



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

EFEITOS DO USO DA ÁGUA RESIDUÁRIA DA SUINOCULTURA NA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E HIDRÁULICA DO SOLO

José Antônio Rodrigues de Souza¹; Débora Astoni Moreira²

RESUMO

No presente trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos na água residuária da suinocultura (ARS) na condutividade elétrica (CE) e hidráulica do solo (K₀). Para isso, tomateiros da variedade Fanny TY foram cultivados em lisímetro de drenagem sob ambiente protegido e fertirrigados com diferentes doses de ARS com e sem complementação da adubação da adubação. Os resultados permitiram concluir-se que: a adubação química foi mais efetiva na ionização da solução do solo do que a ARS, apresentando maiores valores de CEes os tratamentos que receberam menores lâminas de ARS e maiores quantidades de adubação química; K₀ aumentou em virtude do aporte de sais e matéria orgânica, decorrentes da adubação química, irrigações e fertirrigação com ARS, que provocaram a reestruturação do solo nos lisímetros.

Palavras-chave: água residuária; efeito no solo; condutividade.

Effect of the use of wastewater from swine in the electric and hydraulic soil conductivity

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects on wastewater from swine (WS) in the electrical (EC) and hydraulic (K₀) soil conductivity. For this, tomatoes of the variety Fanny TY were cultivated in lysimeters of drainage under protected environment and fertirrigated with WS different doses with and without application of fertilizer complementation. The results showed that: a chemical fertilizer was more effective in the ionization of the soil solution of the WS, with higher values of CEes treatments receiving low irrigation ARS and greater amounts of chemical fertilizer; K₀ increased under intake of salts and organic matter, resulting from chemical fertilizer, irrigation and fertirrigation with ARS, which led to the restructuring of the soil in lysimeters.

Keywords: wastewater; effect on soil; conductivity.

Trabalho recebido em 13/03/2010 e aceito para publicação em 29/08/2010.

¹ Pós-doutor em Eng. Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. e-mail: jarstec@yahoo.com.br

² Pós-doutora em Eng. Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. e-mail: deboraastoni@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Cientes da degradação ambiental causada pelo lançamento de águas residuárias nas coleções de água e diante da ação fiscalizadora realizada por órgãos públicos responsáveis pela qualidade do meio ambiente, os suinocultores buscam soluções específicas no sentido de tratar, dispor ou aproveitar os resíduos.

Uma das alternativas que se tem apontado para a resolução do problema é o uso dessas águas em áreas agricultáveis, que pode favorecer tanto ao meio ambiente quanto ao produtor. O aproveitamento de águas residuárias ricas em nutrientes na fertirrigação de culturas agrícolas pode possibilitar aumento de produtividade e qualidade dos produtos colhidos, redução da poluição ambiental e dos custos de produção, além de promover melhoria nas características químicas, físicas e biológicas do solo (Matos, 2007). Entretanto, para que isso possa se tornar prática viável é preciso aperfeiçoar as técnicas de tratamento, aplicação e manejo de águas residuárias de suinocultura.

A cultura do tomate é uma das mais exigentes em tecnologia, a produção é feita a custos elevados devido à necessidade de altas dosagens de adubos, que segundo ANUALPEC (2009) correspondem a cerca de 20% dos custos totais, além de irrigações freqüentes, controle semanal de pragas e doenças, mão-de-obra na

condução da cultura etc. Assim, o uso das águas residuárias da suinocultura pode se tornar alternativa importante como forma de redução de custos de produção, no que concerne à fertilização das plantas.

Dessa forma, em virtude da inexistência de dados conclusivos sobre uso da água residuária de suinocultura na produção de tomate, no que se refere aos aspectos fisiológicos, e a necessidade de disponibilizar ao produtor de suínos alternativas de baixo custo para o tratamento desta água residuária, reduzindo os impactos ambientais, objetivou-se, neste estudo, analisar os efeitos do uso da água residuária da suinocultura na condutividade elétrica e hidráulica do solo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação lisimétrica da Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, no campus da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, durante o período de setembro de 2007 a maio de 2008.

