

Compactação ocasionada por tráfego de trator em um Latossolo Vermelho sob Sistema Plantio Direto e escarificado

SORIANI, R.¹; DEBIASI, H.²; FRANCHINI, J. C.²; FREGONEZI, G. A. F.³

¹UniFil-Centro Universitário Filadélfia, Bolsista Embrapa, Londrina, PR, rafaelSORIANI@hotmail.com; ²Pesquisador, Embrapa Soja; ³Professor, UniFil-Centro Universitário Filadélfia.

Introdução

O Sistema Plantio Direto (SPD) aumenta a biodiversidade e melhora principalmente a qualidade física do solo, promovendo adequada agregação e estruturação. A evolução da agricultura ocasiona a intensificação do uso do solo e, conseqüentemente, aumenta as operações com máquinas agrícolas maiores e mais pesadas. O tráfego destas máquinas, principalmente se o solo estiver em uma condição friável constitui-se na principal causa da compactação. Quando a pressão aplicada pelos rodados ultrapassa a capacidade de suporte de carga do solo, como consequência causa perdas na produtividade das culturas em razão de modificações físicas no ambiente radicular, pois promovem o aumento da resistência do solo à penetração (RP) e da erosão, diminuição da porosidade total, da aeração, da infiltração, da absorção de água e nutrientes, entre outros efeitos (Debiasi et al., 2010).

A escarificação mecânica tem sido uma alternativa para a descompactação no SPD, pois esses implementos de hastes rompem o solo nos seus pontos de fraqueza (até 30 cm de profundidade), formando fissuras e ocasionando efeitos imediatos na redução da RP e no aumento da infiltração de água, porém esse manejo não contribui para a reconstrução e estabilização das estruturas alteradas. Muitos produtores estão utilizando os escarificadores periodicamente entre as safras, sem diagnóstico criterioso da real necessidade. Como consequência, podem surgir efeitos de compactação ainda mais graves se trafegados novamente, tornando este manejo ineficiente (Nunes et al., 2014). A RP pode ser utilizada para detecção de camadas compactadas e para estudar a ação de máquinas e implementos no solo, pois simula o impedimento mecânico ao crescimento radicular e, assim, tem sido proposta como indicador da qualidade física do solo (Moraes et al., 2014).

Nesse contexto, o objetivo deste experimento foi avaliar o efeito da compactação ocasionada por tráfegos sucessivos de trator em um Latossolo Vermelho distroférico manejado sob SPD e preparo mínimo com escarificação.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em novembro/2017 na Embrapa Soja, em Londrina no Paraná. O clima da região é classificado como Cfa (subtropical úmido), e o solo da área de estudo é o Latossolo Vermelho distroférico, considerado muito argiloso (784 g kg⁻¹ de argila na camada de 0,0-0,30 m de profundidade).

Os tratamentos consistiram de combinações entre dois sistemas de manejo do solo (SPD e preparo mínimo ou Escarificado), aplicados em parcelas de 75 m², e oito intensidades de tráfego (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10 e 14 passadas) de trator 4x2 TDA com massa de 8,5 Mg, equipado com pneus dianteiros 11.00-22R, e traseiros 18.4-34R. No sistema preparo mínimo, foi utilizado um escarificador montado equipado com rolo destorroador, cinco hastes distanciadas 0,4 m e ponteiras de 0,08 m, atingindo uma profundidade média de 0,30 m.

No momento da realização dos tráfegos, o solo apresentava conteúdo gravimétrico de água próxima à capacidade de campo, com valores nas camadas de 0,0-0,60 m variando de 0,31 g g⁻¹ a 0,37 g g⁻¹ nas camadas de 0,0-0,60 m para o manejo SPD e com valores variando de 0,29 g g⁻¹ a 0,37 g g⁻¹ nas camadas de 0,0-0,60 m para o manejo escarificado.

A RP foi determinada por meio de um penetrômetro eletrônico (digital), equipado com cone de 12,83 mm de diâmetro da base e ângulo de 30°, acoplado a um quadriciclo e inserido no solo a uma velocidade constante de 30 mm s⁻¹ até 0,6 m de profundidade. As medições de RP foram realizadas a cada 0,01 m. Em cada tratamento, a RP foi avaliada em cinco transectos de 0,90 m posicionados em relação ao sentido dos tráfegos, cada um englobando sete leituras separadas por uma distância de 0,15 m (Figura 1). Para determinação do conteúdo de água no momento da avaliação da RP, foram coletadas amostras de solo deformadas nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4; 0,4-0,5; e 0,5-0,6 m. Os resultados foram comparados a valores ideais ou críticos descritos por Tormena et al. (1998); Silva et al. (2008); Moraes et al. (2014).

