

# Irrigação localizada por gravidade em comunidades agrícolas do Ceará<sup>1</sup>

## Gravity Drip Irrigation in Agricultural Communities of Ceará

Rodrigo Otávio Rodrigues de Melo Souza<sup>2\*</sup>, Eugênio Paceli Miranda<sup>3</sup>, Joaquim Raimundo do Nascimento Neto<sup>4</sup>, Tony Thiago Souza Ferreira<sup>4</sup> e Florêncio Pinto Mesquita<sup>4</sup>

**Resumo** - A irrigação localizada por gravidade com microtubos é uma ferramenta de baixo custo que pode potencializar a produção agrícola em comunidades do Nordeste brasileiro. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica e o impacto da utilização de kits de irrigação por gravidade com microtubos na melhoria da capacidade de produção agrícola de comunidades no meio rural do Ceará. Trinta kits de irrigação localizada por gravidade com microtubos foram devidamente dimensionados e instalados. O desempenho das comunidades com o sistema de irrigação foi avaliado e pode-se concluir que o kit facilitou o desenvolvimento das atividades agrícolas, visto que a maioria das comunidades contempladas no projeto (75%) está produzindo com o kit de irrigação. Além disso, o bom desempenho técnico do sistema (UD = 87%), em condição de campo, demonstra o seu potencial para a realização de uma irrigação com elevada eficiência de aplicação de água.

**Palavras-chave** - Irrigação localizada. Microtubos. Agricultura familiar.

**Abstract** - The gravity drip irrigation with microtubes is a low cost technology that can increase the production in Northeastern agricultural communities of Brazil. The present work aimed to evaluate the technical viability and the influence of the use of gravity drip irrigation with microtubes in the improvement of the production in Ceará agricultural communities. Thirty gravity drip irrigation kits with microtubes were designed and installed. The communities' performance with the irrigation system was evaluated, and the conclusions were that the kit collaborated with the development of the agricultural activities, because most of the communities in the project (75%) were producing with the irrigation kit. Besides, the good technical performance of the system (UD = 87%), in field condition, shows the potential of the system for irrigation with high water application efficiency.

**Key words** - Drip irrigation. Microtubes. Family farming.

---

\* Autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 22/04/2008; aprovado em 16/12/2008

Financiado pelo Cnpq

<sup>2</sup> Eng. Agrícola, D. Sc., Prof. do Instituto de Ciências Agrárias, UFRA, Av. Pres. Tancredo Neves, nº, 2501, Montese, CEP: 66 077-530, CP: 917, Belém-PA, rodrigo.souza@ufra.edu.br

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, M. Sc., Prof. da EAFI, eu.paceli@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Tecnólogo em Irrigação, CENTEC, ud\_sobral@centec.org.br

## Introdução

Nos países em desenvolvimento, um grande número de pessoas vive em comunidades carentes no meio rural. São pequenos agricultores que têm potencial para desenvolverem uma agricultura familiar produtiva.

No Brasil, a agricultura familiar é responsável por 37,8% do valor bruto da produção agropecuária e tem um papel fundamental na manutenção do trabalhador no campo (LUIZ; SILVEIRA, 2000; IBGE, 1998). Por esta razão é importante que os pequenos agricultores se modernizem e aumentem a sua capacidade de produção através da utilização de novas tecnologias e técnicas de produção.

Em países da Ásia e da África, instituições internacionais promovem o desenvolvimento das comunidades agrícolas por meio do ensinamento de técnicas de irrigação compatíveis com o nível econômico-social dos fazendeiros (MACKAY, 2003; SOUZA, 2005).

A irrigação localizada por gravidade é uma prática bastante utilizada por esses órgãos. Reservatórios são elevados a uma altura mínima de um metro para o fornecimento de água em pequenas áreas. O sistema normalmente é composto por tubos de polietileno e emissores do tipo microtubo (SOUZA; BOTREL, 2004). No deserto do Saara (KARLBERG; VRIES, 2004), no Nepal (UPADHYAY, 2004), em Bangladesh (KELLER et al., 2001), na África do Sul (KARLBERG et al., 2007), no Zimbábue (CHIGERWE et al., 2004) e na Nigéria (MOFOKE et al., 2004) a irrigação localizada por gravidade está sendo utilizada em diversos trabalhos de difusão tecnológica em comunidades agrícolas.