Foram utilizados 21 lisímetros de drenagem sob ambiente protegido, os quais foram preenchidos com Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico previamente seco ao ar, destorroado, passado em peneira de 0,004m de malha, corrigido quanto à acidez e homogeneizado, até formação de perfil de 0,60m. Na Tabela 1

estão apresentadas as características físicas e químicas do solo utilizado no preenchimento dos lisímetros.

Nestes lisímetros foram transplantadas, após formação de quatro folhas definitivas, mudas de tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill), híbrido Fanny TY, em covas de 0,15 m de profundidades, no espaçamento de 1,00 x 0,50 m, totalizando quatro plantas por lisímetro.

Os tomateiros foram conduzidos com haste única, sem poda apical, sem a retirada do primeiro racimo, mantendo-se apenas seis racimos por planta, sendo

tutoradas verticalmente com fitilho, iniciando o amarrão 10 dias após o transplante (DAT), conforme recomendado por Guimarães (2004).

Os tratamentos foram constituídos de testemunha (T1 - irrigação e adubação recomendada para o tomateiro) e fertirrigação com água residuária da suinocultura fornecendo 100, 150 e 200% da dose de nitrogênio recomendada para o tomateiro sem complementação da adubação (T2, T3 e T4) e com complementação da adubação (T5, T6 e T7), com três repetições.

Tabela 1. Resultados das análises físicas e químicas do solo utilizado no preenchimento dos lisímetros.

Característica	Valor	Característica	Valor
Classe textural	Muito Argilosa	Argila (%)	75
Areia grossa (%)	10	Massa específica do solo (kg dm ⁻³)	0,98
Areia fina (%)	10	Massa específica das partículas (kg dm ⁻³)	2,64
Silte (%)	5	Porosidade total (dm ³ dm ⁻³)	0,63
pH	7,01	H+Al (cmol _c dm ⁻³) ^d	0,80
P (mg dm ⁻³) ^a	0,90	SB (cmol _c dm ⁻³)	2,64
K (mg dm ⁻³) ^a	9,00	t (cmol _c dm ⁻³)	2,64
Na (mg dm ⁻³) ^a	5,50	T (cmol _c dm ⁻³)	3,44
P-rem (mg dm ⁻³) ^e	11,80	V (%)	76,72
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ^c	2,02	m (%)	0,00
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ^c	0,57	ISNa (%)	0,91
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³) ^c	0,00	CO (dag kg ⁻¹) ^b	0,52
N _T (mg kg ⁻¹) ^f	817,00	MO (dag kg ⁻¹) ^b	0,90

a - método Mehlich-1; b - método Walkley & Black; c - Método KCl 1 mol L⁻¹; d - método Ca(OAc)₂ 0,5mol L⁻¹; e - concentração de fósforo em equilíbrio após agitar durante 1h a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mmol L⁻¹, contendo 60 mg L⁻¹ de P, na relação 1:10; f - método do ácido salicílico.

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico, em água 1:2,5; P - fósforo disponível; K - potássio trocável; Na - sódio trocável; P-rem - fósforo remanescente; Ca²⁺ - cálcio trocável; Mg²⁺ - magnésio trocável; Al³⁺ - acidez trocável; H+Al - acidez potencial; SB - soma de bases; t - capacidade de troca catiônica efetiva; T - capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V - índice de saturação por bases; m - índice de saturação por alumínio; ISNa - índice de saturação por sódio; MO - matéria orgânica, N_T - Nitrogênio total.

As fertirrigações foram realizadas com água residuária da suinocultura (ARS) proveniente do Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia da UFV, a

qual era conduzida para um tanque de tratamento com tempo de detenção hidráulico médio de 339h, cujo efluente era submetido a uma seqüência de filtragem,

passando por duas telas de aço inox de 10mesh e uma de 25mesh. A ARS era bombeada para o reservatório de água residuária da estação lisimétrica, para serem utilizadas na fertirrigação.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios das características físicas, químicas e microbiológicas da ARS, resultantes de avaliações quinzenais, durante o período experimental.

