



Atributos físicos do solo em bananal fertirrigado com água residuária sanitária tratada ⁽¹⁾.

Igor Santos Alves⁽²⁾; Pablo Fernando Santos Alves⁽³⁾; Silvânio Rodrigues dos Santos⁽⁴⁾; Marcos Koiti Kondo⁽⁴⁾; Rodinei Facco Pegoraro⁽⁴⁾; Edcássio Dias Araújo⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA); Banco do Nordeste; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). ⁽²⁾ Estudante de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal; Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM); Diamantina, Minas Gerais; igors.agro@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), ⁽⁴⁾ Professor de Educação Superior; (UNIMONTES); ⁽⁵⁾ Estudante de Graduação do Curso de Agronomia, (UNIMONTES)

RESUMO

A utilização de água residuária proveniente do tratamento de esgoto, deve ser realizada de acordo com sua influência sobre a dinâmica da matéria e energia no solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de efluente da estação de tratamento de esgoto de Janaúba - MG sobre os atributos físicos de um solo cultivado com banana 'Prata-Anã'. A partir da coleta de amostras de solo nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, foram avaliados os seguintes atributos: densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, matéria orgânica, argila dispersa em água e a estabilidade de agregados do solo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O aumento das doses de água residuária sanitária tratada no solo promove: a) Incremento nos sólidos suspensos aportados ao solo, o que contribui para a redução da macroporosidade nas profundidades de 20-40 e 40-60 cm do solo; b) Redução da matéria orgânica na profundidade de 0-20 cm do solo; c) Aumento do aporte de sódio, o que determina a dispersão de argilas na profundidade de 0-20 cm, e; d) Redução da estabilidade de agregados do solo.

Termos de indexação: reuso de efluentes; saneamento ambiental; semiárido.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista a redução da oferta hídrica em quantidade e qualidade satisfatórias aos mais diversos fins, o uso e o manejo adequado da água torna-se imprescindível. A utilização dos resíduos urbanos, sobretudo dos esgotos domésticos na agricultura é importante fonte de água e nutrientes, e

a destinação inadequada destes resíduos pode contribuir para o aumento dos custos do tratamento de água destinada ao consumo humano. Segundo Varallo et al. (2012) os corpos hídricos são considerados depuradores naturais de resíduos gerados pelo homem, porém esta prática bastante usual compromete a qualidade do meio ambiente.

Além disso, a destinação de esgotos domésticos em cursos d'água é apontada (Barroso e Wolff, 2011) como uma das principais causas de doenças de veiculação ou associação hídrica, sobretudo em regiões próximas a centros urbanos. Uma alternativa para minimizar a destinação inadequada dos esgotos domésticos é a sua utilização na agricultura como fonte de água e (ou) nutrientes.

Por sua vez, o conhecimento de alterações nos atributos físicos do solo é de fundamental importância, pois impactam no uso e manejo, fornecendo informações sobre a sua qualidade e capacidade produtiva (Aratani et al., 2009).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o comportamento dos atributos físicos do solo influenciados pelo manejo com água residuária sanitária tratada (ART) em solo cultivado com bananeira 'Prata-Anã'.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido na área experimental da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, COPASA – MG em Janaúba-MG, altitude de 540 m e clima, segundo Köppen, do tipo Aw (tropical, com inverno seco).

O solo da área onde foi implantado o experimento é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2013). A área apresentava sinais de degradação antrópica, evidenciada pela presença de uma pastagem mal manejada e compactação do solo, conforme a Tabela 1. Dessa forma, foram realizadas,



antes do plantio, subsolagem, aração, gradagem e abertura de sulcos de plantio.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação de diferentes doses de água residuária sanitária tratada (ART) da ETE, tomando-se por referência o limite máximo de aplicação anual (LMA) de 150 kg ha^{-1} de sódio (Na) (Larcher, 2005) no solo, conforme descrito a seguir: T1: controle (água limpa + adubação mineral); T2: 70 %; T3: 130 %; T4: 170 % e; T5: 200 % de ART em relação ao LMA de referência.

Após 586 dias do plantio, foram abertas trincheiras com 60 cm de profundidade na região central das parcelas experimentais para a coleta de amostras nas profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm e análises físico-hídricas do solo. Para tanto, utilizaram-se amostrador tipo Uhland e anéis com volume conhecido.

Para a análise de estabilidade de agregados, foram retiradas amostras com estrutura indeformada na forma de torrões (aproximadamente 7 cm de diâmetro).

