



XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água

Manejo e conservação do solo e da água
no contexto das mudanças ambientais

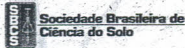
10 a 15 de agosto de 2008
Hotel Glória, Rio de Janeiro - RJ

Este evento é vinculado ao:

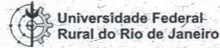


Série Documentos 101
ISSN 1517-2627

Proteção:



Realização:



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água

Este evento é vinculado ao:



Manejo e conservação
do solo e da água
no contexto das
mudanças ambientais

10 a 15 de agosto de 2008
Hotel Glória,
Rio de Janeiro - RJ

Série Documentos 101
ISSN 1517-2627



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento





Efeito do Uso de Efluente de Esgoto Tratado Sobre a Resistência do Solo à Penetração em Pastagem.

Carlos Roberto Moreira⁽¹⁾ & Carlos Manoel Pedro Vaz⁽²⁾

(1) Pós-doutorando na Embrapa Instrumentação, Bolsista CNPq, Rua Dona Alexandrina, 1249, ap. 42B, Centro, São Carlos, SP, CEP 13560-290, carlos@cnpdia.embrapa.br (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador Embrapa Instrumentação, Rua XV de novembro, Centro, São Carlos, SP, CEP 13560-970, vaz@cnpdia.embrapa.br.

RESUMO: Os solos agrícolas podem ser compactados por pastejo de animais, trânsito de máquina, principalmente quando o solo se encontra em condições inadequadas de umidade. Os efeitos negativos da compactação excessiva do solo resultam em quedas acentuadas de produtividade. Pelo uso do penetrômetro, é possível identificar a profundidade da camada compactada e, a partir daí, optar pelo implemento mais adequado de descompactação. Esse estudo objetivou avaliar o efeito do uso de efluente de esgoto na irrigação de pastagem, sobre a resistência do solo à penetração. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos em diferentes períodos do ano. Para o diagnóstico da compactação utilizou-se um penetrômetro de impacto convencional, nas parcelas experimentais, com três repetições cada, tomados inteiramente ao acaso da área, verificando-se o número de impactos a cada 5 cm, até 60 cm de profundidade. Os resultados mostraram que resistência à penetração diminuiu com o acréscimo no teor de água do solo, sendo que a resistência à penetração foi altamente influenciada pela condição de umidade do solo e pouco influenciada pela aplicação do efluente.

Palavras-chave: águas residuárias, compactação do solo, reuso de água.

INTRODUÇÃO

Segundo estatísticas, 70% do planeta é constituído de água, sendo que somente 3% são de água doce e, desse total, 98% está de água subterrânea. Um sexto da população mundial, mais de um bilhão de pessoas, não tem acesso à água potável; 40% dos habitantes do planeta não têm acesso a serviços de saneamento básico; cerca de seis mil crianças morrem diariamente devido a doenças ligadas à água insalubre e a um saneamento deficientes. Segundo a ONU, até 2025, se os atuais padrões de consumo se mantiverem, duas em cada três pessoas no mundo vão sofrer escassez moderada ou grave de água.

A escassez da água trata-se de um problema mundial relacionado a vários fatores, dentre os quais se encontram fatores climáticos e principalmente, o crescimento demográfico desordenado, aumentando a demanda de água. Buscando uma solução para o problema da escassez da água surgiu, entre outras alternativas, a reutilização das águas residuárias na agricultura. No entanto, a fim de garantir o êxito na implantação dos sistemas de reuso, deve-se atentar para os padrões de qualidade, os aspectos culturais, ambientais, sociais e econômicos deste processo.

Os solos agrícolas funcionam como um sistema complexo que retém e transmite água, ar, nutrientes e calor às sementes e plantas, de maneira que é fundamental um ambiente físico favorável ao crescimento radicular, para maximizar a produção das culturas. Segundo Leal (2007), a irrigação de culturas com efluente pode ser parte ativa do sistema de tratamento, onde o solo e as plantas atuam como um filtro vivo, absorvendo e retendo poluentes e organismos patogênicos presentes nos resíduos e nas águas residuárias. Do ponto de vista agrônomo, a irrigação com efluente tem grande vantagem de permitir economia de água e adubos, uma vez que o efluente é naturalmente rico em nutrientes e matéria orgânica (Gloaguen, 2006).

Independentemente do sistema de cultivo utilizado, geralmente, ocorre à formação de camadas mais ou menos compactadas, aumentando a resistência do solo à penetração. Sendo indesejável não só por limitar o crescimento das plantas, mas também por acarretar uma maior dificuldade de infiltração de água no solo. Portanto, o diagnóstico criterioso dessa compactação ganha importância primordial, não só por auxiliar na verificação da qualidade do manejo do solo utilizado, mas também pela indicação de práticas para minimização ou correção dessas alterações físicas do solo.