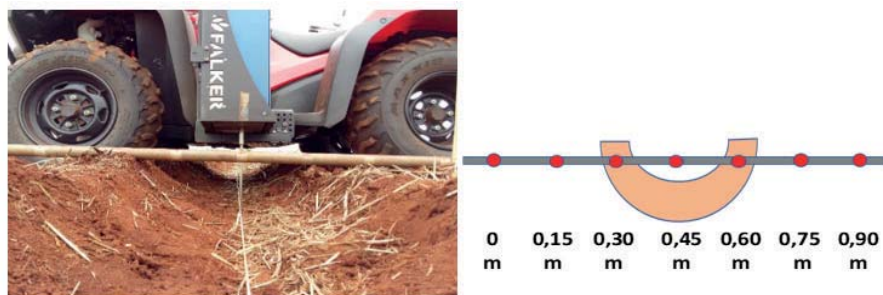


Figura 1. Distribuição das leituras de resistência do solo à penetração (RP) nos transectos.

Resultados e Discussão

No momento da avaliação da RP, a umidade do solo estava próxima à capacidade de campo. Como os valores de umidade foram similares entre os manejos e intensidades de tráfego, diferenças nos valores de RP medidos podem ser atribuídos a alterações ocasionadas pelos tratamentos na estrutura do solo.

Os maiores incrementos de RP em função do tráfego de trator, para ambos os sistemas de manejo ocorreram na camada de 0,05-0,15 m abaixo da área de contato pneu-solo, particularmente nas posições equivalente ao centro e às bordas da banda de rodagem (Figura 2). Os aumentos mais acentuados na RP foram observados logo após os primeiros tráfegos no SPD e no preparo mínimo com escarificador (Figura 2), concordando com Botta et al. (2012). Considerando a camada de 0,05-0,15 m na posição abaixo do centro do pneu, a RP após 14 tráfegos foi cerca de 2,5 vezes maior em relação à ausência de tráfego no SPD (Figura 2). Cerca de 50% deste aumento foi atingindo após o 2º tráfego, e 80% após a 6ª passada do trator. No caso do solo mobilizado pela escarificação, a RP na camada de 0,05-0,15 m abaixo do centro do pneu cresceu aproximadamente 11 vezes comparando o solo na ausência de tráfego em relação ao trafegado 14 vezes (Figura 2). De maneira similar ao observado no SPD, aproximadamente 40% deste incremento ocorreu após as duas primeiras passadas, e 70% após o sexto tráfego. O maior aumento da RP em função dos tráfegos sucessivos de trator no preparo mínimo em comparação ao SPD pode ser atribuído ao menor estado de compac-

tação inicial proporcionado pela escarificação, o que diminui a capacidade de suporte de carga do solo (Debiasi et al., 2010). Apesar do maior incremento de RP pelos tráfegos na área escarificada, o valor deste atributo na camada de 0,05-0,15 m abaixo da área de contato pneu-solo após 14 tráfegos foi levemente superior no SPD (5,0 MPa) do que no preparo mínimo (4,5 MPa).

O sistema de manejo influenciou fortemente o padrão de variação da RP no perfil de solo em resposta aos tráfegos (Figura 2). De modo geral, o aumento da RP no SPD, à medida que os tráfegos se sucederam, tendeu a se propagar lateralmente em relação ao centro da linha de tráfego, mas de forma concentrada na camada de 0,05-0,30 m (Figura 2). Neste tratamento e camada, foi observado aumento da RP até uma distância pelo menos 0,45 m do centro do rastro, para ambos os lados, a partir da 6ª passada do trator. Considerando que a largura do pneu era de 0,48 m, esses dados indicam aumento do grau de compactação do solo fora da linha de tráfego, até 0,3 m de profundidade. Por outro lado, o incremento da RP em resposta aos tráfegos sucessivos do trator no tratamento escarificado, além de propagar-se lateralmente à linha de tráfego, até pelo menos 0,45 m do centro do rodado, distribuiu-se em profundidade, atingindo camadas abaixo de 0,3 m, que não foram mobilizadas pelas hastes do escarificador (Figura 2). Esse aumento da RP na camada subsuperficial do solo (0,4-0,6 m) na área escarificada ocorreu já após o 2º tráfego. Adicionalmente, os maiores incrementos da RP no preparo mínimo e na camada de 0,05-0,15 m ocorreram sob a área de contato pneu-solo, enquanto que, em subsuperfície (0,4-0,6 m), o aumento da RP tendeu a ser uniforme em toda a camada até o 8º tráfego e, a partir da 10ª passada, foi levemente superior em regiões fora do rastro.