Para o cálculo das lâminas de ARS tomou-se o nitrogênio como nutriente referencial, cujas lâminas, necessárias à aplicação das diferentes porcentagens de nitrogênio, foram calculadas por meio da Equação 1, recomendada pela EPA (1981).

$$L_w = \frac{C_p (PR - ET) + 10 U}{(1 - f) C_n - C_p} \quad (1), \text{ em que,}$$

L_w = lâmina de aplicação anual, (cm ano^{-1});

C_p = concentração de nitrogênio na água de percolação, (mg L^{-1});

PR = precipitação local, (cm ano^{-1});

ET = evapotranspiração da cultura no local, (cm ano^{-1});

U = absorção de nitrogênio pela cultura, ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$);

C_n = concentração de nitrogênio na água residuária, (mg L^{-1}); e

F = fração do nitrogênio que é removido por desnitrificação e volatilização; (adimensional).

Neste método, considerou-se C_p como 10mg L^{-1} (CONAMA 357/2005; COPAM/CERH nº 01/2008), $PR-ET$ nulo (manejo em casa de vegetação e reposição da evapotranspiração), U igual 400Kg ha^{-1} (tomateiro cultivado em casa de vegetação, tutorado verticalmente, conforme CFSEMG, 1999), f igual a 20% (Matos,

2007) e C_n obtida em avaliações quinzenais.

A adubação química complementar foi calculada, subtraindo-se dos valores de P e K recomendados por CFSEMG (1999), a quantidade aportada destes nutrientes advindos das diferentes lâminas de ARS aplicadas. Dessa forma, foram adicionados $261,10$; $229,80$ e $181,4 \text{g cova}^{-1}$ de super-simples e, $49,70$; $40,90$ e $32,70 \text{g cova}^{-1}$ de cloreto de potássio, aos solos dos tratamentos 5, 6 e 7, respectivamente. Nos solos submetidos ao tratamento testemunha foram adicionados 100g cova^{-1} de sulfato de amônio, 375g cova^{-1} de super-simples e 69g cova^{-1} de cloreto de potássio. As variáveis meteorológicas, necessárias à determinação da demanda evapotranspirométrica, foram obtidas por meio de estação automática da marca Davis, instaladas dentro da casa de vegetação. A reposição da demanda evapotranspirométrica do tomateiro foi determinada considerando-se a evapotranspiração da cultura (ET_c), obtida a partir da multiplicação da evapotranspiração de referência (ET_0) pelos coeficientes de cultivo (K_c) do tomateiro sugeridos por Moreira (2002), a porcentagem de área sombreada, o coeficiente de localização proposto por Keller & Bliesner (1990) e a eficiência do sistema de aplicação.

Tabela 2. Valores médios das características físicas, químicas e microbiológicas da água residuária de suinocultura (ARS), utilizada na fertirrigação.

Características	valores	Características	valores
pH	7,43	K _T (mg L ⁻¹)	162
CE (μS cm ⁻¹)	3.403	Na (mg L ⁻¹)	40
N _T (mg L ⁻¹)	480	COT (dag kg ⁻¹)	0,12
N-NO ₃ ⁻ (mg L ⁻¹)	0,44	MO (dag kg ⁻¹)	0,20
N-NH ₄ ⁺ (mg L ⁻¹)	0,30	Ca + Mg (mmol _c L ⁻¹)	4,40
Cl (mg L ⁻¹)	181,40	DBO (mg L ⁻¹)	89
Alcalinidade (mg L ⁻¹ de CaCO ₃)	1954	DQO (mg L ⁻¹)	370
P _T (mg L ⁻¹)	139	RAP ((mmolL ⁻¹) ^{-1/2})	2,81
ST (mg L ⁻¹)	1067	RAS ((mmolL ⁻¹) ^{-1/2})	1,18
SST (mg L ⁻¹)	126	CT (NMP/100 mL)	13,4.10 ⁵
SVT (mg L ⁻¹)	381	CF (NMP/100 mL)	4,1.10 ⁵

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; N_T - nitrogênio total; N-NO₃⁻ - nitrogênio na forma nítrica; N-NH₄⁺ - nitrogênio na forma amoniacal; Cl - cloreto; P_T - fósforo total; ST - sólidos totais; SST - sólidos em suspensão totais; SVT - sólidos voláteis totais; K_T - potássio total; Na - sódio; COT - carbono orgânico total; MO - matéria orgânica; Ca+Mg - cálcio mais magnésio; DBO - demanda bioquímica de oxigênio; DQO - demanda química de oxigênio; RAP - razão de adsorção de potássio; RAS - Razão de adsorção de sódio; CT - coliformes totais; CF - coliformes termotolerantes; NMP - número mais provável.

