



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Av. Beira-Mar, 3250, Caixa Postal 44
CEP 49001-970, Aracaju, SE.
Tel. (079) 217.1300 Fax 231.9145

Pesquisa de irrigação em fruticultura tropical
no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis
Sergipe - Brasil

PARCEIRAS:



Pesquisa e Desenvolvimento em Irrigação



Agropecuária Monteiro LTDA.

FL4845
1997
ex. 1
FL-PP-FL4845a

TO SUBTERRÂNEO:

*Uma alternativa para a exploração agrícola
dos solos dos tabuleiros costeiros*



Ministério da Agricultura e do Abastecimento

República Federativa do Brasil

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Ministro

Arlindo Porto Neto

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Elza Angela Battaglia Brito da Cunha

Dante Daniel Giacomelli Scolari

José Roberto Rodrigues Peres

Documentos nº 6

Maio, 1997

**GOTEJAMENTO SUBTERRÂNEO:
Uma alternativa para a exploração agrícola
dos solos dos tabuleiros costeiros**

Luis Carlos Nogueira
Lúcia Raquel Queiroz Nogueira
Baruch Gornat
Eugênio Ferreira Coelho

Embrapa

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Copyright © 1997. EMBRAPA.
EMBRAPA-CPATC. Documentos, nº 6

Exemplares desta publicação podem ser solicitados ao:
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros - CPATC
Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju-SE
Tel (079) 217-1300 - Fax: (079) 231-9145

Chefe Geral: José Olino Almeida de Andrade Lima
Chefe Adjunto de Pesquisa & Desenvolvimento: Ederlon R. de Oliveira
Chefe Adjunto de Apoio Técnico: Luiz Alberto Siqueira
Chefe Adjunto Administrativo: João Quintino de Moura Filho

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ederlon Ribeiro de Oliveira
Membros: Amaury Apolonio de Oliveira
Edson Diogo Tavares
Edson Eduardo Melo Passos
Emanuel Richard Carvalho Donald
Jiciara Sales Damásio
Luiz Mário Santos Silva
Maria de Lourdes da Silva Leal
Wilson Menezes Aragão

Composição/Diagramação: Aparecida de Oliveira Santana
Revisão Gramatical: David Soares Pinto

Tiragem: 2000 exemplares

NOGUEIRA, L.C.; NOGUEIRA, L.R.Q.; GORNAT, B.; COELHO, E.F.
Gotejamento subterrâneo: uma alternativa para a exploração
agrícola dos solos dos tabuleiros costeiros. Aracaju: Embrapa-
CPATC, 1997. 20 p. (Embrapa-CPATC. Documentos, 6)

Irrigação; Solos; Tabuleiros costeiros; Irrigation; Coastal
tablelands; Plateau.

CDD: 631.7

Embrapa
Unidade: CPATC
Valor aquisição: _____
Data aquisição: _____
N.º N. Fiscal/Fatura: _____
Fornecedor: Ainp 18593
N.º OCS: _____
Origem: _____
N.º Registro: FL 4845

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBTERRÂNEO.....	6
2.1. COMPONENTES DO SISTEMA IGS.....	6
2.2. CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS AO GOTEJADOR.....	7
2.3. VANTAGENS DO SISTEMA.....	8
2.4. DESVANTAGENS DO SISTEMA.....	10
2.5. CUSTOS DO SISTEMA.....	11
2.6. PROFUNDIDADE E POSIÇÃO DE INSTALAÇÃO DAS LATERAIS.....	12
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	13
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14

GOTEJAMENTO SUBTERRÂNEO: Uma alternativa para a exploração agrícola dos solos dos tabuleiros costeiros

Luis Carlos Nogueira¹
Lúcia Raquel Queiroz Nogueira¹
Baruch Gornat²
Eugênio Ferreira Coelho³

1. INTRODUÇÃO

A região dos tabuleiros costeiros estende-se ao longo da costa brasileira, desde o Rio de Janeiro até o Amapá (Jacomine, 1996). Algumas áreas possuem superfícies planas a suavemente onduladas que são bastante apropriadas para o desenvolvimento de uma agricultura tecnificada, empregando insumos de forma racional e considerando as limitações de seus solos.