A compactação além de aumentar a RP, limita a profundidade e o volume de solo explorado pelas raízes em busca de água e nutrientes, reduz a porosidade total, a macroporosidade, a aeração, a capacidade de infiltração de água e a condutividade hidráulica saturada do solo. Essas modificações podem diminuir a produtividade das culturas, especialmente em anos secos ou com excesso de chuvas (Tavares Filho; Tessier, 2009; Franchini et al., 2009; Debiasi et al., 2010). De acordo com os parâmetros de RP para o Latossolo descritos por Tormena et al. (1998) e Silva et al. (2008) valores de RP acima 2 MPa têm sido propostos como críticos ao crescimento radicular das culturas anuais, representando nível de compactação significativo. Porém, Moraes et

al. (2014) concluíram que o limite crítico de RP deve ser ampliado para 3,5 MPa em SPD consolidado, 3 MPa em SPD com intervenção mecânica (preparo mínimo), mantendo-se o valor crítico de 2 MPa em sistemas de preparo convencional. Assim, levando-se em consideração os limites propostos por Moraes et al. (2014), verifica-se que no SPD a RP atingiu valores críticos às plantas apenas na camada 0,05-0,15 m e a partir do 4º tráfego (Figura 2). Neste mesmo manejo, os valores críticos de RP foram ultrapassados em regiões fora do rastro a partir do 6º tráfego. É importante destacar ainda que, no SPD, os valores de RP ficaram abaixo dos considerados críticos à produtividade das culturas em camadas mais profundas que 0,15 m, mesmo após a realização de 14 tráfegos sucessivos. Em contrapartida, na área sob preparo mínimo com escarificador, os valores de RP ultrapassaram os considerados críticos às culturas a partir do 6º tráfego nas camadas de 0,05-0,15 m e 0,55-0,60 m (Figura 2). A partir do 8º tráfego, observa-se aumento gradativo na espessura da camada subsuperficial com RP crítica às plantas, atingindo as profundidades entre 0,50-0,60 m após a 14ª passada. Observa-se ainda que os valores críticos de RP em camadas mais profundas que 0,5 m se concentraram nas laterais da linha de tráfego, enquanto que, na superfície (0,05-0,15 m), os mesmos ocorreram abaixo da área de contato pneu-solo.

Os resultados mostram ainda que os valores de RP na área escarificada (Figura 2) igualaram os observados no SPD não trafegado (Figura 2) na camada de 0,15-0,35 m com apenas dois tráfegos de trator. Isto foi observado em toda a largura do transecto avaliado, evidenciando que o aumento da RP a valores similares aos observados antes da escarificação não se restringiu à linha dos tráfegos, mas também a regiões fora dela. Na camada superficial (0,05-0,15 m), os valores médios de RP no preparo mínimo tornaram-se similares aos medidos no SPD não trafegado a partir da 4ª passada, o que se limitou à área de contato pneu-solo. Os resultados demonstraram que, no preparo mínimo (escarificado), houve aumento da RP_{pt} (RP posterior ao tráfego) em relação a RP_{at} (RP anterior ao tráfego) em todas as camadas (0,0-0,6 m), porém esse incremento diminuiu conforme aumento da profundidade da camada compactada (Figura 3a). A redução do impacto dos tráfegos sucessivos nas camadas mais profundas está associada principalmente à diminuição das tensões aplicadas pelos rodados com o aumento da profundidade. Já no SPD, houve aumento da RP_{pt} em relação a RP_{at} apenas camada de 0,0-0,21 m.

A decisão em torno da necessidade ou não da escarificação mecânica (preparo mínimo) no SPD deve ser criteriosa pelos produtores. Esses dados contribuem para explicar a curta duração dos efeitos da escarificação, verificada em diversos trabalhos de pesquisa que demonstram que os efeitos variam de 10 meses (1 safra) até 24 meses, tornando esse sistema ineficiente e suscetível à recompactação, principalmente se trafegados novamente (Ralisch et al., 2001; Silva et al., 2008; Debiasi et al., 2010; Moraes et al., 2014; Nunes et al., 2014).