Qualquer alteração significativa que ocorra na estrutura do solo seja por compactação ou por outro processo, provocará mudanças nas relações solo, ar, água, na resistência mecânica e na própria temperatura do solo. Com o aumento no teor de



água, decresce a atuação das forças de coesão entre as partículas do solo e o atrito interno, provocando, então, a diminuição na resistência mecânica do solo.

Na prática, o conhecimento da resistência à penetração e teor de água do solo é de extrema importância, pois permite prever as condições nas quais poderá ocorrer impedimento ao crescimento radicular das plantas. Permitindo um manejo correto do solo, visando a uma agricultura sustentável.

O presente trabalho buscou estudar os efeitos do uso de efluente de esgoto tratado sobre a compactação do solo, no cultivo de capim Tifton 85, para auxiliar na verificação da qualidade do manejo agrícola utilizado, bem como, indicar práticas para minimizar ou corrigir as possíveis alterações físicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental para pesquisas de utilização de efluente na agricultura, no município de Lins, Estado de São Paulo (49° 50' W e 22° 21' S). O município de Lins com 70.000 habitantes encontra-se localizado na região centro-oeste do estado de São Paulo, a 440 quilômetros da capital, tem 100% de seu esgoto tratado pela Sabesp, por meio de lagoas de estabilização. O solo da área foi classificado como argissolo, com textura arenosa nos horizontes superficiais e textura média para as camadas sub-superficiais. Quimicamente, o solo é ácido, com baixa capacidade de troca de cátions e saturação por bases menor que 50% (Ibrahim, 2002).

O experimento teve o delineamento experimental em blocos casualizados com seis tratamentos e três repetições, a saber: (1) SI - sem irrigação e sem FNM (branco); (2) E0 - irrigação com efluente e 0% e FNM (3) E33 - irrigação com efluente e 33% da FNM; (4) E66 - irrigação com efluente e 66% da FNM; (5) E100 - irrigação com efluente e 100% da dose recomendada de FNM; (6) W100 - irrigação com água de consumo e 100% da FNM.

A primeira coleta de dados foi em maio de 2006, a segunda em março de 2007 e a terceira em julho de 2007. O sistema de irrigação empregado foi de aspersão convencional para pastagem. Adotou-se como critério de manejo da irrigação o estabelecimento de uma umidade crítica do solo na camada de 0 a 60 cm. O manejo foi realizado mediante leitura, a cada dois dias, dos tensiômetros,

localizados no meio das camadas 0-20, 20-40, 40-60, 60-80 e 80-100 cm.

Para cada área em estudo determinou-se a umidade do solo e a resistência à penetração em diferentes períodos do ano. A umidade foi determinada à base de volume, através do método dos anéis volumétricos. Foram coletadas amostras entre 0 - 0,60 m de profundidade para verificação da variação do teor de água.

Para diagnóstico da resistência à penetração, utilizou-se um penetrômetro de impacto convencional (Vaz et al., 2002) em 18 parcelas experimentais, com três repetições, num total de 54 pontos tomados inteiramente ao acaso da área, verificando-se o número de impactos a cada 5 cm, até 60 cm de profundidade.

A determinação da porcentagem de carbono orgânico total (COT) foi realizada em duplicata para as amostras de solo intacto. As medidas foram realizadas no equipamento Total Organic Carbon Analyzer, modelo TOC-V, marca Shimadzu, acoplado ao Solid Sample Module, SSM-500A, da marca Shimadzu. A densidade do solo, pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de resistência à penetração, em função da umidade, foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao teste de comparação de médias, a 5% de probabilidade, cujos resultados apresentam-se na tabela 1. Em maio os tratamentos irrigados com efluente apresentaram valores de resistência à penetração (RP) em torno de 2,50 MPa, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, houve diferença significativa entre os tratamentos irrigados com água de consumo (W100) e sem irrigação (SI) e, os demais tratamentos, ocorrendo os maiores valores de RP, 2,92 e 6,35 MPa, respectivamente.

Os resultados obtidos em março mostraram que houve diferença significativa entre os tratamentos, porém, independente do teor de umidade, todos os tratamentos apresentaram RP menores que 2,00 MPa, com exceção do tratamento E33, que foi de 2,01 MPa. Apesar das diferenças entre os tratamentos, observa-se que no mês de março houve um comportamento de tendência de todos os tratamentos se igualarem.