Os solos dessa região apresentam, como principais limitações agrícolas, baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, devido à sua textura, à sua composição mineralógica e aos baixos teores de matéria orgânica, o que lhes confere ainda, baixo poder ampolo. Considerados profundos, grande parte desses solos apresenta sua profundidade efetiva reduzida pela presença de horizontes coesos (horizontes friáveis quando úmidos que se tornam endurecidos quando secos), o que agrava tais limitações.

Portanto, a exploração desses solos visando a sua potencialidade produtiva deve considerar esses fatores, sendo recomendáveis adubações parceladas e irrigações freqüentes, de forma a manter o solo constantemente próximo à sua capacidade de campo.

¹ Eng.-Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3250, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, SE.

² Eng.-Agr., Ph.D., Consultor Internacional para Irrigação. Fax 00-972-9-956-6469, Israel.

³ Eng.-Agr., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Meio Norte, Caixa Postal 01, 64006-220, Teresina, PI.

Cana-de-açúcar, cacau, laranja e eucalipto são as principais culturas exploradas nessa região. A proximidade de grandes centros consumidores garante a infra-estrutura de transporte, armazenamento, comercialização e industrialização de produtos agrícolas, o que justifica custos com tecnologia agropecuária.

Atualmente, os sistemas de irrigação localizada são os mais recomendados por oferecerem melhor controle e por serem mais eficientes na aplicação de água e de fertilizantes (fertirrigação), nas mais diversas condições ambientais. A técnica da irrigação localizada tem sido constantemente aprimorada com o lançamento de novos emissores, com características hidráulicas que permitem autocompensação de pressões e autolimpeza (Nogueira & Gornat, 1990). Além disso, dispositivos hidráulicos, eletromecânicos e eletrônicos têm sido agregados às instalações de campo visando a obtenção de condições cada vez melhores de controle da irrigação.

Recentemente, tem sido melhorada e testada a tecnologia da irrigação por gotejamento subterrâneo (IGS), onde são utilizados todos os recursos já conhecidos da irrigação localizada para aumentar a eficiência de uso da água e nutrientes.

Não há estudos com esse tipo de irrigação na região dos tabuleiros costeiros. Num trabalho pioneiro, a Embrapa Tabuleiros Costeiros vem desenvolvendo, em parceria com a Gornat Irrigation Research and Development e a Agropecuária Monteiro Ltda, um estudo comparativo do sistema IGS com os sistemas de irrigação por microaspersão e por gotejamento superficial no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, em solo característico dos tabuleiros costeiros e em três fruteiras tropicais.

O objetivo deste artigo é apresentar as principais características, vantagens e desvantagens do sistema de gotejamento subterrâneo, considerando as suas potencialidades para uso dos solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil.

2. SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBTERRÂNEO

O sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo (IGS) utiliza os mesmos gotejadores dos sistemas convencionais, inseridos em tubulações, da mesma forma que no gotejamento superficial. Essas tubulações são enterradas a uma determinada profundidade, dependendo do tipo de solo e do desenvolvimento radicular das culturas, visando suprir água e nutrientes diretamente na profundidade efetiva das raízes das culturas (Fig. 1).

Nos solos típicos de tabuleiros costeiros, devido à presença de horizontes coesos, que ocorrem a 20cm-60cm de profundidade (Jacomine, 1996), o desenvolvimento das raízes muitas vezes fica limitado, crescendo paralelamente à superfície do solo (Fig. 2). Sendo tais horizontes endurecidos quando secos e friáveis quando úmidos, apresentando baixa capacidade de infiltração de água, ao contrário do horizonte imediatamente superior, geralmente mais arenoso e com alta condutividade hidráulica saturada, o dimensionamento do sistema IGS, deve ser concebido de forma a aplicar água adequando maior frequência com menores quantidades, de forma a evitar o acúmulo de água no perfil.

