

A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA NOS PROJETOS DE IRRIGAÇÃO- UM ESTUDO DE CASO.

THE IMPORTANCE OF THE VALUATION OF WATER QUALITY IN IRRIGATION PROJECTS.

JOSÉ EUCLIDES STIPP PATERNIANI¹
MARCELO JACOMINI MOREIRA DA SILVA²
TÚLIO ASSUNÇÃO PIRES RIBEIRO³
ROGÉRIO PEREIRA DA SILVA AIROLDI⁴

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo investigar a influência da qualidade da água na uniformidade da lâmina d'água aplicada por sistemas de irrigação localizada em culturas de Citrus no Estado de São Paulo. O estudo foi realizado em cinco fazendas de produção de Citrus onde são empregados sistemas de irrigação por gotejamento compostos por um total de 81 cabeçais de controle de filtragem que operaram com filtros de discos de 120mesh (130mm). Foram coletadas amostras de água para análises da concentração de sólidos suspensos, da turbidez e da cor aparente, classificação quanto ao risco de entupimento de gotejadores e determinação do índice de uniformidade de distribuição de água pelos emissores. Os resultados mostraram que mesmo utilizando sistemas de filtragem nos cabeçais, muitas linhas de gotejamento apresentaram problemas decorrentes de entupimento de gotejadores por material sólido em suspensão. O presente trabalho permite concluir que é necessário um conhecimento mais detalhado da qualidade da água a ser empregada na irrigação principalmente do tipo de material que provoca entupimento a fim de contribuir para a escolha de sistemas de filtragem mais eficientes e adequados, minimizando os problemas que ocorrem com esse método de irrigação.

Palavras-chaves: Entupimento de Emissores, Irrigação Localizada, Uniformidade de Distribuição.

¹Feagri/UNICAMP, C PI, 6011, Campinas, SP, CEP: 13083-875, e-mail: pater@agr.unicamp.br, fone: 019-3521-1019

² REFINARIA DE PAULÍNIA - PETROBRAS, Rodovia SP 332, Km 130,5 Cep:13140-000 - Paulínia - SP, marcelomoreira@petrobras.com.br, fone: (19) 2116.6481

³ Feagri/UNICAMP, CPI, 6011, Campinas, SP, CEP: 13083-875, e-mail: tulior@agr.unicamp.br, fone: 019-3521-1112

⁴ Feagri/UNICAMP, Caixa Postal, 6011, Campinas, SP, CEP: 13083-875, e-mail: airoidi@esalq.usp.br, fone: 019-3521-1019

SUMMARY

The objective of this study was to investigate the influence of water quality in the water blade applied by irrigation systems placed in citrus culture at São Paulo State. The application happened in five citrus production farms, where dripping irrigation systems are used. These systems are made of 81 filtering heads that worked with disc filters of 120 mesh. Water samples were collected to analyze the suspended solids concentration, the turbidity and the apparent color and to classify them as the drippers clogging risk. Assays to determine the water uniformity distribution index by the emitters. The results showed that even using filtering systems in the heads, a lot of dripping lines had decurrently problems because of emitters' clogging. This work allows to conclude that a more detailed knowledge of water quality can contribute to choose more efficient adjusted filtering systems, decreasing the problems that can appear with this kind of irrigation.

Keywords: Emitters' Clogging, Localized Irrigation, Distribution Uniformity.

INTRODUÇÃO

A irrigação localizada caracteriza-se pela aplicação de pequenas quantidades de água na zona radicular das plantas, atendendo as necessidades específicas da cultura, permitindo ao irrigante vantagens como: maior eficiência no uso da água, maior produtividade das culturas, utilização de pequenos mananciais, maior facilidade no controle fitossanitário, economia de mão-de-obra, propicia o uso da fertirrigação. Ribeiro et al. (2002).

A produtividade das culturas irrigadas por gotejamento está diretamente relacionada à uniformidade de emissão dos gotejadores, pois a lâmina d'água aplicada é calculada para apenas suprir as necessidades de água da cultura, sendo que alta uniformidade de distribuição significa que todas as plantas na zona irrigada estarão recebendo a mesma quantidade de água num determinado tempo, Silva & Paterniani (2002). Baixos valores de uniformidade podem ser decorrentes de fatores como: diâmetro das tubulações impróprias; pressão de serviço muito alta ou baixa; emissores não apropriados para o sistema projetado; emissores entupidos devido a presença de partículas sólidas na água; mudanças nos componentes do sistema ou desgaste dos mesmos ou mudanças na pressão de saída da bomba.

