

COMPACTAÇÃO: DAS CAUSAS ÀS SOLUÇÕES

Milton da Veiga, Eng. Agr., Dr., Pesquisador da Epagri/Estação Experimental de Campos Novos/SC, José Miguel Reichert e Dalvan José Reinert, Engs. Agrs., PhDs, Professores titulares do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria

A compactação do solo tem sido apontada como uma das principais causas da redução da produtividade em áreas agrícolas. Principalmente porque resulta em restrição ao crescimento do sistema radicular e redução da infiltração de água e das trocas gasosas entre o solo e a atmosfera. No sistema convencional de preparo do terreno, a causa primária da compactação está relacionada com a excessiva pulverização do solo, resultando em oxidação da matéria orgânica e destruição dos agregados, associada ao tráfego do trator no sulco do arado e à ação dos próprios discos dos arados e grades. Isso resulta na formação dos conhecidos “pé-de-arado” e “pé-de-grade”.

No sistema plantio direto na palha (SPDP), as pressões são aplicadas na superfície do solo, o qual se encontra mais resistente à compactação do que nos sistemas com revolvimento do solo e, por isso, apresenta uma dinâmica diferenciada. Entender o processo e, principalmente, avaliar as maneiras de evitar a compactação excessiva do solo,

são desafios para os agentes de assistência técnica e mesmo para os pesquisadores que trabalham com o sistema de plantio direto, pois esse sistema tem como princípio o revolvimento do solo apenas na linha de semeadura.

Como ocorre — A compactação corresponde à redução irreversível do volume ocupado por uma parcela de solo a partir da aplicação de uma pressão superior a sua resistência, tendo como resultado a redução do volume total de poros, com maior efeito sobre os poros

de maior diâmetro. A resistência do solo à compactação pode ser estimada por meio da pressão de pré-consolidação, que corresponde à pressão suportada pelo solo sem deformação irreversível.

Para um mesmo solo, a resistência à compactação aumenta com o aumento da sua densidade, pelo fato das partículas se encontrarem mais próximas umas das outras. No SPDP, em função do tráfego de máquinas e equipamentos e do não-revolvimento do solo, forma-se uma camada superficial com maior resistência (veja tabela), possibilitando o tráfego sem compactação adicional em uma faixa mais ampla de umidade do solo e de pressão aplicada. Esse aumento da resistência do solo, no

entanto, não deve ser restritivo ao crescimento radicular.

A pressão aplicada na superfície se distribui no perfil do



Fotos: Divulgação

No sistema plantio direto na palha, as pressões são aplicadas na superfície do solo, que se encontra mais resistente à compactação



Uma dupla de sucesso: na colheita da safra e na recuperação do solo.

Imediatamente após a colheita, reinicia o manejo do solo. Recupere-o, eliminando os restos culturais que ficaram.

Carreta Graneleira

Rolo Faca Arrozeiro

Força e resistência para transportar sua colheita com segurança e rapidez. Modelos para 120, 140, 175 e 200 sacas.

É usado a partir da colheita para acamar a palha do arroz, corrigindo os rastros de pneus e esteiras. Indispensável quando se deseja repetir o plantio na mesma área.

Distrito Industrial - Santa Maria-RS
F: (55) 3222.7710
www.agrimec.com.br



No SPDP, em função do tráfego de máquinas e equipamentos e do não-revolvimento do solo, forma-se uma camada superficial com maior resistência



solo de forma radial, e a profundidade de dissipação dessa pressão é inversamente proporcional à resistência do solo. Se o solo estiver consolidado, como é o caso do SPDP, essa pressão se dissipa nas camadas superficiais do solo. Nos sistemas que envolvem revolvimento do solo, as pressões se aprofundam mais em função da menor resistência do solo. Isso explica o fato de dificilmente serem encontradas camadas compactadas em maior profundidade no SPDP, exceto quando ocorrer de forma residual do sistema de manejo empregado anteriormente.

Outro aspecto que deve ser considerado diz respeito à relação direta entre a profundidade de dissipação da pressão aplicada na superfície e a largura de aplicação desta, ou seja, quanto maior a largura, maior a profundidade de efeito. Assim, a redução do risco de compactação é efetivamente obtida quando se reduz a pressão aplicada por unidade de área, como seria o caso do aumento da área de contato (utilização de esteiras ou de pneus mais largos, duplos ou com menor pressão de inflação) mantendo-se o peso que deve ser suportado.

Nível crítico — O crescimento do sistema radicular da maioria das culturas é prejudicado quando a resistência à penetração atingir valores superiores a 2 Mega Pascal (MPa). Outra forma de se estimar o nível de compactação é por meio da determinação da densidade do solo, uma vez que existe uma relação

entre a densidade crítica para o desenvolvimento radicular e o teor de argila, determinada tanto pelo Intervalo Hídrico Ótimo como pela densidade restritiva ao crescimento radicular.