2.1. COMPONENTES DO SISTEMA IGS

O sistema IGS tem praticamente os mesmos componentes que os sistemas de irrigação por gotejamento superficial (Sistema, 1994), sendo, entretanto, que todas as tubulações são enterradas e são necessários cuidados especiais para as funções dos dois componentes adicionais que estão descritos nos itens "f" e "g" abaixo (Fig. 3):

- a) **Sistema de bombeamento:** com diversos graus de automação possíveis;
- b) **Tubulação adutora:** conduz a água desde o bombeamento até o cabeçal de controle;

- c) **Cabeçal de controle:** conjunto de dispositivos necessários para controle da irrigação: programador de irrigação, filtros, injetor de fertilizantes, medidores de vazão e pressão, válvulas de retenção, etc.;
- d) **Tubulação principal:** conduz a água do cabeçal até os setores e subsetores de irrigação;
- e) **Setores e subsetores de irrigação:** áreas e subáreas que receberão a mesma irrigação, dotadas de laterais de irrigação que contêm os gotejadores. São abastecidas por tubulações secundárias e terciárias. O espaçamento entre gotejadores e a quantidade de água a aplicar seguem as mesmas recomendações do gotejamento convencional;
- f) **Ventosas de duplo efeito:** para admitir ou expulsar o ar da tubulação e evitar que os gotejadores sejam entupidos por sucção de partículas de solo;
- g) **Coletores de limpeza:** tubulação de diâmetro similar ao das secundárias ou terciárias que se instala interligando as extremidades finais das laterais de cada setor ou subsetor, visando a sua limpeza periódica. Devido ao fato de encarecer o sistema, nem sempre o coletor é empregado, ficando as próprias extremidades das laterais acima do solo para limpeza individual.

2.2. CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS AO GOTEJADOR

A Figura 4 apresenta um gotejador autocompensante e autolimpante que opera inserido na tubulação (Nogueira & Gornat, 1990) e que pode ser utilizado tanto em sistemas superficiais quanto em sistemas subsuperficiais. Para o sucesso do IGS, é necessário que os emissores apresentem as seguintes características (Sistema, 1994):

- a) **Resistência ao desgaste:** especialmente devido a produtos químicos;

b) Capacidade de autocompensação de pressões: normalmente no intervalo de 100 a 400 kPa (10 a 40 mca) permite vazão estável;

c) Estrutura planejada para evitar obstrução e capacidade de autolimpeza: normalmente possuem regime de fluxo turbulento e passagem de água com dimensões que permitem a eliminação de partículas em suspensão (Fig. 4a);

d) Possibilidade de fácil colocação e retirada: com conseqüente facilidade de substituição e incremento do número de emissores na lateral. Essas características são normalmente encontradas em emissores que operam inseridos na tubulação ou sobre esta (Fig. 4b), entretanto, os emissores que operam sobre a linha não permitem, normalmente, o emprego do implemento de enterrar as mangueiras (Fig. 5);

e) Tamanho reduzido e posicionamento na tubulação: evita saliências, o que facilita o manuseio e a instalação das laterais, principalmente se for mecanizada (Fig. 5).

2.3. VANTAGENS DO SISTEMA

a) Economia de água: aplica água de forma lenta e contínua em um local preciso da zona radicular, facilitando a sua absorção pelas raízes. A economia de água é estimada em torno de 40 a 50% em relação aos sistemas de irrigação tradicionais (Sistema, 1994). Mesmo em relação à microaspersão e ao gotejamento superficial apresenta vantagens, pois aplica água no subsolo, minimizando as perdas por evaporação, especialmente em solos onde o horizonte superficial é mais arenoso, com reduzidos movimentos capilares (Fig. 6). A camada superficial do solo, permanecendo seca, exercerá um efeito "mulching", reduzindo a evaporação, havendo apenas difusão de vapor, evitando também movimento de sais para a superfície (Phene et al., 1987).