O custo de um sistema de irrigação localizada em geral é mais alto que o sistema de irrigação convencional, podendo oscilar muito dependendo do tipo de cultura, tipo de emissor, automação e equipamentos de filtragem. Portanto, a adequação da qualidade da água de irrigação a fim de evitar danos aos equipamentos ou baixa eficiência do sistema é de fundamental importância para o sucesso de tais sistemas.

No sentido de dar uma orientação de caráter quantitativo, Nakayama & Bucks (1986) citado por Paterniani et al. (2002), propuseram uma classificação da água, indicando critérios para avaliação do risco de entupimentos de emissores, com base no valor encontrado para alguns parâmetros qualitativos da água. Para a concentração de sólidos suspensos, por exemplo, os autores classificam a água como baixo risco de entupimento para $< 50 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; risco moderado de entupimento para o intervalo entre 50 e $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$; risco severo de obstrução para concentrações acima de $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Outros dois índices, além daqueles propostos por Nakayama & Bucks (1986), citado por Paterniani et al. (2002), utilizados como indicadores de qualidade podem ser a turbidez e a cor aparente a água, uma vez que são parâmetros de rápida e fácil determinação e

representam, respectivamente, o teor de sólidos suspensos e de sólidos dissolvidos (sais) de natureza orgânica. Ribeiro (2003).

O método mais utilizado de tratamento de água para irrigação localizada é a filtragem. Assim o desempenho do sistema de irrigação será tanto melhor, quanto maior for a eficiência dos filtros na remoção de impurezas da água. Ribeiro (2003). O tipo de filtro mais comum é o filtro de disco, cujo elemento filtrante é um conjunto de anéis com ranhuras impressas sobre um suporte central, também cilíndrico e perfurado. A água é filtrada ao passar pelos pequenos condutos formados pelas ranhuras entre 2 anéis consecutivos, Ribeiro (2003). Em alguns casos recomenda-se um filtro de areia e de tela. Existem ainda filtros que utilizam mantas sintéticas não tecidas como elemento filtrante. Contudo, esses filtros ainda são poucos no mercado e são empregados mais em caráter experimental, Paterniani & Pinto (2001).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a uniformidade de distribuição de água em sistemas de irrigação por gotejamento, instalados em culturas comerciais de Citrus, e verificar sua relação com eficiência de remoção de partículas sólidas suspensas presentes na água, por meio de filtros de disco de 120mesh (130mm).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em cinco fazendas de produção de citrus localizadas no Estado de São Paulo, onde os sistemas de irrigação abrangem uma área total de cerca de 3.000 ha. Esses sistemas de irrigação são do tipo localizada, empregando gotejadores autocompensantes espaçados 0,75 m. O comprimento das linhas de emissores variavam conforme o "layout" de cada área e todas estavam funcionando com a pressão mínima de $1 \text{ kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$ (10^3Pa). A vazão média de projeto é $3,5 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ ($9,7\times 10^{-7} \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$). Os sistemas de irrigação de todas as fazendas compreendiam um total de 81 cabeçais de controle que empregavam como forma de tratamento da água, apenas filtros de disco de 120 mesh.

Os parâmetros de qualidade da água avaliados no presente trabalho foram: concentração de sólidos suspensos, turbidez e cor aparente. As amostras de água foram coletadas antes dos filtros e após estes, nas linhas de gotejamento em 81 cabeçais de controle. Para cada cabeçal foram selecionadas linhas de gotejadores para determinação do índice de uniformidade de distribuição de água. As coletas e análises de amostras foram realizadas segundo os métodos propostos pelo "Standard Methods of Examination of Water and Wastewater", APHA (2000).