Nas medidas de julho observa-se que também houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o maior valor foi no tratamento SI e o menor no W100. Os dados mostram que a resistência à penetração foi pouco influenciada pela aplicação do efluente, tendo em vista que o tratamento W100 (irrigação com água de consumo) foi o que teve a menor resistência, por outro lado, o tratamento SI (sem irrigação), que apresentou maior valor de RP, mostrou que a resistência à penetração foi muito mais influenciada pela umidade do solo.

Considerando os parâmetros para os limites de resistência à penetração descritos abaixo, pode-se considerar que os dados da Tabela 1 são restritivos para o sistema radicular das plantas. Pois, de acordo com Grant & Lanford (1993) os valores limites são de 1,50 a 3,00 MPa; para Arshad et al. (1996) os valores limites ficam entre 2,00 a 4,00 MPa. No entanto, Tormena & Roloff (1996) afirmam que RP de 2,50 MPa em solos argilosos já é considerada impeditiva para o crescimento de raízes no solo.

Porém, é importante salientar que a resistência do solo varia diretamente com a densidade do solo e inversamente com o conteúdo de água do solo. Sendo um índice integrado pela densidade do solo, matéria orgânica e umidade do solo (Camargo & Alleoni, 1997; Imhoff et al., 2000; Tormena et al., 2004; Ribon & Tavares Filho, 2004).

Tabela 1. Distribuição temporal da resistência do solo à penetração (RP) – MPa e da umidade volumétrica do solo (θ) – $\text{dm}^3 \text{dm}^{-3}$ em três épocas, na cultura de pastagem¹.

Trat ²	Maio/06		Março/07		Julho/07	
	RP	θ	RP	θ	RP	θ
SI	6,35 c	0,10 a	1,91 b	0,17 a	3,06 d	0,14 a
E0	2,57 a	0,17 c	1,99 b	0,21 b	2,65 c	0,22 c
E33	2,42 a	0,18 c	2,01 c	0,18 a	2,44 b	0,19 b
E66	2,51 a	0,17 c	1,92 b	0,22 c	2,36 ab	0,23 c
E100	2,75 a	0,16 c	1,98 b	0,20 b	2,40 b	0,24 c
W100	2,92 b	0,13 b	1,76 a	0,24 d	2,23 a	0,20 b
Dms ³	0,40	0,03	0,10	0,02	0,15	0,02

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ²Trat = Tratamentos; ³dms = diferença mínima significativa.

Segundo TAYLOR et al. (1966), a resistência mecânica do solo de 1,50 MPa, é restritiva ao crescimento das raízes para densidade de inferior a 1,37 e superior a 1,69 Mg m^{-3} . Quando for 2,00 MPa, a densidade crítica fica acima de 1,76 Mg m^{-3} e abaixo de 1,44 Mg m^{-3} . Da mesma forma 2,50 MPa é

um valor de resistência limitante as plantas quando, a densidade do solo for inferior a 1,49 e superior a 1,83 Mg m^{-3} . Valores de resistência de 3,00 a 3,50 MPa indicaram, intervalos de densidade adequados ao crescimento de culturas de 1,53 a 1,88 Mg m^{-3} e 1,57 a 1,93 Mg m^{-3} , respectivamente.

Esse comportamento tem dificultado a interpretação das avaliações de resistência se esses fatores não forem levados em conta, no caso em estudo. Por exemplo: o tratamento W100 teve uma variação de 1,76 MPa em março até 2,92 MPa em maio, esses valores são considerados elevados e podem ser restritivos ao desenvolvimento radicular das plantas.

Analisando os dados de resistência à penetração a partir dos valores de densidade do solo (Figura 1) citados por Taylor et al. (1966), observa-se que os dados de resistência estão dentro dos limites exigidos para o bom desenvolvimento das plantas. No entanto, o alto valor de densidade do solo na profundidade de até 40 cm, indica problemas de compactação, considerando-se que isto se deve ao histórico de uso deste solo, salientando-se ainda a importância de uma correção física adequada em profundidade ante de se iniciar o próximo plantio.

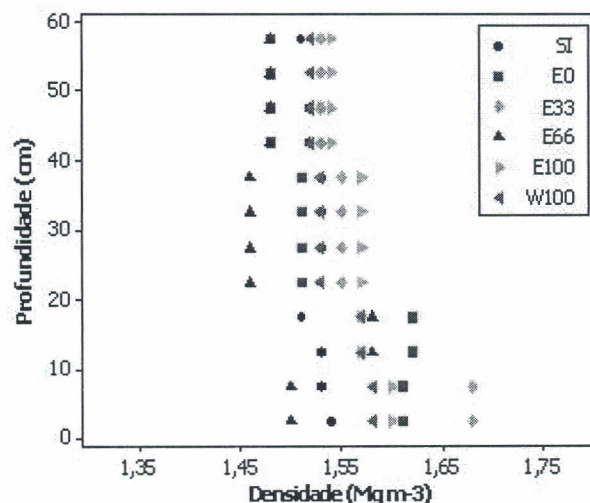


Figura 1. Densidade aparente do solo, nas profundidades de 0 a 60 cm, na cultura de pastagem.