b) Menor suscetibilidade aos tratos culturais: devido ao fato de as laterais de irrigação que compõem o sistema estarem todas enterradas, a possibilidade de corte por ferramentas e implementos durante os tratos culturais fica reduzida. Evita também o pisoteio e a mudança de local de operação das laterais, o que pode prejudicar a absorção de água e nutrientes pelas raízes;

c) Maior volume de solo molhado: com a mesma quantidade de água, pode produzir um bulbo molhado de maior volume devido ao formato esférico (Fig. 6), em comparação com o bulbo semi-esférico dos sistemas de gotejamento superficiais;

d) Uniformidade de irrigação: com o uso de gotejadores autocompensantes, é possível atingir até 100% de uniformidade de irrigação, mesmo em terrenos inclinados, o que contribui para a uniformização do desenvolvimento e produção das plantas (Sistema, 1994);

e) Redução do vandalismo: por ser um sistema que não está visível no campo, as possibilidades de vandalismo ficam grandemente reduzidas, o que pode representar economia de mão-de-obra e peças de reposição (Sistema, 1994). Por esse mesmo motivo, ficam também reduzidas as possibilidades de danos por uso de implementos agrícolas;

f) Fertilização mais eficiente: permite a aplicação dos fertilizantes diretamente no centro de atividade do sistema radicular, reduzindo possíveis problemas relativos à dinâmica dos nutrientes, tal como o fósforo (Coelho & Or, 1996);

g) Uso de águas residuais: por não aplicar água na superfície do solo, permite o uso de águas residuais e de esgoto tratadas, sem risco de contaminação (Sistema, 1994). Esse aspecto é importante, principalmente considerando o agravamento da escassez e da competição pelos recursos hídricos em todo o mundo, o que tem

aumentado a tendência de tratamento e reutilização da água;

h) Outras vantagens: maior durabilidade dos materiais e menor incidência de plantas daninhas, o que reduz os tratos culturais, diminuindo a compactação do solo e os custos de produção (Sistema, 1994). Evita também o empoçamento superficial, diminuindo os riscos de escoamento (e erosão) e a variabilidade de infiltração superficial (Phene et al., 1987).

2.4. DESVANTAGENS DO SISTEMA

Phene et al. (1987) apresentaram as principais desvantagens do sistema IGS:

- a) Dificuldade de acompanhar visualmente e testar o funcionamento dos emissores por estarem instalados em subsuperfície, torna-se difícil acompanhar visualmente e testar o funcionamento dos emissores no campo, bem como substituí-los;
- b) Potencial acúmulo de sais na região do perfil acima da linha lateral e abaixo da superfície do solo;
- c) Sistema potencialmente suscetível à intrusão de raízes nas linhas laterais, particularmente nos gotejadores;
- d) Reduzido movimento vertical ascendente de água em solos arenosos;
- e) Conhecimento técnico ainda escasso sobre o sistema como um todo.

Algumas das desvantagens dos sistema IGS apresentadas, como a intrusão de raízes nas linhas laterais dos gotejadores, podem ser contornadas. Essa intrusão pode ser prevenida principalmente evitando-se irrigações deficientes e baixa pressão de operação (menos de 55 kPa) (Wuertz &

Tollefson, 1993), associando aplicações periódicas de cloro (200 ppm).

2.5. CUSTOS DO SISTEMA

- a) **Custos com aquisição do sistema:** os sistemas de irrigação por gotejamento subterrâneo são dimensionados com a mesma quantidade de material que o sistema de gotejamento superficial, entretanto, há diferença de custo devido à necessidade de um maior número de ventosas para evitar a sucção de materiais do solo via gotejador, podendo causar o seu entupimento. No caso da utilização de tubo coletor para a limpeza das laterais, é necessário adicionar o custo da tubulação (de diâmetro normalmente igual ao das linhas terciárias);
- b) **Custos iniciais de implantação do sistema:** embora utilizando a mesma quantidade de material dos sistemas de gotejamento superficial, os custos iniciais de implantação são acrescidos devido à necessidade de escavação de valetas para instalar as laterais, o que pode ser amenizado pela instalação mecanizada com o equipamento mostrado na Fig. 5. A instalação mecanizada custa entre R\$ 50,00 a R\$ 100,00 por hectare, o que coincide, aproximadamente, com o custo de instalação manual do gotejamento convencional. A instalação de gotejadores subterrâneos com escavação manual de valetas é bastante oneroso, sendo recomendável apenas para pequenas áreas, principalmente para cultivos em estufas e casas de vegetação;
- c) **Custos de manutenção:** ao longo do período de funcionamento, são acrescidos ainda os custos para tratamentos preventivos contra entrada de raízes nos emissores. Esse tratamento é normalmente feito com a aplicação de herbicidas, via água, 2 a 3 vezes ao ano;

