



Alterações físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico típico submetido à compactação induzida⁽¹⁾.

Jeovane Nascimento Silva⁽²⁾; Alex Scapinelli⁽²⁾; Filipe Rafaeli Deina⁽²⁾; Daniel Dias Valadão Júnior⁽³⁾; Wellyton Santos de Assis⁽²⁾; Daniel Paulo Ferreira⁽²⁾.

⁽¹⁾ Parte do Trabalho de Conclusão de Curso do primeiro autor. ⁽²⁾ Estudante de Bacharelado em Agronomia; IFMT – Campo Novo do Parecis; Campo Novo do Parecis, Mato Grosso; E-mail: jeovaneagro@gmail.com; alex.scapinelli@hotmail.com; filiperafdeina@hotmail.com; wellyton.assis@gmail.com; daniel4099@yahoo.com.br. ⁽³⁾ Professor; IFMT – Campo Novo do Parecis; E-mail: daniel.valadao@cnp.ifmt.edu.br.

RESUMO: Atualmente, com a crescente adoção de sistemas conservacionistas, que empregam o não revolvimento do solo e a manutenção da cobertura vegetal, tem-se aumentado também a incidência de áreas compactadas nos sistemas produtivos. Este trabalho teve por objetivo verificar as alterações de um Latossolo Vermelho Distrófico típico submetido à compactação induzida. A pesquisa foi realizada à campo, no referido solo, sendo os tratamentos cinco níveis de compactação (sem tráfego adicional (C0), uma (C1), três (C3), seis (C6) e onze (C11) passadas de trator) e quatro profundidades de avaliação (0,0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m). Foram avaliadas as propriedades físicas do solo. A compactação do solo provocada pelo tráfego de máquinas promove aumento da densidade do solo, da resistência do solo à penetração e da microporosidade; bem como a diminuição da porosidade total e da macroporosidade.

Termos de indexação: tráfego de máquinas, resistência do solo à penetração.

INTRODUÇÃO

O manejo do solo e o método de cultivo causam alterações físicas, químicas e estruturais nos solos agrícolas. Atualmente, com a crescente adoção de sistemas conservacionistas, que empregam o não revolvimento do solo e a manutenção da cobertura vegetal, tem-se aumentado também a incidência de áreas compactadas nos sistemas produtivos.

Para auxiliar o manejo destas áreas compactadas, pesquisas têm tentado determinar níveis críticos das propriedades físicas do solo para o adequado desenvolvimento das plantas, utilizando-se principalmente a resistência do solo à penetração. O valor de 2,0 MPa há tempo é adotado como referência limitante ao desenvolvimento das raízes, mas muitos trabalhos mostram resultados diferentes. Para Bergamin et al. (2010) uma RSP de 0,64 MPa e Ds de 1,32 Mg m⁻³ são consideradas limitantes ao desenvolvimento das raízes de milho. Já para Valadão et al. (2015) estes valores são de 1,48 MPa e 1,32 Mg m⁻³ para o desenvolvimento das

raízes de milho e 1,84 MPa e 1,35 Mg m⁻³ para a soja.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo verificar as alterações de um Latossolo Vermelho Distrófico típico submetido à compactação induzida.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada à campo, no período de março a junho (segunda safra) de 2014, num Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2013). O experimento encontrava-se nas seguintes coordenadas geográficas: 13°40'41" de latitude Sul; 57°47'25" de longitude Oeste e 561 m de altitude. O clima da região pela classificação de Köppen é o Aw. As características químicas do solo, na camada de 0,0 a 0,20 m, eram: pH_{CaCl2} = 5,4; P = 16,9 mg dm⁻³; K = 29 mg dm⁻³; Ca = 3,1 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,1 cmol_c dm⁻³; Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; H = 3,1 cmol_c dm⁻³; MO = 21,2 g dm⁻³; areia, silte e argila = 360, 134 e 506 g dm⁻³, respectivamente.

O delineamento adotado foi o de blocos completos casualizados em arranjo de parcela subdividida com cinco repetições, tendo nas parcelas cinco compactações (sem tráfego adicional (C0), uma (C1), três (C3), seis (C6) e onze (C11) passadas de trator) e nas subparcelas quatro profundidades de avaliação (0,0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m).

A indução às compactações do solo foi realizada em março, quando o solo foi subsolado, gradeado e posteriormente compactado. Na compactação foi utilizado um trator agrícola MF 292 (105 cv), com rodado de pneus diagonais e massa total de 5 Mg, com pressão de inflação de 96 kPa nos pneus dianteiros (14.9-24 R1) e 110 kPa nos pneus traseiros (19.4-34 R1), sendo 39% da massa distribuída no eixo dianteiro e 61% no eixo traseiro. A compactação foi realizada por meio da passagem dos rodados desse trator, perfazendo toda a superfície da parcela, de forma que os pneus comprimiram áreas paralelas entre si, variando o número de passadas em função do tratamento.