Para determinação da uniformidade de aplicação de água pelo método proposto por Bralts & Kesner (1983) e citados em Ribeiro (2003), foram escolhidas cinco linhas de gotejadores de cada cabeçal de controle estudado. Três linhas de emissores localizados em cotas topográficas diferentes sendo que em cada uma foram amostrados pontos no início da linha, a 1/3 do comprimento e 2/3 do comprimento e no final da linha. As outras duas linhas eram localizadas em cotas intermediárias e vazões dos gotejadores foram medidas apenas no início, meio e fim da linha. Para cada ponto mediu-se a vazão de três gotejadores consecutivos, usando o valor médio para o cálculo. Deste modo obteve-se para cada cabeçal de controle, 18 valores de vazão média dos gotejadores, conforme recomenda a metodologia adotada. Todas as medidas foram realizadas simultaneamente e com o tempo de coleta de 180s.

Os dados foram analisados e as áreas classificadas quanto ao risco de obstrução dos emissores. Também foi determinada a eficiência de remoção de impurezas pelos filtros e sua influência sobre a uniformidade da lâmina gotejada e da vazão média dos gotejadores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os dados médios obtidos em cada fazenda quanto a concentração de sólidos suspensos, cor aparente e turbidez da água de irrigação antes de passar pelos filtros, imediatamente após a passagem pelos filtros e da água das linhas de gotejadores,

também após a passagem pelos filtros. A Tabela 1 mostra também os valores de uniformidade de missão de gotejadores médio de cada cabeça de controle.

Tabela 1 Resultados de cor aparente, turbidez e sólidos suspensos para amostras de água antes dos filtros, imediatamente após os filtros e nas linhas de gotejadores e valores do índice de uniformidade de distribuição de água para os 21 cabeçais avaliados. (média por fazenda).

Fazendas	Valores antes dos filtros			Valores após os filtros			Valores nas linhas de gotejadores			Uniformidade (%)
	Cor aparente (Pt-Co)	Turbidez (NTU)	S. Susp. ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Cor aparente (Pt-Co)	Turbidez (NTU)	S. Susp. ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Cor aparente (Pt-Co)	Turbidez (NTU)	S. Susp. ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	
1	237	41	114	157	31	36	218	45	77	85
2	532	91	49	484	85	12	824	155	110	88
3	188	32	56	107	17	19	523	136	147	90
4	114	15	4	92	8	4	154	24	16	68
5	167	17	24	161	12	14	3581	506	1011	82

Embora tenham sido utilizados para classificação das amostras de água quanto ao risco de entupimento apenas os valores de sólidos em suspensão, conforme critério utilizado por Nakayama & Bucks (1986), citado por Paterniani et al. (2002), os valores encontrados para os parâmetros turbidez e cor aparente, reforçam o diagnóstico da água quanto a presença de material sólido em suspensão. Segundo Braga et al (2002) a presença de cor aparente na água, mesmo tendo embutido no seu valor uma parcela da turbidez, está associada a presença de matéria orgânica e também tem estreita relação com a concentração de sólidos dissolvidos.

A qualidade da água que chega em 79% dos cabeçais de controle avaliados, possui características, avaliadas pela concentração de sólidos suspensos, que a classificam como de “Baixo Risco” de entupimento de gotejadores, apenas 11% é classificada como “Risco Moderado” e 10% como “Alto Risco”, como detalha a Figura 1 para cada fazenda.

Nota-se pela Tabela 1 que houve uma redução muito pequena dos parâmetros qualitativos da água logo após a passagem desta pelos filtros, para todas as fazendas estudadas. Esta constatação indica que os filtros

não estão tendo uma boa eficiência na redução das impurezas presentes na água. Porém, sabe-se que as aberturas dos filtros em “mesh” são empregadas em função do diâmetro dos gotejadores. Portanto, é possível que o tamanho das partículas que estejam passando pelos filtros sejam menores que os diâmetros dos gotejadores. Assim, mesmo tendo uma desprezível melhoria na sua qualidade, a água imediatamente após sua passagem pelos filtros, apresenta “Baixo Risco” de entupimento, avaliada pela concentração de sólidos em suspensão para todas as fazendas o que não justificaria a ocorrência de entupimentos observada.

Contudo, ao analisar amostras de água retiradas das linhas de irrigação, ou seja, após a água passar pelos filtros, constatou-se que a água apresenta valores elevados dos parâmetros qualitativos avaliados, classificando-a em “Baixo Risco” em apenas 16% das amostras, “Risco Moderado” em 38%, e “Risco Alto” em 46%, conforme detalhado na Figura 2.