As aplicações da água de irrigação e da fertirrigação foram realizadas por gotejamento, por meio de mangueiras de polietileno de 0,016m de diâmetro, cujos emissores eram integrados no espaçamento de 0,50m (um emissor por planta) e apresentavam vazão de 1,90L h⁻¹ para pressão de serviço de 10 MPa.

As fertirrigações foram realizadas repondo-se 100, 150 e 200% da ET_c diária para os tratamentos que recebiam, respectivamente, 100, 150 e 200% do nitrogênio por meio de lâminas de ARS, disponibilizando-se, assim, os nutrientes na época mais necessárias às plantas.

A fertirrigação foi iniciada após transplântio das mudas por meio de aplicações diárias de lâminas de ARS, as

quais foram finalizadas aos 68 dias após transplântio (DAT), quando totalizaram 114,29; 171,43 e 228,58mm, correspondentes a 100%, 150% e 200% do nitrogênio requerido pela cultura, calculadas pela Equação 1, sendo, após este período, aplicadas apenas água repondo-se a demanda evapotranspirométrica do tomateiro. Deste modo, conforme observado por Batista (2007), ao se evitar a passagem de água limpa nas linhas de polietileno durante o período de aplicação de ARS, reduz-se a formação de biofilme e o conseqüente entupimento dos gotejadores.

Na Tabela 3 estão apresentadas as características químicas da água utilizada na irrigação das culturas.

Tabela 3. Características químicas da água de irrigação.

pH	CE	DQO	N _T	K _T	Na	Cl	Alc	Ca+Mg	RAS	RAP
	μS cm ⁻¹	----- mg L ⁻¹ -----					mg L ⁻¹ de CaCO ₃	mmol ₁ cL ⁻¹	(mmol _{1/2} cL ⁻¹)	
7,44	70,40	9,80	3,47	2,63	3,83	1,00	26,00	0,58	0,31	0,13

Sendo: pH - potencial hidrogeniônico; CE - condutividade elétrica; DQO - demanda química de oxigênio, N_T - nitrogênio total; K_T - potássio total; Na - sódio; Cl - cloreto; Alc - alcalinidade total, Ca+Mg - cálcio mais magnésio, RAS - relação de adsorção de sódio; RAP - relação de adsorção de potássio.

Por ocasião do período correspondente a formação do primeiro (44 DAT) e sexto racimos (77 DAT) e fase final do ciclo do tomateiro (112 DAT), amostras de solo foram coletas a uma distância de 0,10 m do caule de uma planta, em cada lisímetro, na camada 0-0,20 m, para determinação da condutividade elétrica do extrato da pasta do solo saturado (CEes).

Para expressar os valores da salinidade do solo, em termos de condutividade elétrica do extrato da pasta do solo saturado (CEes), esses valores foram correlacionados com a condutividade elétrica da solução sobrenadante da pasta 1:5 (CE 1:5), conforme descrito por Loveday, citado por Slavich & Peterson (1993), sendo a pasta do solo saturado preparada conforme o método-padrão proposto por Richards (1954).

A CEes foi estimada, aplicando-se o modelo linear (Equação 2).

$$y = 4,9651 \cdot x \quad (2), \text{ em que,}$$

y = condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CEes), (dS m⁻¹); e
x = condutividade elétrica da solução sobrenadante (CE 1:5), (dS m⁻¹).

A condutividade hidráulica em meio saturado (K₀), avaliada no início (0 DAT) e final do período experimental (120 DAT), foi determinada com a mesma água de irrigação e ARS utilizadas na condução do experimento, pelo método do permeâmetro de coluna vertical e carga constante, conforme descrito em Ferreira (1987). Na determinação inicial, utilizaram-se amostras de solo retiradas com auxílio de um trado tipo holandês, enquanto na determinação final, os próprios lisímetros foram utilizados como permeâmetro.

O experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas subparcelas os tempos de avaliações, em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias. Na análise de variância, empregou-se o teste F em até 5% de probabilidade. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas, empregando-se o software SAEG 7.1 (Ribeiro Júnior, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas de ARS necessárias ao fornecimento de 100, 150 e 200% do nitrogênio requerido pelo tomateiro, calculadas conforme Equação 1 foram, respectivamente, 114,29; 171,43 e 228,58 mm, enquanto a ETc no período foi de 211,62 mm. Finalizadas as fertirrigações com ARS, aos 68 DAT, aplicaram-se apenas lâminas de água de irrigação repondo-se a ETc diária, totalizando 97,33 mm.