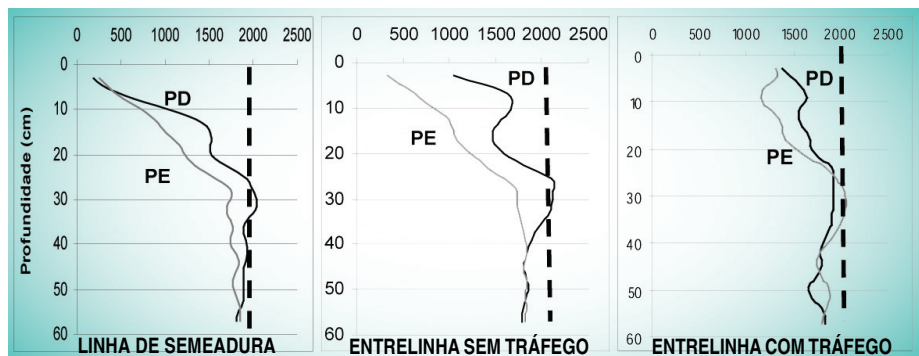
Densidade crítica a partir de dados de IHO (a) e a partir de restrições ao crescimento radicular (b), em função do teor de argila. Os números correspondem aos dados obtidos por diferentes autores. Fonte: Reichert et al., 2006 (modificado)

Além da resistência mecânica à penetração, também a maior retenção de água e a restrição ao livre fluxo de O_2 e CO_2 de e para a atmosfera podem se constituir em impedimento ao crescimento radicular. Uma maior retenção de água ocorre no solo compactado porque há predominância de micro e mesoporos, uma vez que os macroporos, responsáveis pela drenagem interna do

solo, são suprimidos pelo empacotamento das partículas.

O nível crítico de compactação também pode ser estimado por meio da resistência à penetração, determinada com o uso de penetrômetros. O perfil de resistência à penetração de uma lavoura permite diagnosticar a existência de camadas com restrição ao desenvolvimento radicular das culturas. Entre o SPDP e o solo preparado com escarificador + grade niveladora, a maior diferença de resistência à penetração é observada nas entrelinhas sem tráfego recente, onde o SPDP apresenta maior resistência (veja figura abaixo). No entanto, nas linhas de semeadura e nas entrelinhas com tráfego recente as diferenças são menores.

No primeiro caso isso é devido à ação do elemento sulcador da semeadora, com profundidade de ação de



Perfil de resistência à penetração do solo em três posições da lavoura, no sistema plantio direto (PD) e preparo com escarificador (PE), determinado em condições de umidade homogênea no perfil. Fonte: Veiga et al., 2007 (modificado)

aproximadamente 12 centímetros, que corta o solo e reduz a resistência à penetração nessa posição, independentemente do sistema de manejo. Na entrelinha com tráfego recente, a pressão exercida pelas rodas do trator promove compactação mais

acentuada no sistema escarificado, anulando o efeito do equipamento.

Soluções — A melhor solução para a compactação do solo no SPDP é evitá-la. Para isso, devem-se conhecer as propriedades mecânicas que conferem resistência do solo à compactação, as condições internas e externas do solo favoráveis à compactação e as características das máquinas, equipamentos e mesmo dos animais que trafegam sobre a lavoura.

A determinação da pressão de pré-consolidação das principais classes de solos de uma determinada região permitiria estimar qual a maior pressão que poderia ser aplicada sem provocar a deformação plástica do solo, auxiliando no dimensionamento da massa das máquinas e equipamentos e da área de contato dos rodados e/ou pressão de inflação dos pneus. No caso de risco de compactação, o uso de pneus duplos ou do tráfego controlado são formas eficientes de evitar a compactação generalizada da área.

O tráfego em condições de umidade favoráveis à compactação deve ser evitado, sendo que o maior potencial de compactação ocorre em

Sistema de manejo	Pressão de pré-consolidação (kPa)		
	5 cm	15 cm	Média
Plantio direto	76	105	90 a
Escarificação + gradagem	54	78	66 b
Aração + 2 gradagens	55	88	71 b

Fonte: Veiga et al., 2007 (adaptado)

uma faixa de umidade intermediária entre o solo seco e saturado. Este aspecto é difícil de ser considerado por ocasião da colheita, operação em que é empregada a máquina de maior massa e largura de pneus.

A presença de palha na superfície atenua o efeito da pressão aplicada sobre o solo, dissipando parte desta (Braida et al., 2006). Esse aspecto pode não ser de grande importância no caso de máquinas de maior porte, mas é fundamental para as áreas utilizadas com integração lavoura-pecuária. No caso dos animais, a presença de palha seca (resíduo) ou verde (pastagem) na superfície diminui a pressão exercida pelos cascos dos mesmos, atenuando a intensidade e a profundidade de compactação pelo pisoteio.

No caso da compactação estar presente na lavoura, a melhor estratégia para o SPDP é o uso de plantas recuperadoras do solo, cuja principal característica é a presença de sis-

tema radicular vigoroso, tanto pivotante (crotalária, guandu, girassol, etc.) como fasciculado (milho, milho, sorgo, etc.). Por ocasião da morte e decomposição das raízes, será estabelecido um sistema de porosidade contínua no sentido vertical, a mais eficiente para a drenagem interna do solo e para as trocas gasosas entre o solo e a atmosfera. O mesmo tipo de porosidade resulta da atividade biológica da mesofauna do solo (principalmente artrópodos e anelídeos), a qual é estimulada pela adição contínua de resíduos vegetais por meio de culturas comerciais e de plantas de cobertura do solo.

Deve-se salientar que a macroporosidade vertical produzida pela atividade biológica é mais estável do que aquela produzida pelo preparo do solo, em função de manter a quase totalidade do volume do solo com uma estrutura mais rígida e, consequentemente, mais resistente à deformação. ☒



Segundo Reinert, Reichert e Veiga (da esq. para dir.), no caso da compactação estar presente na lavoura, a melhor estratégia para o SPDP é o uso de plantas recuperadoras do solo