Foram coletadas amostras de solo utilizando um



anel extrator de 0,04 m de comprimento e 0,05 m de diâmetro, forçado verticalmente no solo, por meio de um amostrador. Nessas amostras foram avaliadas as propriedades físicas: densidade do solo (D_s), porosidade total (Pt), macro (Mac) e microporosidade (Mic), de acordo com EMBRAPA (1997). A resistência do solo à penetração (RSP) foi avaliada conforme Bianchini et al. (2002).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando F significativo ($p < 0,05$), foi aplicado teste de média Scott-Knott para as profundidades e para as faixas de compactação regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tráfego adicional do trator promoveu aumento da densidade do solo (D_s), a partir de C1 (**Figura 1a, 1b**), inclusive em profundidade, caracterizando a compactação do solo. Na camada de 0,0-0,05 m foram observadas as maiores variações de D_s , que inicialmente diminuíram (C1) e em seguida aumentaram (C3, C6 e C11). Este fenômeno se deve à ação cisalhante do pneu radial sobre a camada superficial (0,0-0,05 m) nas primeiras passadas do trator, efeito extremamente dependente da pressão de inflação dos pneus (110kPa nos traseiros) e do conteúdo de água no solo (Barbosa, 2004; Machado et al., 2005). Com o aumento do tráfego, há melhor acomodação das partículas do solo, este efeito é revertido e a D_s torna a aumentar; o oposto ocorre com a Pt.

Houve aumento da D_s na ordem de 21,23, 23,51, 27,01 e 24,37% para as camadas de 0,0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m respectivamente, quando comparou-se C0 e C11. Os incrementos nos valores de D_s foram decrescentes em função do aumento do tráfego do trator.

Outros trabalhos recentes, com compactação, encontrados na literatura demonstram um aumento mais expressivo da D_s nas camadas mais superficiais do perfil do solo (Bergamin et al., 2010), porém neste trabalho o aumento da D_s ocorreu de forma homogênea no perfil, assim como encontrado por Valadão et al. (2015) no mesmo solo. Provavelmente isto se deve às características intrínsecas dos solos estudados, como a plasticidade, além das condições de umidade, peso do trator, tipo de pneu e pressão de inflação; sendo que maiores pressões de inflação dos pneus favorecem a compactação subsuperficial (Machado et al., 2005). Atenção especial deve ser dada a camada de 0,15 a 0,20 m que teve valores de D_s de $1,49 \text{ Mg m}^{-3}$, em C11. Este valor é 24,37% maior que o observado na mesma camada quando

submetida à C0, o que caracteriza compactação subsuperficial.

A RSP aumentou com o tráfego do trator, mas não houve interação com a profundidade (**Figura 1c, 1d**). Os valores iniciais de RSP eram de 0,799 MPa em C0 e chegaram a 1,796 MPa em C11, valores estes obtidos com a umidade próxima da capacidade de campo. Valores diferentes foram encontrados por Bergamin et al. (2010) em um Latossolo Vermelho distroférrico, com 64% de argila, onde seis passadas de trator de 5 Mg resultaram em uma RSP de 0,77 Mpa, enquanto que no solo descompactado o valor era de 0,59 Mpa (médias do perfil). Já no trabalho desenvolvido por Freddi et al. (2007), em um Latossolo Vermelho Distrófico típico, com 32% de argila, o tratamento sem tráfego adicional apresentava valores de RSP de 1,65 MPa e o submetido à seis passadas de trator de 11 Mg valores de 4,81 MPa (médias do perfil).

Neste trabalho observou-se, nas diferentes camadas de profundidade, valores de RSP de 0,492 MPa na camada de 0,0-0,05 m chegando à 1,374 MPa na camada de 0,15 a 0,20 m; um aumento na ordem de 179%. Esta diferença em profundidade já era esperada; em geral, os solos apresentam valores de RSP menores em camadas mais superficiais e maiores em profundidade (Freddi et al., 2007; Bergamin et al., 2010).

As passadas de trator alteraram a porosidade total (Pt), a macroporosidade (Mac) e a microporosidade (Mic) (**Figura 1e, 1f, 1g, 1h**). A camada de 0,0-0,05 apresentou as maiores variações de Pt, o que pode ser verificado pelo menor valor do fator "b" da equação polinomial; os valores aumentaram em C1 e diminuíram em C3, C6 e C11; fato justificado pela ação cisalhante do pneu nas primeiras passadas do trator, abordado anteriormente (Barbosa et al., 2004).