Não foram realizadas análises das águas de drenagem dos lisímetros, uma vez que, mesmo aplicando 200% da ETc diária, as lâminas diárias aplicadas não foram suficientes para produzir efluentes nos lisímetros.

Segundo classificação proposta por Ayers e Westcot (1991), a água utilizada nas irrigações, em virtude da baixa condutividade elétrica e da razão de adsorção de sódio, apresenta severo risco de sodicidade e nenhum risco de salinização do solo, enquanto a ARS apresenta severo risco de salinização. Todavia, no que se refere ao potencial de ocasionar problemas de redução da capacidade de infiltração do solo, estas diretrizes não devem ser usadas para ARS, em virtude de não incluírem os elementos orgânicos sólidos contidos nas águas residuária.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados das avaliações da condutividade elétrica e hidráulica do solo, em diferentes períodos, na camada 0-0,20 m, para os diferentes tratamentos.

Pode-se observar que a CEes aumentou com incrementos nas lâminas de ARS aplicadas e, ao se adicionar adubação química, ocorreu comportamento inverso, apresentado maiores CEes os tratamentos que receberam as menores lâminas de ARS, porém, maiores quantidades de adubação química complementar. Assim como observado no tratamento 1, verifica-se que a adubação química, em geral, foi mais efetiva em aumentar a CEes do solo do que a ARS. Esse fato pode estar associado à presença de íons participantes de cadeias orgânicas ou complexados/quelados que, desta forma, não são detectados pelo eletrodo do condutivímetro.

A aplicação de lâminas de ARS no período correspondente do transplântio aos 68 DAT e sua supressão após este período, quando passou a ser aplicada apenas água de irrigação, bem como o fim da adubação química aos 90 DAT, realizadas no tratamento 1, foram responsáveis pela redução da salinidade observada na avaliação realizada aos 112 DAT.

Tabela 4. Resultados das avaliações da condutividade elétrica da pasta do solo saturado (CEes, dS m⁻¹) e condutividade hidráulica do solo saturado (K₀, cm h⁻¹), em diferentes períodos de avaliação, para a camada 0-0,20 m.

TRAT	CEes			K ₀	
	DAT			DAT	
	44	77	112	0 (zero)	120
1	4,42Aa	4,79Aa	2,20Ab	10,43Aa	19,08Cb
2	2,52Db	3,90Ba	1,76Ac	10,40Aa	19,72Cb
3	2,64Db	4,03Ba	1,72Aa	10,43Aa	19,82Cb
4	3,21Cb	4,42ABa	1,87Ac	10,40Aa	21,30ABb
5	3,94ABb	4,13Ba	2,01Ac	10,40Aa	19,99BCb
6	3,70BCa	4,43ABa	2,13Ab	10,43Aa	20,27BCb
7	3,45BCb	4,33ABa	1,85Ac	10,45Aa	21,93Ab

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas indicam que, os tratamentos (TRAT) no tempo avaliado (DAT), não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula nas linhas indicam que, para tratamento (TRAT), as avaliações no tempo (DAT) não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A condição inicial do solo desestruturado, devido ao destorroamento e passagem em peneira de 0,004m, pode ter contribuído para menor condutividade hidráulica medida no início do período experimental, em virtude da obstrução da macroporosidade pelas partículas finas, cujos maiores agregados foram de 0,004m. Ao se aportar íons e matéria orgânica por meio de irrigações, fertirrigações com ARS e decomposição de partes aéreas do tomateiro, além do desenvolvimento de microrganismos e do sistema radicular, favorecem-se a reestruturação do solo, resultando no aumento da condutividade hidráulica em todos os tratamentos cujos valores, conforme valores citados por Ferreira (1987) passaram de moderadamente rápida para rápida.

A presença de sólidos em suspensão também pode ser agente para redução no valor da condutividade hidráulica,

entretanto, este efeito depende da sua concentração na água, da taxa de aplicação, do tipo de solo e das condições climáticas (Fonseca, 2001). Assim, em virtude do sistema de filtragem e manejo adotado, os sólidos não ocasionaram problemas na condutividade hidráulica, conforme observado na Tabela 4.