Segundo Nascimento (2006), o desenvolvimento de alternativas que permitam a utilização da irrigação na agricultura familiar proporciona o aumento da produção e a diminuição do êxodo rural. Postel et al. (2001) acrescenta que a maioria das pessoas em situação crítica de falta de alimentos está no campo e uma das saídas para a redução da fome nessas comunidades seria o acesso a técnicas de irrigação.

A possibilidade de realizar a irrigação sem a utilização de energia elétrica e o baixo custo do emissor são características importantes que credenciam esta alternativa como uma ferramenta tecnológica que pode contribuir para o desenvolvimento de uma agricultura produtiva nas comunidades agrícolas. A irrigação com microtubos pode ser realizada sem energia elétrica, pois a baixa pressão do sistema permite que seja possível o aproveitamento da água que esteja em uma condição energética favorável, ou a utilização de bombas acionadas com energia alternativa.

Na Região Nordeste do Brasil é bastante perceptível a existência de potencial para o desenvolvimento desta

técnica. Nesta Região muitas comunidades se caracterizam pela ausência de energia elétrica e pela baixa disponibilidade de água. Portanto, acredita-se que a prática deste tipo de irrigação é uma importante contribuição para a redução da pobreza nessas comunidades, sem elevados custos iniciais e operacionais de produção. Segundo Lacerda e Oliveira (2007), considerando a fragilidade da região e a condição de vida da população do semi-árido nordestino, a agricultura irrigada apresenta-se como opção estratégica importante no processo de desenvolvimento regional.

Como essa tecnologia ainda é pouco difundida no Brasil, existe a necessidade de se avaliar os benefícios que o sistema pode proporcionar, a viabilidade técnica e, por questões culturais, a aceitação da técnica pelas comunidades.

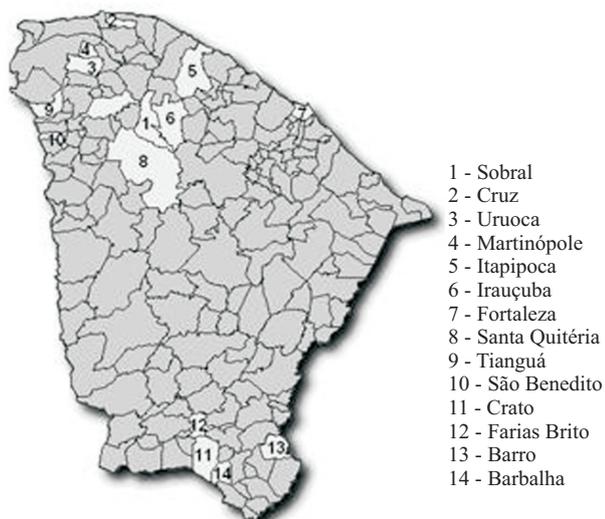
Dentro deste contexto, visando à obtenção de embasamento técnico-científico para o desenvolvimento de uma irrigação de baixo custo e alto nível tecnológico, além de contribuir para o desenvolvimento de uma agricultura produtiva em pequenas comunidades agrícolas, o presente trabalho teve como objetivos implantar kits de irrigação por gravidade com microtubos, em comunidades agrícolas do Ceará, assim como avaliar tecnicamente os kits e o desempenho das comunidades beneficiadas.

## Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido em comunidades agrícolas do Estado do Ceará. Foram instalados trinta kits de irrigação localizada por gravidade com microtubos (Figura 1). Os kits foram distribuídos nas seguintes cidades: Sobral (11 unidades), Cruz (2), Uruoca (1), Martinópolis (2), Itapipoca (2), Irauçuba (3), Fortaleza (1), Santa Quitéria (1), Tianguá (1), São Benedito (1), Crato (1), Farias Brito (1), Barro (1) e Barbalha (2).

