203-209, 2000.

CARVALHO, J. F. de; SILVA, E. F. de F.; TSIMPHO, C. J.; SANTOS, A. N. dos; ALMEIDA, G. L. P. de; SILVA, I. M.; SILVA, S. de S.; SANTOS, T. O. dos. **Avaliação da uniformidade de sistema de irrigação localizada tipo gotejamento em cultivo de feijoeiro**. JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10. UFRPE: Recife, 2010.

DENÍCULI, W.; BERNARDO, S.; THIÁBAUT, J. T. L., SEDIYAMA, G. C. Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 27, n. 50, p. 155-162, 1980.

FERREIRA, E. J. **Análise técnica e econômica do projeto de irrigação do Jaíba, MG**. 1993. 159p. Tese Doutorado UFV, Viçosa.

FREITAS, M. A. V.; SANTOS, A. H. M. Perspectivas de gestão e da informação de recursos hídricos. O estado das águas no Brasil. Agência

Nacional de Energia Elétrica. 1999. **CD-Rom.**

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler. 1975. 133 p.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. Uso da irrigação no Brasil. O estado das águas no Brasil. Agência Nacional de Energia Elétrica. 1999. **CD-Rom.**

LOPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; REGALADO, A. P.; HERNADEZ, J. F. G. **Riego localizado**. 2 ed. Madrid: Centro Nacional de Tecnologia de Regadios, 1992. p.217-229.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação - Princípios e Métodos**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. v. 1. 358 p.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; RAMOS, M. M.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, J. A. A. de. Avaliação do manejo de irrigação no Perímetro Irrigado de Pirapora, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p.80-84, 2003.

PAZ, V. P. da S.; FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. A., FOLEGATTI, M. V. Otimização do uso da água em sistemas de irrigação por aspersão. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 6, n. 3,p. 404-408, 2002.

SANTOS, R. A.; HERNANDEZ, F. B. T.; FERREIRA, E. J. S.; VANZELA, L. S.; LIMA, R. C. Uniformidade de distribuição de água em irrigação por gotejamento em sub-superfície instalado na cultura de pupunheiras (*Bactris gasipaes* H. B. K.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 32, Goiânia, **Anais...** Goiania. 2003. CD Rom.

SEGINER, I., NIR, D., BERNUTH, R. D. Simulation of wind distorted sprinkler patterns. **Journal of the irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 117, n.2, p. 285 - 308 1991.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n.8, 2005.

SILVA, D. D.; RAMOS, M. M.; MARTINEZ, M. A.; DENÍCULI, W. Uniformidade de distribuição de água em sistemas de aspersão, com utilização de aspersor fixo com placa defletora auxiliar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 5, n. 4, p. 281- 292, 1997.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Climatology**, Centerton, NJ. v.8, n.1. 1955.