Ocorreram reduções da Pt na ordem de 20,87, 24,39, 26,36 e 23,53% para as camadas de 0,0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m respectivamente, quando comparou-se C0 e C11. A reorganização das partículas fez com que a Pt chegasse aos menores valores de $0,39 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, em C11 na camada de 0,15-0,20 m.

Os valores de Mic aumentaram 20,5%, passando de $0,24 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em C0 para $0,29 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em C11. Já a Mac sofreu reduções, na ordem de 64,0%, caindo de $0,26 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em C0 para $0,09 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ em C11. As alterações da Pt estão ligadas de forma direta à Mac, mais especificamente às modificações na estrutura do solo (Pagliai et al., 2003).

Nas condições normais do solo, ou seja, em C0, as características do perfil eram de D_s de $1,2 \text{ Mg m}^{-3}$, Pt de $0,51 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, Mac de $0,26 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e Mic de $0,24 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Estas características estão próximas das ideais, proposta por Malavolta (2006), em que



aproximadamente 50% do solo, em volume, deve ser constituído por espaços vazios igualmente ocupados por água (microporos) e ar (macroporos). Com o tráfego do trator, a pressão exercida pelo pneu promoveu um rearranjo das partículas granulométricas, diminuindo o diâmetro dos poros, obstruindo os espaços vazios entre agregados e transformando os macroporos em microporos. Esta compressão resultou no aumento da Ds e Mic e diminuição da Pt e Mac, chegando ao índice crítico proposto por Pagliai et al. (2003) de 10% de macroporos.

A maior retenção de água no solo decorrente do aumento da Mic nem sempre resulta em uma maior disponibilidade de água para as plantas, pois pode haver aumento do potencial matricial da água no solo (Iijima & Kato, 2007); onde parte da água está como água coloidal e, portanto, não disponível para a absorção pelas plantas (Malavolta, 2006). Além disso, a diminuição da Mac diminui a movimentação de gases no perfil, como o O₂ e N₂, necessários para a respiração das raízes e atividade de micro-organismos aeróbicos (Malavolta, 2006).

A relação macro:micro caiu de 1,08 na ausência de tráfego adicional, para 0,33 no maior nível de compactação, havendo portanto duas vezes mais microporos do que macroporos. Segundo Pagliai (2003), o aumento da compactação pelo tráfego de máquinas reduz a continuidade dos poros (Mac relacionada à estrutura), o que diminui a condutividade hidráulica (mm h⁻¹) dos solos. Nestas condições de percolação mais lenta, a erosão laminar é facilitada o que pode culminar em grave problema ambiental; além disso, há maior retenção da água em superfície, o que pode prejudicar a oxigenação das raízes.

CONCLUSÕES

A compactação do solo provocada pelo tráfego de máquinas promove aumento da densidade do solo, da resistência do solo à penetração e da microporosidade; bem como a diminuição da porosidade total, da macroporosidade e do índice de área radicular.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento parcial e viabilização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; VIEIRA, L.B.; DIAS, G.P. Resistência ao cisalhamento de um Argissolo Vermelho-Amarelo submetido ao tráfego de um trator agrícola. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, 8:321-325, 2004.

BERGAMIN, A.C.; VITORINO, A.C.T.; FRANCHINI, J.C.; SOUZA, C.M.A.; SOUZA, F.R. Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico e suas relações com o crescimento radicular do milho. *Revista brasileira de ciência do solo*, 34:681-691, 2010.

BIANCHINI, A.; MAIA, J.C.S.; GUIMARÃES, P.S.G.; CAPELLI, N.; UMEZU, C.K. Penetrógrafo eletrônico automático. *Engenharia agrícola e ambiental*, 6:332-336, 2002.

EMBRAPA. Manual de métodos análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa em Solos; 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. 353p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: DEX/UFLA, 2011.

FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L.; SILVA, A.P. Compactação do solo e intervalo hídrico ótimo no crescimento e na produtividade da cultura do milho. *Bragantia*, 66:477-486, 2007.

IJIMA, M.; KATO, J. Combined soil physical stress of soil drying, anaerobiosis and mechanical impedance to seedling root growth of four crop species. *Plant production science*. 10:451-459, 2007.

MACHADO, A.L.T.; REIS, A.V.; FERREIRA, M.F.P.; MACHADO, R.L.T.; MACHADO, A.L.C.; BAUER, G.B. Influência da pressão de inflação do pneu do trator na resistência do solo à penetração. *Revista brasileira de Agrociência*, 11:481-486, 2005.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638p.