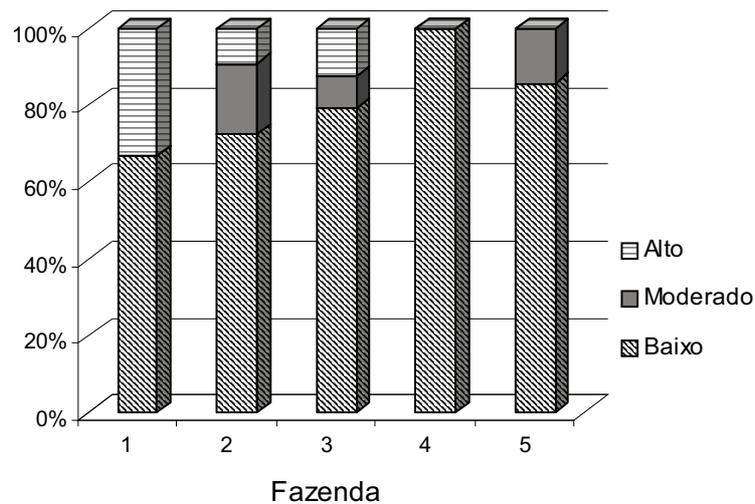


Figura 1 Risco de obstrução dos gotejadores quanto à concentração de sólidos suspensos na água bruta.

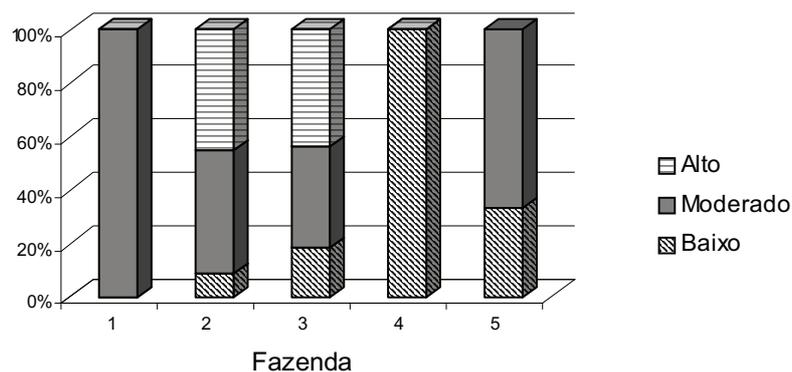


Figura 2 Risco de obstrução dos gotejadores quanto à concentração de sol. susp. na água da linha de gotejadores.

Essa constatação leva a concluir que está ocorrendo passagem de material sólido em suspensão pelos filtros e depositando-se nas linhas de irrigação, ou pode estar havendo crescimento de biomassa, provavelmente bactérias férricas, no interior das linhas de irrigação, devido a presença de ferro e matéria orgânica em excesso na água, conforme

evidencia o gráfico da Figura 3. Esta última hipótese, se confirmada em experimentos futuros, pode indicar a necessidade de se associar métodos de desinfecção, como por exemplo a cloração ou a radiação ultra-violeta, aos sistemas físicos de filtragem para um tratamento adequado da água para irrigação localizada.

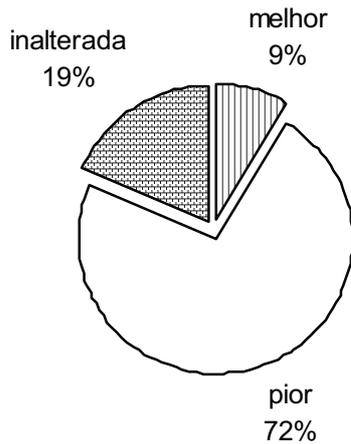


Figura 3 - Qualidade da água na linha de gotejamento em relação a amostra de água bruta.

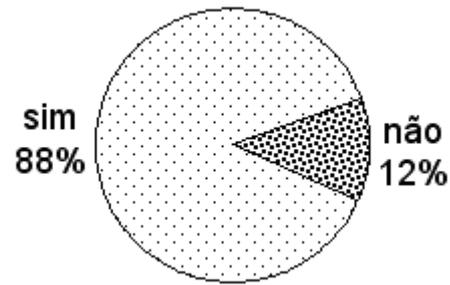


Figura 4 - Cabeçais com acúmulo de sólidos suspensos nas linhas.