Seguindo a metodologia proposta por Kemper e Rosenau (1986), determinaram-se os seguintes índices de agregação do solo: diâmetro médio ponderado (DMP), diâmetro médio geométrico (DMG) e o percentual de macroagregados (MacAgr) e microagregados (MicAgr). Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando o F foi significativo até o nível de 5 %, procedeu-se à análise de regressão. Para a comparação das médias de tratamentos em relação ao controle, utilizou-se o teste de Dunnett a 5 % de significância. Além disso, foi realizada a análise de correlação linear de Pearson para averiguar a existência de correlação entre as características. As profundidades do solo foram comparadas separadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, os atributos físicos que foram influenciados pelo manejo com água residuária sanitária tratada em relação ao manejo com água limpa foram os teores de argila dispersa em água (ADA), macroporosidade total (MaPt), diâmetro médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG) (Tabela 2).

A compactação do solo, evidenciada por valores elevados de densidade do solo, é um atributo físico que pode ser influenciado pelo manejo com água residuária, conforme observaram SOUZA et al. (2010) estudando as alterações nas características físicas do solo decorrentes da aplicação de esgoto sanitário. No presente trabalho, a densidade do solo (Ds) não foi influenciada pelo manejo com a água residuária comparativamente ao tratamento com água limpa (Tabela 2). Porém, ressalta-se o elevado estado de compactação do solo em todas as profundidades

avaliadas, cujos valores situaram-se acima de $1,7 \text{ g cm}^{-3}$. LUCIANO et al. (2012) trabalhando com dois Cambissolos Húmicos e dois Neossolos Litólicos (Nitossolo Litólico húmico e Neossolo Litólico distrófico).

A porosidade total do solo (Pt), outro importante atributo indicativo da qualidade do solo, também não foi influenciada neste trabalho pelo manejo com ART. Consoante, LIMA et al. (2007) a porosidade total ideal no solo situa-se próximo de $0,5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Neste trabalho, a porosidade total do solo (Pt) média foi de 0,43, 0,43 e $0,39 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para as profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm, respectivamente.

A macroporosidade (MaPt) do solo nas profundidades de 20-42). No entanto, na Figura 1A observou-se o efeito linear de redução da macroporosidade em $0,0003 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para cada unidade percentual de aumento da dose de ART.

Em relação à microporosidade, nenhuma interferência foi verificada pela adoção do manejo com água residuária. De acordo com LIMA et al. (2007), a microporosidade, responsável pelo armazenamento de água no solo, tem seu valor ideal situado na faixa que varia entre $0,250$ e $0,330 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Assim, constata-se (Tabela 2) que no presente trabalho os valores obtidos para este atributo encontram-se, de maneira geral, em níveis adequados.

Em relação à matéria orgânica do solo, nota-se que a dose de 70 % de ART proporcionou teores de matéria orgânica superiores ao controle nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Contudo, na Figura 1B observa-se que na profundidade de 0-20 cm a matéria orgânica do solo foi reduzida em $0,005 \text{ dag kg}^{-1}$ para cada unidade percentual de aumento da dose de ART. Possivelmente a utilização da ART propiciou o aumento da fertilidade do solo que, associada com o aporte de compostos orgânicos, sobretudo aqueles de baixo peso molecular, promoveu incremento na atividade microbiana, estimulando a taxa de decomposição da matéria orgânica nativa do solo nas maiores doses.

CONCLUSÕES

A água residuária sanitária tratada modifica a distribuição do espaço poroso do solo.

A macroporosidade nas profundidades mais profundas do solo é reduzida com o aporte de elevadas doses de água residuária sanitária tratada.

O manejo com água residuária incrementa a matéria orgânica nas profundidades superficiais do solo em comparação ao manejo com água limpa, sendo menor o incremento com o aumento das doses da água residuária.

A fertirrigação com água residuária sanitária tratada eleva o risco de perdas de solo por erosão em virtude da redução da estabilidade de agregados.



O aumento na dose de água residuária sanitária tratada disposta no solo contribui para a dispersão de argilas na profundidade superficial do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARATANI, R. G. et al. Qualidade física de um latossolo vermelho acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, p. 677–687, 2009.

BARROSO, L. B.; WOLFF, D. B. Reúso de esgoto sanitário na irrigação de culturas agrícolas. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 3, p. 225–236, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília-DF, 2013. 353p.

KEMPER, W.; ROSENAU, R. Aggregate stability and size distribution. 1986. Washington: Government printing office, 1966. (Technical bulletin, 1355)

LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: Rima, 2005, 531 p.

LIMA, C. G. DA R. et al. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 31, p. 1233–1244, 2007.

LUCIANO, R. V. et al. Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 36, p. 1733–1744, 2012.