2.6. PROFUNDIDADE E POSIÇÃO DE INSTALAÇÃO DAS LATERAIS

Não existe uma profundidade pré-definida para enterrar as laterais. Depende do tipo de solo (formação do bulbo molhado) e da cultura (desenvolvimento do sistema radicular). É comum que as laterais sejam instaladas entre 30cm e 45 cm de profundidade. Em profundidades menores, poderá haver afloramento da frente de umedecimento e, em profundidades maiores, o custo de implantação aumentará.

A posição de instalação das laterais em relação à planta também depende do solo e da cultura. Normalmente, são enterradas entre 0,5m e 1,5m de distância da linha de plantas, considerando as maiores distâncias para as plantas mais velhas, visando diminuir o efeito do corte de raízes durante a abertura das valetas.

Na Espanha, em cultivos de oliveiras de 100 anos, na Região de Córdoba, tem-se instalado as mangueiras a 1,5m de distância da linha de plantas, e em parreiras de 50 anos, na Região de La Mancha, tem-se instalado de 1,0m a 1,5m.

Além disso, é preciso considerar que a vazão dos gotejadores e o tempo de aplicação de água também influem na formação do bulbo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Nordeste brasileiro, segundo Silva et. al (1993), a Grande Unidade de Paisagem Tabuleiros Costeiros distribui-se por todos os estados, ao longo da costa, totalizando 98.503km² (ou 9.850.300 ha). Na região de abrangência dessa unidade de paisagem, ocorrem solos com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e com horizontes coesos, em diferentes profundidades, limitando o desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Nessas condições, o sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo é uma alternativa que deve ser considerada num programa de manejo integrado de solo e água, a fim de otimizar a eficiência de uso da água e dos fertilizantes.

O desenvolvimento de culturas nesses solos é prejudicado pela superficialidade do seu sistema radicular, especialmente quando há emprego constante de mecanização agrícola, que pode formar camadas adensadas conhecidas como "pé-de-arado" ou "pé-de-grade", além de causar corte ou ferimento das raízes, prejudicando ou interrompendo seu desenvolvimento e expondo-as ao ataque de patógenos.

A utilização do sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo permite que a água e os fertilizantes sejam aplicados ao solo diretamente na zona de exploração das raízes, reduzindo a necessidade de tratos culturais e as perdas por evaporação. Isso pode viabilizar um aumento da eficiência de uso da água e dos nutrientes, com conseqüente aumento da produtividade e da longevidade das culturas, melhorando a relação custo/benefício.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, E.F.; OR, D. A parametric model for the dimensional water uptake intensity by corn roots under drip irrigation. **Soil Science Society of American Journal**, v. 60, p.1039-1049. 1996.

JACOMINE, P.K.T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos de tabuleiros costeiros. In: REUNIÃO TÉCNICA SOBRE SOLOS COESOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, 1996, Cruz das Almas, BA. Pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros costeiros - **anais**. Aracaju: Embrapa-CPATC/Embrapa-CNPMP/EAUFBA/IGUFBA, 1996, p.13-26.

NOGUEIRA, L. C. & GORNAT, B. Desempenho de gotejador autocompensante. **Irrigação e Tecnologia Moderna**, n.42, p.22-28, 1990.

PHENE, C.J.; HUTMACHER, R. B.; AYARS, J. E. Subsurface drip irrigation: realizing the full potential. In: JERGENSEN, G. S.; NORUM, K. N., eds. **Subsurface drip irrigation: theory, practices and application**, 1987. p.97-118.