A seleção das comunidades foi realizada por meio de um questionário que foi divulgado pelos alunos do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) em suas respectivas cidades. Após a avaliação dos questionários e escolha das comunidades, foram realizadas as visitas de reconhecimento. Em cada visita foram realizadas as seguintes atividades:

- exposição inicial sobre os objetivos do projeto;
- confirmação das informações fornecidas no questionário;
- reconhecimento da área;
- definição das atividades que deveriam ser realizadas pelo agricultor para a instalação do kit;
- definição do dia da instalação.



**Figura 1** – Mapa do Estado do Ceará com as cidades onde foram instalados os kits. Cidades: 1 – Sobral; 2 – Cruz; 3 – Uruoca; 4 – Martinópolis; 5 – Itapipoca; 6 – Irauçuba; 7 – Fortaleza; 8 – Santa Quitéria; 9 – Tianguá; 10 – São Benedito; 11 – Crato; 12 – Farias Brito; 13 – Barro; 14 – Barbalha

Antes do início das instalações, os equipamentos do kit de irrigação foram avaliados no Laboratório de Ensaios de Equipamentos de Irrigação do CENTEC / Sobral.

O primeiro kit foi implantado na Unidade do CENTEC em Sobral. O presente kit teve a finalidade de fornecer, para os membros da equipe, embasamento técnico no processo de montagem e manutenção do sistema. Após a instalação da área piloto e a qualificação dos membros da equipe, o próximo passo foi a instalação dos demais sistemas nas diferentes comunidades agrícolas (Figura 2). Durante a instalação do sistema, os membros da comunidade receberam treinamento em “Produção de hortaliças” e “Instalação, operação e manutenção do Kit microtubos”. No total participaram do treinamento 158 pessoas. Em uma área de 16.839 m<sup>2</sup> estão sendo beneficiadas pelo projeto 133 pessoas, resultando em uma média de seis beneficiados para cada kit, com uma capacidade para irrigar vinte e três canteiros. As culturas

produzidas (ou em produção) no projeto foram: cebolinha, alface, tomate, coentro, salsa, banana, acerola, graviola, goiaba, manga, feijão, cenoura, abobrinha, pimentão, maracujá, rúcula, batata, couve e melancia.

O processo de instalação dos kits de irrigação iniciava-se com a preparação do material no laboratório. Na preparação eram realizadas as seguintes atividades: corte dos microtubos, corte da ponta quebra-jato, aplicação de veda-rosca nas peças roscáveis e corte das linhas laterais (tubos de polietileno que conduzem a água até os microtubos). A preparação do material no laboratório reduzia o tempo de instalação do kit e o desgaste da equipe de montagem. Com a redução do tempo de instalação do kit podia-se demandar mais tempo com o treinamento da comunidade.

A fase final do projeto consistiu na avaliação hidráulica do sistema (Figura 3) e no acompanhamento do desempenho dos produtores. Os mesmos foram submetidos a um questionário que visou a identificar o impacto da utilização do kit de irrigação na capacidade de produção das comunidades. Em cada kit de irrigação foram selecionadas quatro linhas laterais (primeira, última e duas intermediárias) para a realização da avaliação hidráulica. Em cada linha lateral foi realizada a coleta de vazão em quatro microtubos, devidamente espaçados. A determinação da vazão do emissor foi realizada através da coleta do volume de água aplicado em um intervalo de tempo de 3 min. Na avaliação técnica do desempenho dos sistemas de irrigação foram utilizados coeficientes que representam a uniformidade de distribuição de água. Neste trabalho foi utilizada a Uniformidade de Distribuição (UD), coeficiente criado por Kruse (1978) (Equação 1).

$$UD = 100 \cdot \frac{q_{\min}}{q_{\text{med}}} \quad (1)$$

onde,

UD - Uniformidade de Distribuição, em %;

$q_{\min}$  - média de 25% das menores vazões;

$q_{\text{med}}$  - médias de todas as vazões.



**Figura 2** – a) Kit instalado no município de Martinópolis; b) Reservatório instalado no kit de Santa Quitéria; c) Instalação do kit de Irauçuba

Além da UD outro coeficiente de uniformidade utilizado neste trabalho foi a Uniformidade Estatística. Keller et al. (2001) recomendam a utilização deste coeficiente na representação da uniformidade de pequenos sistemas de irrigação localizada (Equação 2).

$$U_{est} = 100 \cdot \left( 1 - \frac{\sigma}{Q_{med}} \right) \quad (2)$$

onde,

$U_{est}$  - Uniformidade Estatística (%);

$\sigma$  - desvio padrão das vazões.