A Tabela 2 mostra que houve uma tendência de redução do teor de carbono orgânico total (COT) para os solos irrigados em relação ao solo sem irrigação, essa redução pode ter ocorrido pelo aumento da atividade microbiana provocada pelo aumento da umidade do solo.



A distribuição do COT no perfil do solo foi semelhante nos tratamentos irrigados com efluente, e os maiores teores ocorreram até 60 cm. Observa-se uma redução na quantidade de COT com a profundidade, sendo mais intensa nas camadas de 60-80 cm e 80-100 cm. De acordo com Porglase et al. (1995) o efluente pode ter alterado a taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, pelo fato da taxa de mineralização ser altamente dependente do potencial de água no solo.

Tabela 2. Valores de carbono orgânico total nos tratamentos avaliados, nas profundidades de 0 – 100 cm.

Camadas	SI	ED	E33	E66	E100	W100
00-10	0,71	0,61	0,58	0,58	0,58	0,60
10-20	0,56	0,52	0,48	0,53	0,48	0,57
20-40	0,53	0,49	0,48	0,47	0,43	0,49
40-60	0,52	0,48	0,40	0,46	0,40	0,46
60-80	0,36	0,38	0,32	0,35	0,32	0,37
80-100	0,30	0,32	0,26	0,29	0,26	0,29
Médias	0,50	0,47	0,42	0,45	0,41	0,46

A utilização de águas residuárias para irrigação de culturas certamente promove alterações na atividade microbiana, assim como na composição da comunidade edáfica. Sendo a atividade microbiana do solo é responsável, em grande parte, pela decomposição de resíduos orgânicos, ciclagem de nutrientes e conseqüentemente, estabilidade estrutural dos solos.

CONCLUSÕES

A tendência da resistência à penetração foi diminuir com o acréscimo no teor de água do solo, desses estudos conclui-se que a resistência à penetração foi altamente influenciada pela condição de umidade do solo e pouco influenciada pela aplicação do efluente.

A irrigação com efluente de esgoto tratado foi eficiente para substituir a água potável e ainda pode promover benefícios econômicos, associados à redução do uso de fertilizantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, R. Physical tests for monitoring soil quality. In: Doran, J. W.; Jones, A. J. (ed.). *Methods for assessing soil quality*. Madison: Soil Science Society of America, 1996.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento de plantas. Piracicaba: ESALQ, 1997. 132p.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPq, 1997.

GLOAGUEN, R.A.B.G. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado nas propriedades físico-hídricas de um latossolo. 2005. 119p. Tese (Doutorado em agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

IBRAHIM, L. Caracterização física, química, mineralógica e morfológica de uma seqüência de solos em Lins-SP. 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

IMHOFF, S.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Aplicações de curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1493-1500, 2000.

LEAL, M.P.R. Efeito da irrigação com efluente de esgoto tratado em propriedades químicas de um latossolo cultivado com cana-de-açúcar. 2007. 109p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Univ. de São Paulo, Piracicaba, 2007.

POLGLASE, P.J.; TOMPKINS, D.; STEWART, L.G.; FALKNER, R.A. Mineralization and leaching of nitrogen in an effluent-irrigated pine plantation. *Journal of Environmental Quality*, v.24, p.911-920, 1995.

RIBON, A.A.; TAVARES FILHO, J. Models for the estimation of the physical quality of a Yellow Red Latosol (Oxisol) under pasture. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Londrina, v.47, n.1, p.25-31, 2004.

TAYLOR, H.M. et al. Soil strength-root penetration relations for medium-to coarse-textured soil materials. *Soil Science*, v.102, p.18-22, 1966.

GRANT, C.A.; LANFOND, G.O. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in Southern Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa, v.73, n.2, p.223-232, May 1993.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.2, p.333-39, 1996.

VAZ, C.M.P.; PRIMAVERSI, O.; PATRIZZI, V.C.; LOSSI, M.F. Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto. *Embrapa-CPNDIA, Comunicado Técnico 51*, ISSN 1517-4786, Outubro, 2002. São Carlos, SP.