SILVA, F.B.R.; RICHÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C.; BRITO, L.T.L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B.; SILVA, A.B.; ARAÚJO FILHO, J.C.; LEITE, A.P. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrossocioeconômico**. Petrolina, PE: Embrapa-CPATSA/Recife: Embrapa-CNPS. Coordenadoria Regional do Nordeste, 1993. 2v.

SISTEMA de riego subterraneo autocompensado. **Riegos y Drenajes XXI**, v.10, n.79, p.36-40, 1994.

WUERTZ, H. & TOLLEFSON, S. Subsurface drip irrigation on sundance farms. In: JERGENSEN, G. S.; NORUM, K. N., eds. **Subsurface drip irrigation: theory, practices and applications**, 1987. p. 83-94.



Fig. 1 - Linha lateral de gotejamento subterrâneo operando a 30cm de profundidade em pomar de oliveiras, em um solo de textura média, na Espanha.



Fig. 2 - Perfil de solo característico da região dos tabuleiros costeiros, cultivado com laranjeira por mais de 14 anos, mostrando a limitação do desenvolvimento radicular provocada pela ocorrência de horizonte coeso a partir de aproximadamente 30cm de profundidade.

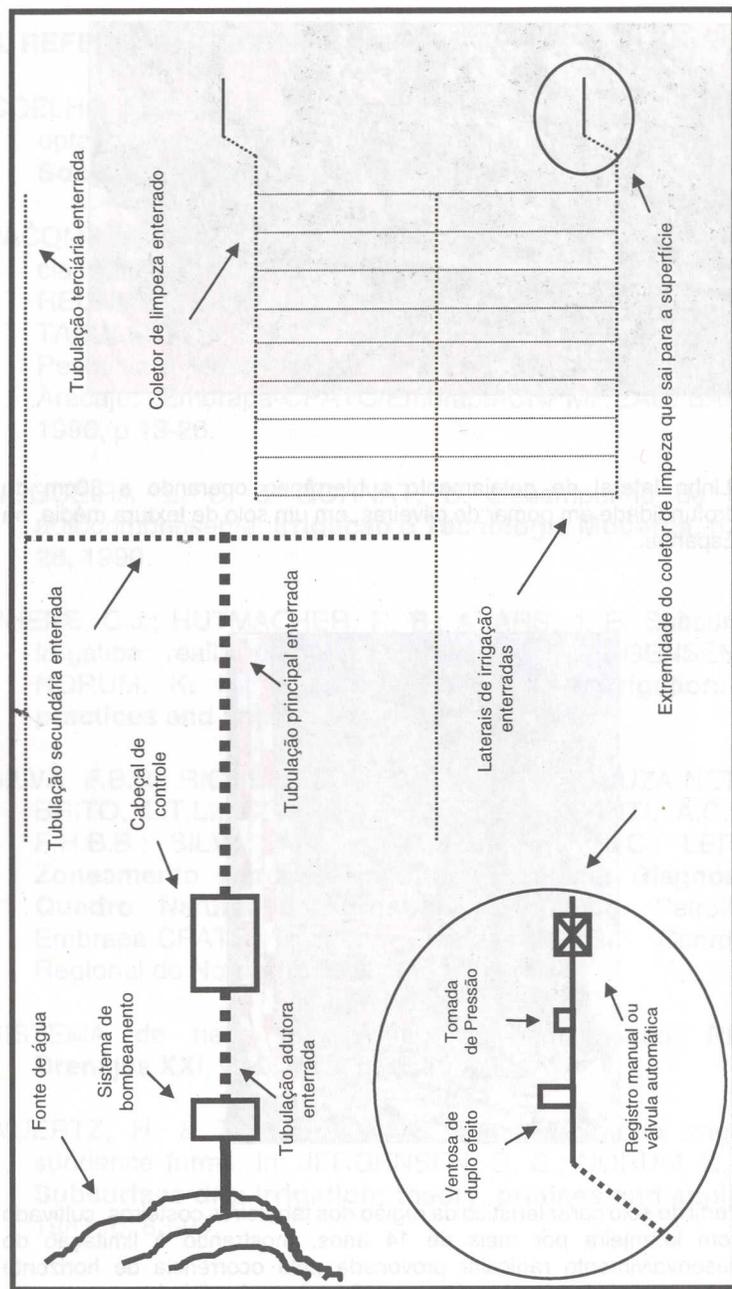
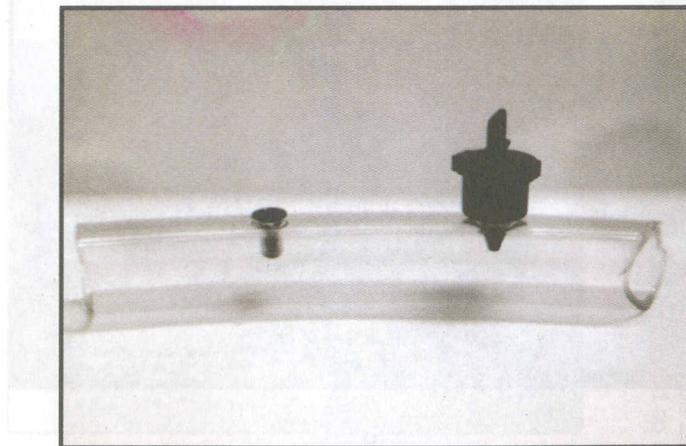


