

Rev A - Ago 2009

Grande parte dos profissionais atuantes na agricultura brasileira entendem que a compactação do solo é um grande limitador da produtividade das lavouras. Isto ocorre devido a fatores como a diminuição de crescimento do sistema radicular e da capacidade de armazenamento de água nos solos. Este problema está presente em lavouras com semeadura direta, mas que fogem do conceito de “sistema de plantio direto”, em que nem mesmo o sistema de rotação de culturas é realizado. O penetroLOG se constitui em uma ferramenta de fácil uso, acessível e que apresenta resultados instantâneos e confiáveis.

Algumas vezes a difusão desta tecnologia foi dificultada por dúvidas sobre os parâmetros de níveis de compactação críticos, os quais determinam a adoção de algum manejo específico, em cada tipo de solo, que geravam dúvida no momento da medição. Este documento traz diversas informações para facilitar a adoção da tecnologia, reunindo os parâmetros para a avaliação de resultados.



Métodos de avaliação do estado físico do solo

Existem sintomas característicos e bem definidos gerados pela compactação do solo, como a emergência lenta de plantas, a frequência de plantas pequenas, o crescimento lateral de raízes, o sistema radicular pouco desenvolvido com presença acentuada de pelos absorventes e ainda plantas com a coloração alterada. No solo, observa-se o empoçamento de água e o aumento de necessidade de potência do maquinário. Porém, todas estas análises são qualitativas, chegando-se a conclusão apenas da existência ou não de camada compactada.

A obtenção de medidas quantitativas é muito importante, pois se torna viável medir a intensidade da compactação do solo, recomendando-se medidas de manejo mais coerentes, conservadoras e precisas. Com números, é possível comparar, arquivar e analisar. O comportamento e a ocorrência da camada compactada em áreas de lavoura é bastante variável, exigindo um grande número de amostras e de análises para se obter uma boa correlação com a realidade. A análise visual e sensitiva através da abertura de trincheiras pode vir a quantificar o problema, porém de forma intuitiva e, portanto, com resultados variáveis e pouco precisos.

Existem outras formas de se realizar uma análise quantitativa da situação física em que determinado solo se encontra, dentre elas a taxa de infiltração de água no solo e a avaliação da densidade do solo através da retirada de amostras indeformadas. Porém, operacionalmente, a taxa de infiltração de

água é demorada de ser medida e a retirada de amostras indeformadas para a determinação da densidade leva tempo para serem retiradas e terem seus resultados determinados em laboratório, dificultando a obtenção de um grande número de amostras.

Uma forma que melhor alia precisão com eficiência operacional para o levantamento de dados, é a resistência à penetração, que pode ser obtida com o penetroLOG ou suas versões automatizadas, o SoloStar e o SoloTrack.

Figura 1: SoloStar, a solução da Falker para medição de compactação do solo em grandes áreas.



A resistência à penetração possibilita uma boa correlação com taxa de crescimento radicular.

A pesquisa vem trabalhando há bastante tempo na tentativa de estabelecer níveis limites de compactação do solo, onde se inicia o comprometimento do desenvolvimento de raízes. Fazendo qualquer tipo de estudo ou revisão bibliográfica, verifica-se que ainda não existe um consenso a respeito dos valores, pois diversas variáveis influenciam na sua interpretação, entre elas o tipo de solo, o seu teor de umidade e a espécie cultivada.

Figura 2: Zonas com problema de compactação (em vermelho) coincidem com as áreas de menor produtividade



Níveis críticos de resistência a penetração

De uma maneira geral, todos os autores indicam que, com valores de 2000 kpa de resistência à penetração, em qualquer tipo de solo que se encontre em capacidade de campo, já existe restrições ao crescimento radicular. Porém, em solos com altos percentuais de argila (os solos conhecidos como pesados) é bastante comum de se encontrar níveis mais altos do que o citado anteriormente, mesmo quando este se encontra em sua condição natural de estrutura. Esta condição natural pode ser obtida em áreas testemunhas, que não sofram ação antrópica direta (abaixo de uma cerca, por exemplo, onde não existe circulação de máquinas, pessoas ou animais, ou áreas com vegetação nativa).