Pelo gráfico da Figura 4, nota-se que em 88% dos cabeçais avaliados, os filtros não estão removendo satisfatoriamente as partículas de impurezas da água, bem como as limpezas periódicas que são feitas nas linhas com cloro, podem não estar sendo eficiente. O forte indício da presença de matéria orgânica na água, revelado pelos altos valores de cor aparente, indicam que o uso simplesmente de filtros de disco (120 mesh) não é suficiente para realizar um tratamento eficaz da água para irrigação localizada. O uso combinado com outros filtros, como por exemplo, filtros de areia e filtros de manta sintética não tecida, os quais tendem a ser mais eficientes na remoção de matéria orgânica, seriam mais indicados para o caso em estudo. Essa situação indica um comprometimento do sistema de irrigação por entupimento de gotejadores, uma vez que na abertura ou fechamento de válvulas ocorrem inevitavelmente transientes hidráulicos que podem conduzir essas partículas sólidas para o interior dos gotejadores, obstruindo-os. De acordo com Nakayama & Bucks (1986), citado por Paterniani et al. (2002), a obstrução de gotejadores por partículas sólidas em suspensão na água pode ser lenta e gradual. Assim, no caso em estudo, o potencial de entupimento e comprometimento da eficiência de todo o sistema de irrigação é grande.

Com relação ao índice de uniformidade de distribuição de água determinado, constatou-se que 67% dos cabeçais de controle avaliados estão com índice de uniformidade abaixo do limite de 95%, considerados, portanto, "Insatisfatórios" e os outros 33% acima de 95% ("satisfatórios"), conforme pode ser observado pelas Figuras 5 e 6.

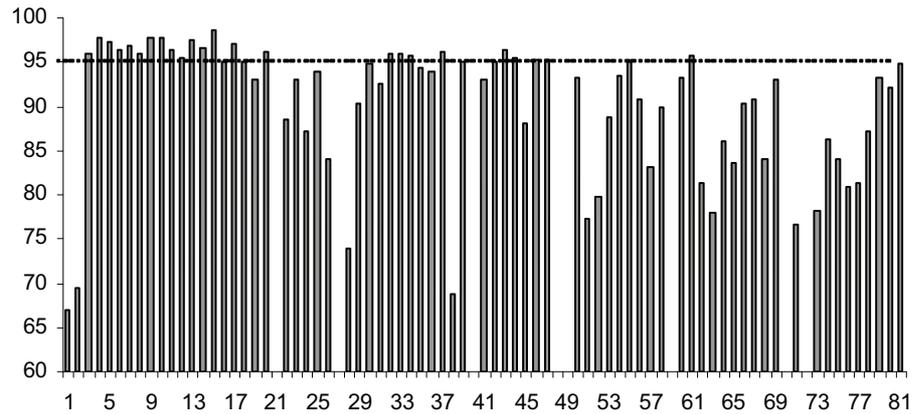


Figura 5 Índices de uniformidade de distribuição de água pelos gotejadores para os 81 cabeçais de controle avaliados.

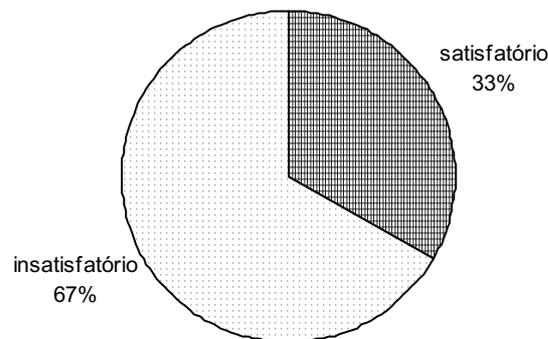


Figura 6 - Porcentagens de cabeçais de controle com índices de uniformidade abaixo de 95% (“insatisfatório”) e acima de 95% (“satisfatório”) para os 21 cabeçais avaliados.