A classificação do desempenho técnico dos sistemas foi realizada com base nos critérios de Clemmens e Solomon (1997) e Keller et al. (2001). Segundo Clemmens e Solomon (1997):  $UD > 90\%$  - uniformidade excelente;  $80\% < UD < 90\%$  - uniformidade boa;  $70\% < UD < 80\%$  - uniformidade regular;  $UD < 70\%$  - uniformidade ruim. Segundo Keller et al. (2001) valores de Uniformidade Estatística acima de 88% são excelentes, valores entre 88 e 80% são bons e valores entre 80 e 68% são aceitáveis.

Além das avaliações de campo também foi realizada, no Laboratório de Hidráulica e Irrigação do CENTEC, a caracterização hidráulica do microtubo através do teste de "Vazão x Pressão". A pressão foi medida por meio de um piezômetro e o volume de água foi coletado em uma proveta.



**Figura 3** – a) Detalhe da ponta do microtubo durante a avaliação hidráulica no município de Cruz; b) Coleta de vazão para a avaliação hidráulica na comunidade do Jaibaras no município de Sobral; c) Coleta de vazão para a avaliação hidráulica no kit do município de Martinópolis

## Resultados e discussão

Em cada kit de irrigação foi realizada uma avaliação final a qual consistiu em uma avaliação hidráulica do sistema (determinação da uniformidade de distribuição de água) e uma entrevista com o proprietário do kit. Na entrevista visou-se detectar quais foram os benefícios

da utilização do kit, assim como as suas limitações. O resultado da avaliação final, considerando o desempenho das comunidades com o kit de irrigação, pode ser visto na Tabela 1.

Com base nas avaliações finais dos vinte e oito kits (dois estão servindo como unidades demonstrativas), pode-

**Tabela 1** - Resultado da avaliação final

Resultado	Comunidades
Comunidades onde o kit microtubos proporcionou o desenvolvimento de uma agricultura produtiva	Martinópolis 1 e 2, Irauçuba 1 e 2, Crato, Barbalha 1 e 2, Tianguá, Farias Brito, São Benedito, Cachoeiro (Sobral), São Domingos (Sobral), Jaibaras (Sobral), Jordão 1 e 2 (Sobral), Santa Quitéria, Cruz 1 e 2, e Itapipoca.
Comunidades onde o kit microtubos não proporcionou o desenvolvimento de uma agricultura produtiva	Barro, Escola Agrícola (Sobral), Uruoca, Irauçuba 3 e Touro (Sobral).
Comunidades que estão produzindo com um sistema modificado em relação ao original	Jordão 3 e 4 (Sobral).
Kits que estão sendo utilizados como unidade demonstrativa e centro de difusão	CENTEC/Sobral e Fortaleza.

se observar que em 75% das comunidades os objetivos do projeto foram alcançados, ou seja, nessas comunidades houve uma boa aceitação da técnica e os kits contribuíram para o desenvolvimento de uma agricultura produtiva. A produção não foi avaliada em termos quantitativos.

Em 18% das comunidades o kit não proporcionou o desenvolvimento de uma agricultura produtiva, principalmente por falta de empenho das comunidades e pela pouca experiência dos agricultores no trabalho com horta. O kit da cidade de Barro e o kit da Escola Agrícola da Prefeitura de Sobral foram recolhidos por falta de mão de obra. O kit da comunidade do Torto (Sobral) foi recolhido por problemas de salinização do solo (problema que surgiu após o início da irrigação), no terceiro kit da cidade de Irauçuba houve uma combinação de falta de interesse da comunidade e abandono da Prefeitura, e o kit da cidade de Uruoca também foi recolhido pela Prefeitura por falta de interesse da comunidade. Todos os kits serão reinstalados em comunidades que estão sendo escolhidas pelas Prefeituras e pelos membros do projeto.