Cada uma das classes de solo possui uma densidade natural diferente, em função de sua origem, grau de intemperização e composição granulométrica. Esses fatores determinam solos com diferentes estruturas e organização de partículas.

Os valores de resistência à penetração críticos irão variar em função do tipo de solo e de planta, sendo que os valores críticos para o desenvolvimento das plantas serão diferentes para cada combinação de situação. Portanto, não se pode considerar que a raiz de planta de soja encontrará a mesma dificuldade para o seu desenvolvimento em dois solos com diferentes quantidades de argila e o mesmo valor de resistência a penetração.

Aliando as informações dos principais pesquisadores com o que tem se observado na prática, por meio de informações coletadas com empresas prestadoras de serviços e de assessoria agrônômica que realizam levantamento de dados e geram recomendações sobre o assunto, chegou-se às seguintes conclusões.

Níveis toleráveis são aqueles nos quais não existe perda de produtividade por causa da compactação. Níveis críticos são aqueles em que normalmente ocorrerão perdas pela compactação. Já os níveis intermediários são aqueles em que existe potencial para perdas de produtividade pela compactação, mas esta dependerá da associação com outros fatores, como podemos observar na tabela 1 e no gráfico da figura 3, que reúnem resumidamente estas informações:

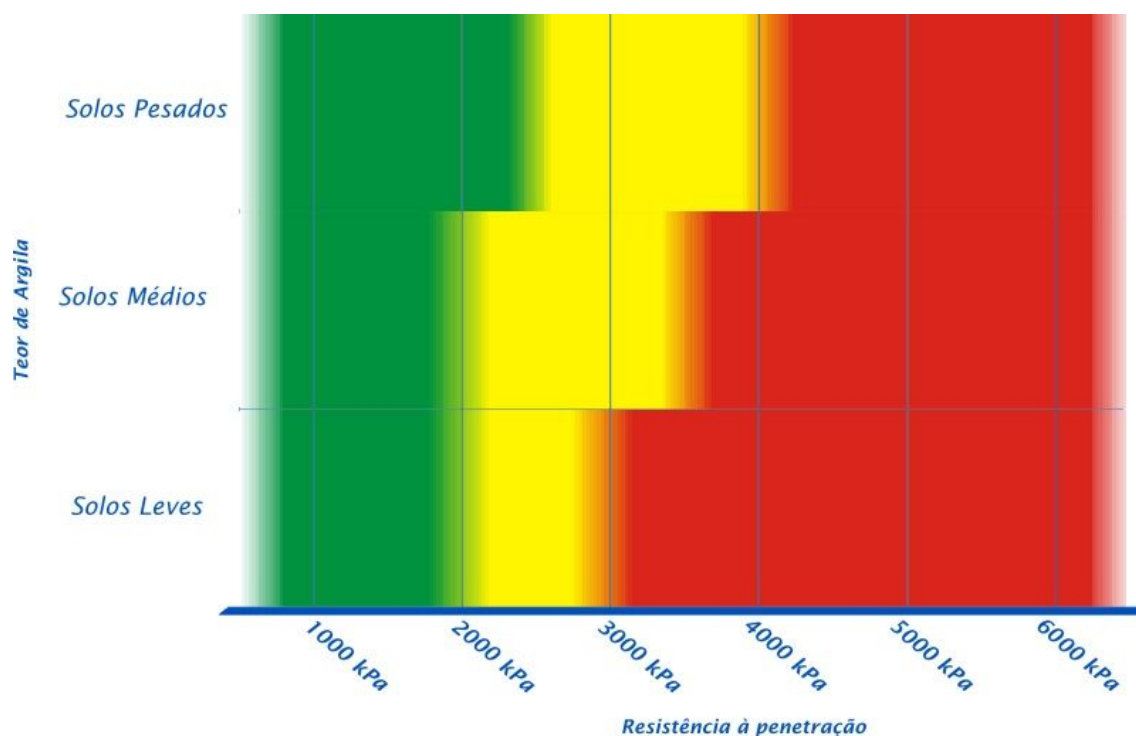
Tabela 1. Níveis críticos de compactação em função da classificação dos solos