Esses “baixos” índices de uniformidade de distribuição de água afetam a vazão de emissão dos gotejadores desbalanceando as vazões, podendo não fornecer a quantidade de água adequada a determinadas plantas. A causa destes índices “insatisfatórios” pode ser atribuída a presença de partículas sólidas na linha de irrigação, constatadas pelas análises de água, indicando um início de obstrução, mesmo que parcial, de alguns gotejadores, com tendência a aumentar, com o tempo, devido a elevada concentração de material sólido acumulado nas linhas.

Considerando que o dimensionamento hidráulico do sistema de irrigação está correto e que os materiais utilizados são de boa qualidade, os resultados obtidos permitem

concluir que o sistema de filtragem adotado no projeto de irrigação em questão não está adequado às características qualitativas da água, razão pela qual nota-se, pelos critérios utilizados na avaliação, que um número considerado de gotejadores está em processo de obstrução. Assim, os sistemas de filtragens devem ser redimensionados para atender às características da água a ser empregada. Nakayama & Bucks (1986), citado por Paterniani et al. (2002), recomendam que antes de se executar um projeto de irrigação localizada, a qualidade da água deve ser muito bem conhecida e se possível ter um histórico da variação de seus parâmetros qualitativos ao longo do tempo, para então propor sistemas apropriados de tratamento para seu uso na irrigação por gotejamento. O presente trabalho

confirma essa recomendação de Nakayama & Bucks (1986), citado por Paterniani et al. (2002), uma vez que são raros os casos em que a qualidade da água é bem avaliada por ocasião da elaboração dos projetos de irrigação localizada no Brasil. A pesquisa mostrou ainda que, a qualidade da água é um fator de extrema importância para a irrigação localizada.

CONCLUSÕES

a) A avaliação da qualidade da água é um item de extrema importância nos projetos de irrigação por gotejamento;

b) Mesmo as águas classificadas como de “Baixo Risco” de entupimentos de gotejadores devem ter um tratamento adequado que inclua outros tipos de filtros em série e eventualmente, sistemas de desinfecção, pois pode ocorrer acúmulo de materiais nas linhas de gotejadores;

c) A limpeza das linhas de gotejadores deve ser realizada, de modo que o material que venha se acumular nas linhas não atinjam níveis que levam a riscos moderado e alto de entupimento de gotejadores;

d) Deve-se realizar um estudo sobre as características da água a fim de se adotar um sistema de filtração adequado;

e) A uniformidade de distribuição de água pelos gotejadores tende a diminuir quando a qualidade da água na linha de gotejadores piora, mesmo quando o sistema está operando com a pressão adequada e os gotejadores forem auto-compensantes.

BRAGA et al. **Introdução à engenharia ambiental**, São Paulo: Pretence Hall, 2002, 305 p..

PATERNIANI, J.E.S; PINTO, J.M. Qualidade da água. In: MIRANDA, J.H.; PIRES, R.C.M. (Org.). **Irrigação**. Campinas:Ed. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001, v. 1, p. 195-253.

PATERNIANI, J. E. S. et al. Efeito da cloração no desempenho dos filtros de manta sintética não tecida e disco utilizado na irrigação por gotejamento quando se utiliza a fertirrigação. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA** 31., 2002, Salvador. **Anais...**Jaboticabal,: SBEA, 2002. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, T. A. P.et al. Avaliação do desempenho dos filtros de disco e manta sintética não tecida utilizados para irrigação por gotejamento quando se utiliza fertirrigação, In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA** 31., 2002, Salvador. **Anais...**Jaboticabal,: SBEA, 2002. 1 CD-ROM.

RIBEIRO, T. A. P.; Efeito da cloração e do uso de filtros de disco e manta sintética na obstrução de gotejadores, na presença de fertirrigação; 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola/ Água e Solo) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas; Campinas.

SILVA, M. J. M.; PATERNIANI, J. E. S.; Eficiência do uso de cloro e de filtros de manta sintética não tecida no tratamento de água para irrigação localizada utilizando-se a fertirrigação., In: **CONGRESSO INTERNO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 10., 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: PRG/UNICAMP, 2002. 1 CD-ROM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, **Standard methods of examination of water and wastewater**, 19^o ed., Washington D.C., 2000, 1108p.