PAGLIAI, M.; MARSILI, A.; SERVADIO, P.; VIGNOZZI, N.; PELLEGRINI, S. Changes in some physical properties of a clay soil in Central Italy following the passage of rubber tracked and wheeled tractors of medium power. *Soil till research*. 73:119-129, 2003.

VALADÃO, F.C.A.; WEBER, O.L.S.; VALADÃO JÚNIOR, D.D.; SCAPINELLI, A.; DEINA, F.R.; BIANCHINI, A. Adução fosfatada e compactação do solo: sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. *Revista brasileira de ciência do solo*, 39:243-255, 2015.

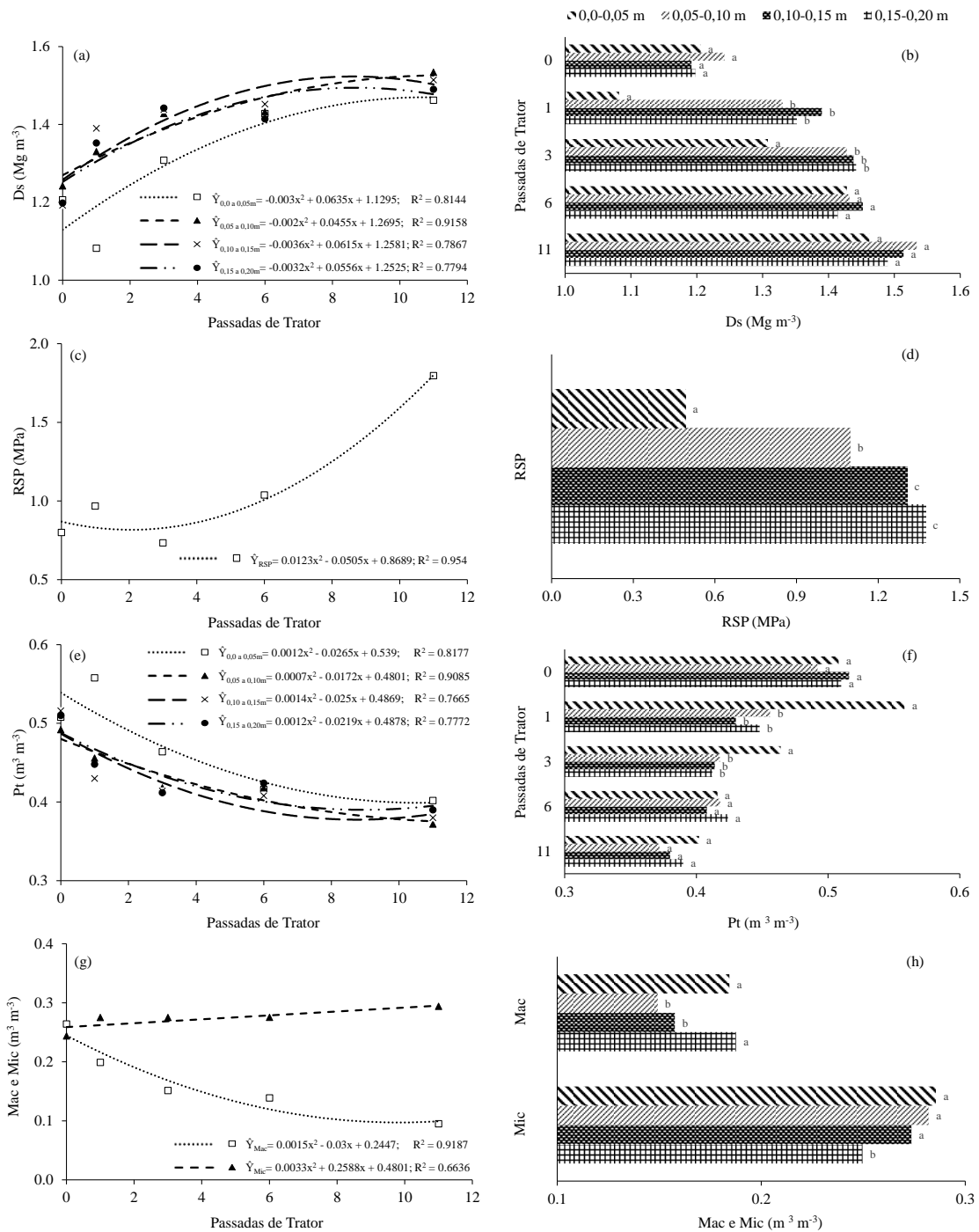


Figura 1 – Propriedades físicas do solo: densidade (a, b), resistência à penetração (c, d), porosidade total (e, f), e macro e microporosidade (g, h) em função das passadas de trator e da profundidade de avaliação. CV: 5,77; 34,38; 7,30; 24,62; e 12,06, respectivamente.