Níveis de Compactação do Solo (Umidade de Capacidade de Campo)	Tipo de Solo		
	<i>Leves*</i>	<i>Médios*</i>	<i>Pesados*</i>
Nível Tolerável (Kpa)	Abaixo de 2000	Abaixo de 2000	Abaixo de 2500
Nível Intermediário (Kpa)	Entre 2500 e 3000	Entre 2000 e 3500	Entre 2500 e 4000
Nível Crítico (Kpa)	Acima de 3000	Acima de 3500	Acima de 4000

*Classificação em função do teor de argila segundo EMBRAPA

Solos leves: abaixo de 20%; Solos médios: entre 20% e 50%; Solos pesados: acima de 50%.

Figura 3: Gráfico demonstrando os níveis críticos de resistência à penetração em função das diferentes composições granulométricas dos solos.



Nota:

Os valores indicados tem em sua origem dados de pesquisa e práticas de campo. Podem apresentar variações dentro de uma mesma classe ou em razão de aspectos da física do solo. Devem ser usados como valores de referência, devendo cada caso ser analisado e interpretado por um engenheiro agrônomo, considerando particularidades locais.

Recomendações de manejo

Rotação de culturas

Em situações em que a compactação ainda não atingiu os níveis críticos, é recomendável o acompanhamento e o monitoramento mais intensos nestas áreas, além da adoção de manejos mais específicos. Estes manejos são justamente os recomendados pelo sistema plantio direto, que inclui uma boa rotação de culturas, que envolva raízes com características diferentes, ora fasciculadas, ora pivotantes. O uso do nabo forrageiro tem apresentado excelentes resultados.

Culturas de Cobertura

A matéria orgânica atua como estabilizadora da estrutura dos agregados do solo, através da liberação de agentes ligantes durante a sua decomposição. Com isso, justifica-se o incremento de matéria orgânica nos solos, através da manutenção de cobertura vegetal ou ainda pelo cultivo de determinadas espécies somente para o acúmulo de palhada na superfície.

Umidade do Solo e Pressão dos Pneus

Evitar trabalhar em solos excessivamente úmidos. É fundamental que a entrada de máquinas em áreas de produção seja efetuada em situações nas quais o solo se encontre num estado ótimo de umidade, chamado de friabilidade. Em algumas operações, como pulverizações e colheita, por exemplo, é frequente a sua execução em um momento onde o solo se encontra com excessiva umidade, no estado conhecido como plasticidade.

Figura 4: Pneus mal calibrados sobre solos úmidos formam uma perfeita combinação para compactar o solo.



Com relação aos pneus, não é recomendável uma calibração excessiva. Em calibração ideal aumenta-se a superfície de contato pneu-solo, diminuindo os riscos de se causar compactação, sem causar danos ao pneu. Pode-se ainda optar pela utilização de rodados duplos.

Tráfego Controlado

O tráfego controlado é a prática que consiste na passagem do maquinário sempre no mesmo local da lavoura. Está prática se torna cada vez mais viável, principalmente com a disseminação do uso de equipamentos como pilotos automáticos, além da padronização da bitola de tratores e demais implementos agrícolas. As vantagens são óbvias, incluindo redução de compactação na área total da lavoura e otimização de tração nas áreas compactadas, que são justamente os trilhos em que o rodado irá passar.