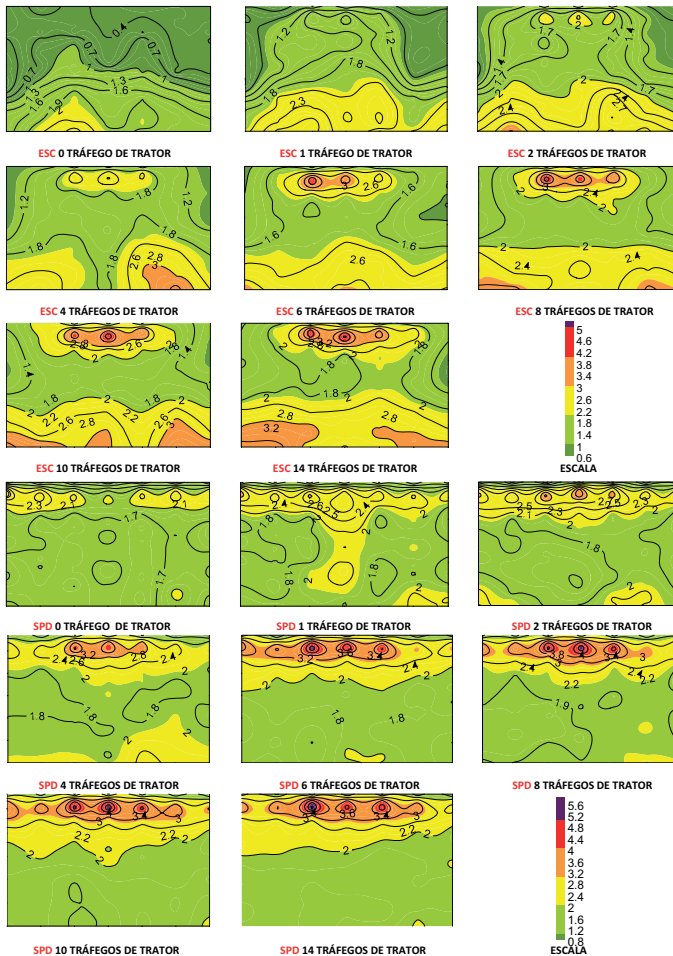


Figura 2. Resultados da Resistência à penetração do solo (RP) nos manejos Sistema Plantio Direto (SPD) e Escarificado (ESC) ocasionados por até quatorze tráfegos de trator.

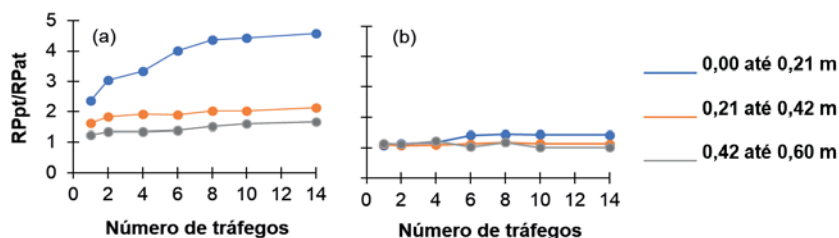


Figura 3. Resistência relativa (RPpt /RPat) em diferentes camadas nos manejos preparo mínimo com escarificador (a) e Sistema Plantio Direto (b) em função do respectivo número de tráfegos. RPpt = Resistência do solo à penetração posterior ao tráfego; RPat = Resistência do solo à penetração antes do tráfego.

Conclusão

No SPD, o aumento do grau de compactação em consequência do tráfego concentra-se na camada de 0,05-0,15 m, atingindo no máximo 0,3 m após oito tráfegos sucessivos. A escarificação altera o perfil de aumento do grau de compactação em resposta a tráfegos sucessivos, com incrementos da RP em camadas subsuperficiais (0,4-0,6 m) já a partir da primeira passada. O aumento da RP não se restringe à área de contato pneu-solo, ocorrendo fora da linha do tráfego na camada de 0,05-0,30 no SPD, e de 0,05-0,60 m no preparo mínimo com escarificador.

Referências

- BOTTA, G. F.; TOLON-BECERRA, A.; TOURN, M.; LASTRA-BRAVO, X.; RIVERO, D. Agricultural traffic: motion resistance and soil compaction in relation to tractor design and different soil conditions. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 120, n. 1, p. 92-98, 2012.
- DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 603-612, 2010.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. **Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca**. Londrina: Embrapa Soja, 2009. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314)
- MORAES, M. T.; DEBIASI, H.; CARLESSO, R.; FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. R. Critical limits of soil penetration resistance in a Rhodic Eutrudox. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 288-298, 2014.

NUNES, M.R.; DENARDIN, J.E.; FAGANELO, A.; PAULETTO, E.A.; PINTO, L.F.S. Efeito de semeadora equipada com haste sulcadora para ação profunda em solo com plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, p. 627-638, 2014. DOI:10.1590/S0100-06832014000200027.

RALISCH, R.; TAVARES FILHO, J.; ALMEIDA, M. V. P. Avaliação de um solo argiloso sob plantio direto de uma escarificação na evolução da resistência do solo a penetração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, Foz do Iguaçu, 2001. **Resumos expandidos...** Foz do Iguaçu: CONBEA, 2001. CD-ROM.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; INHOFF, S. Funções de pedotransferência para as curvas de retenção de água e de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 1-10, 2008.

TAVARES FILHO, J.; TESSIER, D. Compressibility of Oxisol aggregates under no-till in response to soil water potential. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1525-1533, 2009.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 573-581, 1998.