Nas demais comunidades (7% do total), embora estejam produzindo, a técnica de irrigação não foi aceita, sendo o sistema modificado em relação ao original.

A instalação do kit microtubo visou ao desenvolvimento da comunidade através da irrigação localizada por gravidade. Porém, em algumas comunidades, percebe-se que esse desenvolvimento não apresentou ainda um nível satisfatório. Isto ocorreu não por ineficácia do sistema, mas por falta de empenho dos produtores beneficiados ou falta de experiência com hortaliças e fruteiras. O propósito do projeto foi fornecer apenas o sistema de irrigação e o treinamento. Sabe-se que apenas isto não é o suficiente para que a atividade agrícola seja bem sucedida. Pode-se observar que o sucesso do kit de irrigação esteve relacionado diretamente com a

experiência do produtor e a assistência técnica disponível a ele. O estudo realizado por Kulecho e Weatherhead (2005) no Quênia revelou que a maioria dos fazendeiros que não deram continuidade na utilização do kit de irrigação localizada por gravidade abandonou o sistema por falta de manutenção, pela baixa escolaridade dos mesmos e pela incerteza na disponibilidade de água. Com relação à praticidade do sistema, todos os agricultores alegaram durante a entrevista que o sistema de irrigação é de fácil manuseio e que não apresentou problemas de funcionamento, exceto alguns entupimentos. Em cada kit de irrigação foi realizada uma avaliação hidráulica. Os resultados das avaliações podem ser vistos na Tabela 2.

Com relação ao desempenho técnico, o sistema de irrigação apresentou uma Uniformidade de Distribuição de água média de 87% e Uniformidade Estatística média (Uest) de 89%. Conforme critério de classificação da Uest, proposto por Keller et al. (2001), o sistema teve um desempenho "Excelente". Conforme critério de classificação da UD, proposto por Clemmens e Solomon (1997) os kits apresentaram um resultado "Bom". Os resultados demonstram o potencial do sistema em aplicar água com alta eficiência, mesmo sem elevados custos iniciais. Considerando uma área com 360 m<sup>2</sup>, o investimento no equipamento de irrigação com reservatório foi de R\$ 633,90.

Outros trabalhos com irrigação para agricultura familiar apresentaram resultados semelhantes. Keller et al. (2001), trabalhando em Bangladesh com tubos de polietileno com perfurações de 0,8 mm, obtiveram uma uniformidade de distribuição de 85%. Na África do Sul, Karlberg et al. (2007) utilizaram microtubos com vazões de 2,5 L h<sup>-1</sup> e uniformidade de distribuição de água de 85%. No Zimbábue, Chigerwe et al. (2004), utilizando bomba de pedal e microtubos, mediram em vários kits de irrigação uniformidades entre 69 e 89%. Polak et al. (1997), no

**Tabela 2** - Resultado das avaliações hidráulicas

Kit	UD (%)	Q (L h <sup>-1</sup> )	Kit	UD (%)	Q (L h <sup>-1</sup> )
Martinópole 1	91	1,0	Itapipoca 1 e 2	65	2,4
Irauçuba 1	82	1,5	Centec (Sobral)	90	1,4
Crato	95	1,9	Fortaleza	90	6,7
Barbalha 1	91	1,8	Irauçuba 2	88	1,5
Barbalha 2	95	1,8	Cruz 1	92	2,4
Tianguá	79	1,0	Cruz 2	92	1,9
Farias Brito	95	2,2	Jaibaras (Sobral)	93	1,9
Martinópole 2	62	1,2	Jordão 1 (Sobral)	87	3,4
Cachoeiro (Sobral)	92	2,2	Santa Quitéria	90	1,6
São Domingos 1 e 2 (Sobral)	66	2,5			

Q – vazão média em L h<sup>-1</sup>

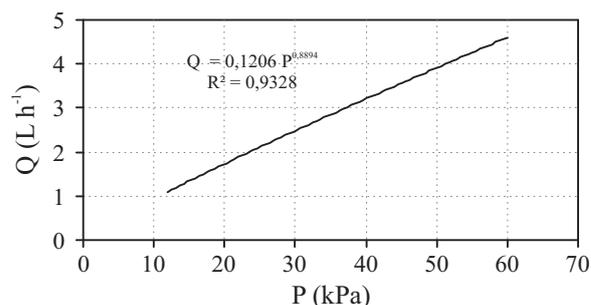
Nepal e na Índia, utilizaram linhas laterais com furos de 0,7 mm, obtidos com a utilização de agulhas aquecidas, e a uniformidade do sistema ficou entre 73 e 84%.