Planejamento de Colheita

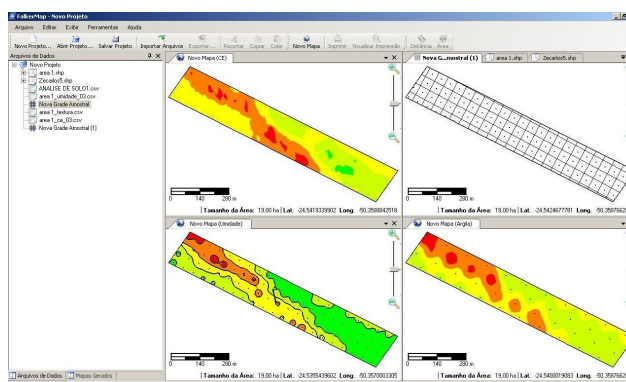
Uma das principais causas da compactação é o excessivo tráfego de vagões ou carroções para o transporte de grãos da colhedoras. Portanto, deve-se

realizar um bom planejamento de colheita, que tenha como objetivo a redução do número de viagens destes implementos em cima das áreas de lavoura.

Intervenção Mecânica

Através dos resultados quantitativos obtidos, pode-se chegar a uma série de conclusões que facilitam uma escolha do manejo mais correta possível. Situações extremas, onde a produtividade realmente é limitada pela compactação, exigem uma medida imediata, que atualmente somente é possível através do uso de subsoladores e escarificadores. Porém, o uso destes implementos agrícolas demandam um alto custo financeiro e energético. A grande vantagem de se medir a compactação é que, além da identificação de presença e da intensidade da camada compactada, é possível precisamente localizá-la no perfil do solo, permitindo uma ação mecânica, quando necessária, mais localizada, diminuindo os custos da subsolagem.

Figura 5: Mapas estratificados de compactação do solo auxiliam na decisão de manejos corretivos e preventivos.



Sugere-se normalmente uma intervenção mecânica inicial em apenas 5% da área mais compactada, até porque a manutenção da qualidade estrutural após a operação dependerá do manejo adotado nos anos e safras subsequentes. Normalmente, obtém-se no primeiro ano uma maior produtividade na área trabalhada, mas essa pode cair drasticamente nos anos subsequentes, se não adotadas técnicas de manejo conservacionista, em função de um readensamento do solo mais intenso do que o anterior. É muito importante adequar a escarificação para cada situação, levando em consideração fatores como, por exemplo, umidade do solo, profundidade e umidade de atuação.

Nota:

As recomendações acima se referem apenas as opções disponíveis a serem adotadas pelos produtores. A interpretação dos dados e a escolha de qualquer opção de manejo deve passar pela avaliação específica de um engenheiro agrônomo, considerando particularidades da área e relação da condição física do solo com todos outros aspectos do manejo da lavoura.

Referências

Monitoramento da compactação do solo em áreas de lavoura através do mapeamento da resistência à penetração. Santi,A.L.; Flora, L.P.D; Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007.

Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. AMADO, T. J. C. ; PONTELLI, C. B. ; SANTI, A. L. ; Viana ; Sulzbach . Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, p. 1101-1110, 2007. ;

A compactação pode comprometer os rendimentos de áreas sob plantio direto. AMADO, T. J. C. ; NICOLOSO, R. ; LANZANOVA, M. ; SANTI, A. L. ; LOVATO, T. . Revista Plantio Direto, Passo Fundo – RS, 05 out. 2005.

Eficiência do uso da água e sua influência na variabilidade do potencial produtivo das culturas. SANTI, A. L. ; AMADO, T. J. C. ; FLORA, L. P. D. . In: XXXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 2009, Porto Alegre/RS. XXXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul, 2009.

Determinação da permeabilidade do solo pelo método do Cornell Sprinkle Infiltrometer. SANTI, A. L. ; AMADO, T. J. C. ; SCHENATO, R. B. ; PIZZUTI, L. ; PES, L. J. . In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2006, Aracaju. Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2006.

Caracterização dos atributos do solo em zonas de manejo a partir do uso de instrumentos de agricultura de precisão. BELLÉ, G. L. ; AMADO, T. J. C. ; SANTI, A. L. ; PONTELLI, C. B. ; DELLAMEA, Ricardo Batista Cerezer . In: XV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2004, Santa Maria.

www.falker.com.br

suporte@falker.com.br