SOUZA, J. A. A. DE. et al. Alteração nas características físicas do solo decorrentes da aplicação de esgoto doméstico tratado-10.4025/actascitechnol. v32i4. 5349. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 32, n. 4, p. 361–366, 2010.

VARALLO, A. C. T.; SOUZA, C. F.; SANTORO, B. DE L. Mudanças nas características físico-químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico após a irrigação com água de reúso na cultura da alface-crespa (*Lactuca sativa*, L.). *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 32, p. 271–279.



TABELA 1. Valores médios dos atributos físicos e químicos do Latossolo Vermelho eutrófico em diferentes profundidades, antes do plantio da banana.

Prof. (m)	Ds g cm ⁻³	Dp	Pt m ³ m ⁻³	AMG	AG	AM	AF	AMF	Areia total	Silte	Argila
Prof. (cm)	pH (H ₂ O)	¹ MO dag kg ⁻¹	² P mg dm ⁻³	² K	² Na	³ Ca	³ Mg	³ Al	⁴ H+Al	⁵ SB	⁶ T
Prof. (cm)	⁷ V %	⁸ m	⁹ B	² Cu	² Fe	² Mn	² Zn	¹⁰ P-rem mg L ⁻¹	¹¹ CE dS m ⁻¹		
0 - 20	1,77	2,58	0,31	20	85	150	180	86	521	185	294
20 - 40	1,66	2,54	0,34	20	75	143	177	79	494	172	334
40 - 60	1,57	2,53	0,37	19	67	126	153	75	441	157	403
60 - 80	1,52	2,62	0,42	19	62	109	144	78	411	210	379
0 - 20	6,2	1,3	2,3	260	0,1	2,8	0,9	0	2,2	4,5	6,7
20 - 40	5,5	0,7	2,0	140	0,1	2,2	0,7	0	2,2	3,4	5,6
0 - 20	67	0	0,3	1,0	23,7	10,8	0,8	35,2	0,3		
20 - 40	61	0	0,4	0,9	24,8	3,9	0,4	30,6	0,2		

Prof.: profundidade; Ds: densidade do solo; Dp: densidade de partículas; Pt: porosidade total; AMG: areia muito grossa; AG: areia grossa; AM: areia média; AF: areia fina; AMF: areia muito fina; ¹Matéria orgânica, determinada por colorimetria; ²Extrator: Mehlich-1; ³Extrator: KCl 1 mol L⁻¹; ⁴Estimador: pH SMP; ⁵SB: soma de bases; ⁶T: CTC a pH 7; ⁷V: saturação por bases; ⁸m: saturação por alumínio; ⁹Extrator: BaCl₂; ¹⁰Fósforo remanescente, determinado em solução equilíbrio de P; ¹¹CE: Condutividade elétrica do extrato saturado do solo, na proporção de 1 (solo):0,5 (água).

TABELA 2 – Médias de tratamento e teste de Dunnett para os atributos físicos de um Latossolo Vermelho eutrófico fertirrigado com água residuária sanitária tratada (586 dias após o plantio).

Tratamento	Ds g cm ⁻³	Pt	MaPt m ³ m ⁻³	MiPt	MO dag kg ⁻¹	ADA g kg ⁻¹	DMP mm	DMG	MacAgr %	MicAgr
0-20 cm										
70	1,77	0,43	0,06	0,35	2,32*	130*	3,73	1,47	90,60	9,40
130	1,81	0,42	0,06	0,37	1,79	132*	3,45	1,37	88,74	11,26
170	1,72	0,46	0,08	0,37	1,78	139*	3,39	1,37	81,61	18,39
200	1,77	0,44	0,09	0,36	1,64	143*	3,50	1,35	84,55	15,45
Controle	1,80	0,43	0,09	0,36	1,53	94	3,15	1,54	86,07	13,93
20-40 cm										
70	1,77	0,43	0,15*	0,30	1,39*	142	2,61	1,15	80,85	19,15
130	1,74	0,43	0,12	0,32	1,02	151	2,59	1,09	79,48	20,52
170	1,75	0,46	0,13*	0,31	1,08	152	2,48	1,05	82,53	17,47
200	1,82	0,41	0,11	0,30	1,06	131	2,26*	0,90*	76,87	23,13
Controle	1,83	0,41	0,10	0,33	0,94	131	3,25	1,33	82,14	17,86
40-60 cm										
70	1,79	0,42	0,10*	0,32	0,61	156	1,52	0,83	72,52	27,48
130	1,84	0,40	0,07	0,34	0,52	167	1,94	0,94	78,43	21,57
170	1,88	0,40	0,08	0,33	0,77	158	1,98	0,92	73,22	26,78
200	1,87	0,38	0,05	0,33	0,79	151	1,63	0,88	76,82	23,18
Controle	1,87	0,39	0,06	0,34	0,66	141	1,65	0,88	75,96	24,04

Para cada profundidade, as médias de tratamento seguidas de asterisco (*) diferem do controle pelo teste de Dunnett ao nível de 5 % de significância. Ds: Densidade do solo; Pt: Porosidade total; MaPt: Macroporosidade total; MiPt: Microporosidade total; MO: Matéria orgânica do solo; ADA: Argila dispersa em água; DMP: Diâmetro médio ponderado; DMG: Diâmetro médio geométrico; MacAgr: Macroagregados; MicAgr: Microagregados.