Campelo (1999) e Oliveira *et al.* (2000), avaliando a influência da aplicação da ARS bruta nas taxas de infiltração em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, constataram que a condutividade hidráulica foi mais influenciada pelos sólidos totais presentes na ARS bruta do que pela RAS e CE. Para os autores, o aumento na concentração de sólidos totais na ARS bruta provocou redução na capacidade de infiltração do solo, intensificada com aplicações sucessivas.

Segundo Matos (2007), a aplicação de águas residuária brutas, com

concentrações elevadas de sólidos suspensos, coloidais e dissolvidos provocará redução na condutividade hidráulica apenas quando aplicadas em intervalos insuficientes para que ocorra a destruição física (secagem e trincamento do material), química (alteração química dos compostos) ou microbiológica (degradação microbiana do material orgânico) do material responsável pela obstrução dos poros.

4. CONCLUSÕES

Para as condições do experimento e de acordo com os resultados concluiu-se que: (a) a adubação química foi mais efetiva na ionização da solução do solo do que a água residuária da suinocultura (ARS), apresentando maiores valores de CEes os tratamentos que receberem menores lâminas de ARS e maiores quantidades de adubação química; (b) a condutividade hidráulica do solo aumentou em virtude do aporte de sais e matéria orgânica, decorrentes da adubação química, irrigações e fertirrigação com ARS, que provocaram a reestruturação do solo nos lisímetros.

5. REFERÊNCIAS

ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA – ANUALPEC. São Paulo: FNP, 2008. 380p.
AYERS R. S.; WESTCOT, D. W. A **qualidade da água na**

agricultura: UFPB, 1991. 218p. (Estudos FAO: Irrigação e drenagem. Campina Grande).

BATISTA, R. O. **Desempenho de sistema de irrigação por gotejamento utilizado na aplicação de água residuária de suinocultura.** Viçosa, MG. UFV: 146p. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CAMPELO, P. L. G. **Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura nas características físico-hídricas e químicas de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo.** Viçosa, MG. UFV: 55p. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CFSEMG - **Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação.** RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H., editores. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL/CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – COPAM/CERH (2008). Deliberação Normativa nº 01 de 05 de maio de 2008. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e da outras providências.** Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/do_wnload.pdf?idNorma=8151>. Acesso em: 11 fev. 2009.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA (2005). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a**

- classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=2747>>. Acesso em: 04 out. 2008.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - EPA. **Process design manual** – land treatment of municipal wastewater. Washington, D.C.: Department of the interior, 1981, 625p.
- FERREIRA, P. A. **Drenagem de Terras Agrícolas.** Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Apostila da Disciplina de ENG-644. UFV, Viçosa. 2003. 188p.
- FERREIRA, P. A. Drenagem. ABEAS. **Curso de Engenharia de Irrigação.** Módulo 11, 1987, 88p.
- FONSECA, A. F. **Disponibilidade de nitrogênio, alterações nas características químicas do solo e do milho pela aplicação de efluente de esgoto tratado.** Viçosa, MG. UFV: 2001. 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GUIMARÃES, M. A. **Influência da poda apical e da posição do cacho do tomateiro no crescimento da planta e na qualidade dos frutos.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 93p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation.** New York: Van Nostrand Reinold, 1990. 652p.
- MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo.** Viçosa, MG: AEAGRI, 2007. 142 p. (Caderno Didático n. 38).
- MOREIRA, H. M. **Desempenho de métodos de manejo de irrigação para a cultura do tomateiro cultivado em campo e em casa de vegetação.** Viçosa, MG: UFV, 2002, 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- OLIVEIRA, R. A.; CAMPELO, P. L. G.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, M. A.; CECON, P. R. Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura na capacidade de infiltração de um solo podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 2, 2000, p.263-267.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington D.C.: US Department of agriculture, 1954. 160p
- SLAVICH, P. G; PETERSON, G. H. Estimating a electrical conductivity of saturated paste extracts from 1:5 soil: water suspensions and texture. **Australian Journal Soil Research**, Collingwood, v.31, n.1, p.73-81, 1993.