Em trabalhos realizados no Brasil, Nascimento (2006), utilizando irrigação por gravidade com tubogotejadores, obteve uma uniformidade de distribuição de 90%. Souza et al. (2006), trabalhando com microtubos em canteiros, obteve uma uniformidade de 97%. Souza e Botrel (2005), também com microtubos, obtiveram uma uniformidade de 87% em um pomar de citrus.

Conforme pôde-se observar na Tabela 2, os valores de UD variaram entre 62 e 95%. Esta diferença de desempenho entre sistemas se deve aos seguintes fatores: processo artesanal de montagem do sistema; topografia do terreno; linhas laterais em declive; e falta de limpeza do filtro. Em todos os kits foi utilizado o microtubo com diâmetro de 0,8 mm e comprimento de 0,6 m. Entretanto, a padronização do emissor não garante uma boa uniformidade de aplicação de água. Além do microtubo, a altura do reservatório e a topografia do terreno também influenciam a uniformidade de distribuição. No projeto não foi utilizada uma altura padrão para o reservatório, apenas foi recomendada a utilização de uma altura mínima de 1,0 m. Em algumas localidades os agricultores construíam a base do reservatório e nas demais eram utilizadas estruturas já construídas.

Devido às diferentes alturas dos reservatórios, houve também uma variação da vazão média dos emissores entre as comunidades. Considerando todos os kits, a vazão média dos microtubos foi de 2,1 L h<sup>-1</sup>. Com base na relação “Vazão (Q) x Pressão (P)” do microtubo, obtida nos ensaios de laboratório (Figura 4), esta vazão média corresponde a uma carga hidráulica disponível de 24,8 kPa. Considerando a equação “vazão x pressão”, obtida por Khatri (1979), a carga hidráulica correspondente à vazão média seria de 23,8 kPa.

A avaliação hidráulica foi realizada em vinte e um kits. Em cinco comunidades o kit foi abandonado, e nas demais, houve um aproveitamento do sistema, porém com alterações no kit original. As principais modificações foram: troca do microtubo por microaspersor e simplesmente a retirada do microtubos. Em ambos os casos as modificações alteraram completamente o funcionamento hidráulico do sistema. No caso dos microaspersores, como o abastecimento do kit é feito por gravidade, faltou pressão para que o sistema tivesse uniformidade de aplicação de água. No caso da retirada dos microtubos, o aumento excessivo da vazão prejudicou a irrigação nos pontos mais distantes do reservatório, pois somente nos primeiros orifícios existia a saída de água. As modificações foram realizadas sem a devida consulta à equipe do projeto, e motivadas pela descrença no sistema de irrigação por gotejamento.



**Figura 4** – Curva “Vazão x Pressão” do microtubo com diâmetro de 0,8 mm e comprimento de 0,6 m

Tendo em vista os resultados obtidos com as entrevistas e as observações realizadas durante as visitas técnicas, pode-se notar que o kit de irrigação com microtubos adaptou-se à produção de olerícolas e fruteiras. Entretanto, devido ao processo artesanal de montagem do sistema, apresenta limitações quanto ao tamanho da área a ser instalada.

## Conclusões

O desempenho das comunidades beneficiadas com o kit de irrigação localizada por gravidade com microtubos foi avaliado, e pode-se concluir que o kit facilitou o desenvolvimento das atividades agrícolas, visto que a maioria das comunidades contempladas no projeto (75%) está produzindo com o kit de irrigação. O desempenho hidráulico dos kits também foi avaliado e, embora o processo de montagem do sistema seja artesanal e o regime de escoamento no emissor seja laminar, o sistema de irrigação localizada com microtubos apresentou, em condições de campo, um bom desempenho técnico (UD = 87%).