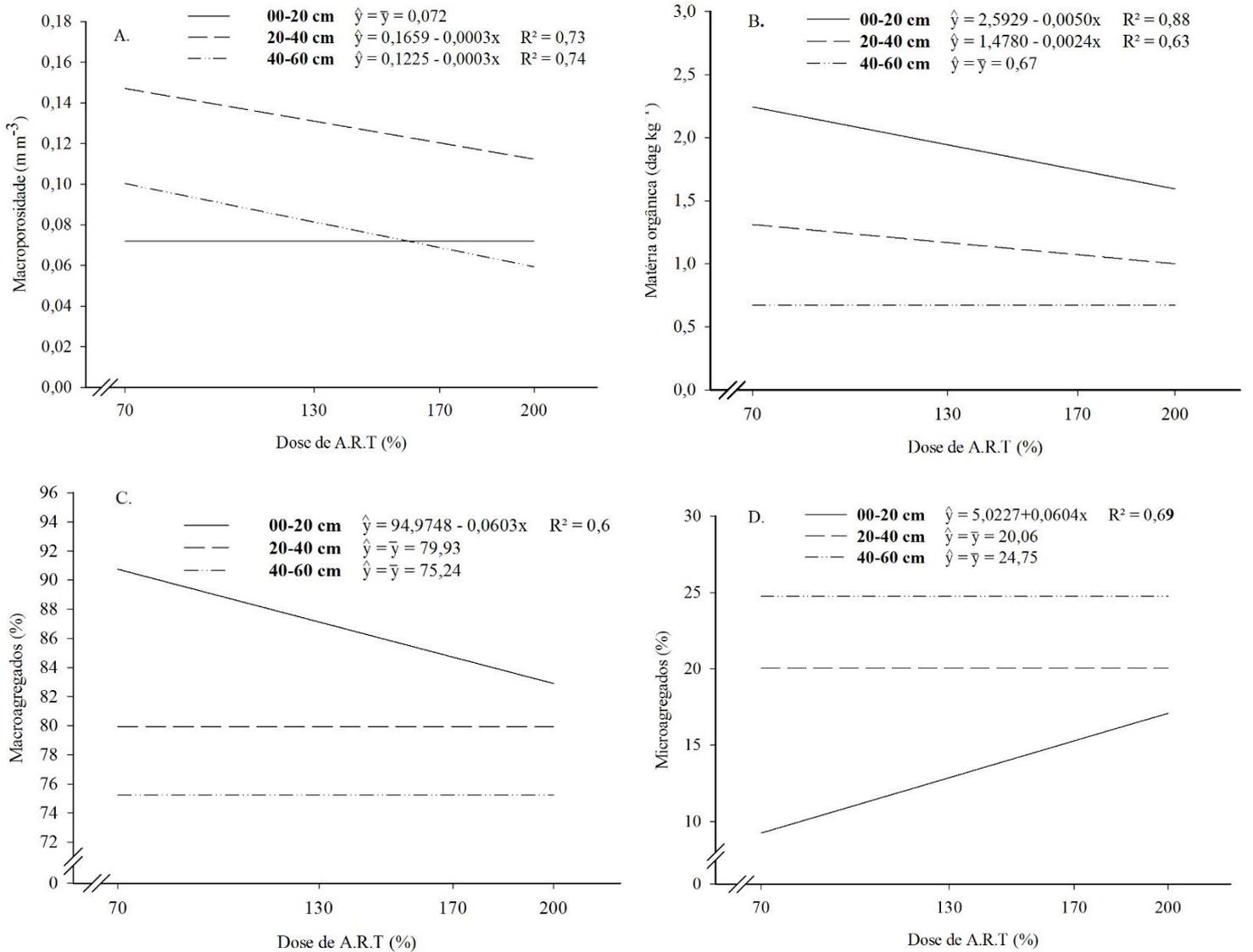


FIGURA 1 - Macroporosidade (A), matéria orgânica (B), percentual de macroagregados (C) e microagregados (D) de um Latossolo Vermelho eutrófico fertirrigado com água residuária sanitária tratada.