Fig. 3 - Esquema de campo de um sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo. O coletor de limpeza nem sempre é adotado, visando diminuir os custos de implantação.



a

Fig. 4a - Gotejador autocompensante e autolimpante utilizado em instalações de gotejamento superficial e subterrâneo, mostrando detalhe do labirinto e da membrana de silicone.



b

Fig. 4b - Aspecto da conexão de um gotejador que opera totalmente dentro do tubo comparado com outro que opera fora do tubo.

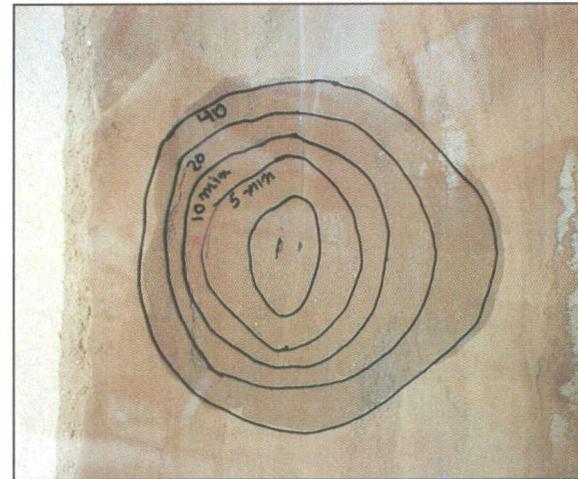


b

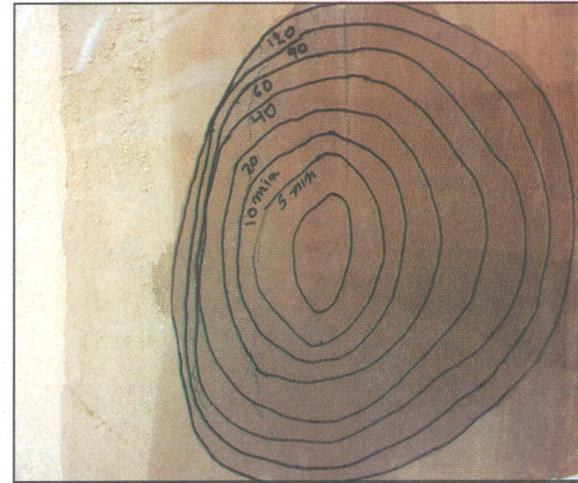


a

Fig. 5 - Implemento para instalação de laterais de irrigação por gotejamento subterrâneo: (a) implantando duas laterais simultaneamente; (b) detalhe da implantação em solo de tabuleiro costeiro, no Distrito de Irrigação do Platô de Neópolis, em Sergipe.



a



b

Fig. 6 - Vista de perfil da distribuição da água, em função do tempo (a: até 40 minutos e b: até 120 minutos), aplicada por um gotejador com vazão de 4 l/h, operando a 30cm de profundidade em um solo de textura média.