## Agradecimento

Os autores agradecem ao CNPq, pela concessão de recursos financeiros para o desenvolvimento do trabalho.

## Referências

- CHIGERWE, J. et al. Low head drip irrigation kits and treadle pumps for smallholder farmers in Zimbabwe: a technical evaluation based on laboratory tests. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 29, n. 15-18, p. 1049–1059, 2004.
- CLEMMENS, A. J.; SOLOMON, K. H. Estimation of global irrigation distribution uniformity. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 123, n. 06, p. 454-461, 1997.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo agropecuário 1995/1996. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- KARLBERG, L. et al. Low-cost drip irrigation - A suitable technology for southern Africa? An example with tomatoes using saline irrigation water. **Agricultural Water Management**, v. 89, n. 01, p. 59-70, 2007.
- KARLBERG, L.; VRIES, F. W. T. P. Exploring potentials and constraints of low-cost drip irrigation with saline water in sub-Saharan Africa. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 29, n. 15-18, p. 1035-1042, 2004.
- KRUSE, E. G. Describing irrigation efficiency and uniformity. **Journal Irrigation Drainage Division**, v. 104, n. 01, p. 35-41, 1978.
- KELLER, J. et al. **Engineering low-cost micro-irrigation for small plots**. International Development Enterprises, 2001. 25p. Disponível em: <<http://www.ideorg.org/html/library/library.jsp>>. Acesso em: 11 set. 2003.
- KHATRI, K. C. et al. Hydraulics of microtube emitters. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 105, n. 02, p. 167-173, 1979.
- KULECHO, I. K.; WEATHERHEAD, E. K. Reasons for smallholders farmers discontinuing with low-cost micro-irrigation. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 19, n. 02, p. 179-188, 2005.
- LACERDA, N. B.; OLIVEIRA, T. S. Agricultura irrigada e a qualidade de vida dos agricultores em perímetros do Estado do Ceará, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 02, p. 216-223, 2007.
- LUIZ, A. J. B.; SILVEIRA, M. A. Diagnóstico rápido e dialogado em estudos de desenvolvimento rural sustentável. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 01, p. 83-91, 2000.
- MACKAY, H. **Low cost micro irrigation technologies for the poor**. Affordable Micro Irrigation Technology Final Report. Department for Infrastructure and Urban Development, 2003, 37p. Disponível em: <<http://www.itcltd.com/docs/amit%20report.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2003.
- MOFOKE, A. L. E. et al. Design, construction and evaluation of an affordable continuous-flow drip irrigation System. **Journal of Applied Irrigation Science**, v. 39, n. 02, p. 253-269, 2004.
- NASCIMENTO, J. M. S. **Desenvolvimento e avaliação hidráulica de um sistema de gotejamento por gravidade para pequenas propriedades**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- POLAK, P.; NANES, B.; ADHIKARI, D. A low cost drip irrigation system for small farmers in developing countries. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 33, n. 01, p. 119-124, 1997.
- POSTEL, S. et al. Drip irrigation for small farmers. A new initiative to alleviate hunger and poverty. **Water International**, v. 26, n. 01, p. 3-13, 2001.
- SOUZA, R. O. R. M. **Modelagem, desenvolvimento de software para dimensionamento, e avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento com microtubos**. 2005. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SOUZA, R. O. R. M.; BOTREL, T. A. Modelagem para o dimensionamento de microtubos em irrigação localizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 08, n. 01, p. 16-22, 2004.
- SOUZA, R. O. R. M.; BOTREL, T. A. Simulação hidráulica e avaliação de um sistema de irrigação localizada com microtubos em um pomar de citros. **Engenharia Rural**, v. 16, n. 01, p. 1-7, 2005.
- SOUZA, R. O. R. M.; PÉREZ, G. F. E.; BOTREL, T. A. Irrigação localizada por gravidade com microtubos. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage – Irriga**, v. 11, n. 02, p. 366-279, 2006.
- UPADHYAY, B. Gender aspects of smallholder irrigation technology: insights from Nepal. **Journal of Applied Irrigation Science**, v. 39, n. 02, p. 315-327, 2004.