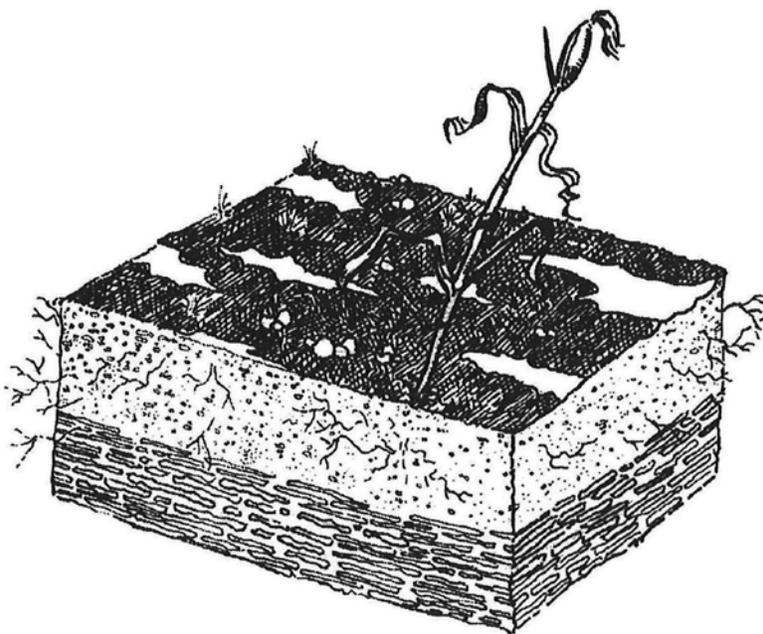


8

Compactação do Solo



Eleito Torres – Embrapa Soja

Odilon Ferreira Saraiva – Embrapa Soja

José Aloísio Alves Moreira – Embrapa Arroz e Feijão

Mário Artêmio Urchei – Embrapa Agropecuária Oeste

Luis Carlos Hernani – Embrapa Agropecuária Oeste

Celso de Almeida Gaudêncio – Embrapa Soja

Odo Primavesi – Embrapa Pecuária Sudeste

Cláudio Alberto Bento Franz – Embrapa Cerrados

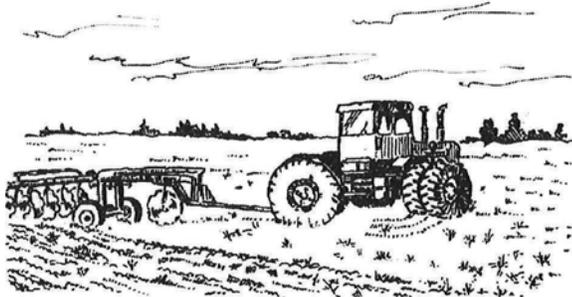
177 O que é compactação do solo?

A compactação do solo é, ao mesmo tempo, a redução da macroporosidade ou porosidade de aeração e o aumento da microporosidade, da densidade do solo e da resistência à penetração das raízes de plantas no solo, e resulta principalmente de atividades do homem. É um processo de dispersão ou rearranjo das partículas primárias (areia, silte e argila) do solo, causada por pisoteio animal, trânsito de máquinas ou impacto das gotas de chuva.

A compactação do solo ocorre ainda durante as operações de mobilização da superfície, em condições de umidade inadequada, com implementos de discos. Pode ser também originada, no sistema convencional de manejo, por inadequação da calagem cuja dose total recomendada para a camada se 0 cm a 20 cm foi incorporada (com grades) superficialmente, até 10 cm de profundidade.

Em SPD, o aparecimento de alguma compactação também pode ser observado, em virtude do processo de compressão causado por tráfego excessivo de máquinas e veículos, com solo em condições de umidade acima da ideal.

178 Por que não se pode implantar o SPD em solo compactado?



Porque a compactação pode dificultar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, diminuir a aeração do solo, alterando as condições físicas e químicas para o desenvolvimento de

microrganismos favoráveis às plantas, além de diminuir a taxa de infiltração, a permeabilidade do solo e o armazenamento de água no seu perfil. Essa situação deve ser evitada, principalmente nos solos argilosos, com baixos teores de matéria orgânica, e com histórico de compactação provocada pelo uso contínuo de grade pesada e niveladora.

Para iniciar o SPD, o solo deve estar devidamente descompactado pois, normalmente, esse sistema induz, nos primeiros anos, pequena compactação nos primeiros 10 cm superficiais. Entretanto, esse fato não influencia, necessariamente, o rendimento das culturas tendendo a reduzir-se, com o tempo, até tornar-se desprezível.

179

Quais os métodos para diagnosticar problemas de compactação do solo?

Antes de iniciar o SPD:

- Por observação visual no campo, procurando identificar ocorrências de erosão, encrostamento superficial, plantas com germinação desuniforme e com falhas, desenvolvimento vegetativo abaixo do esperado, baixa produtividade, grande incidência de plantas daninhas.
- Por observação em pequenas trincheiras introduzindo, numa das faces do perfil, um instrumento pontiagudo (canivete ou faca) para identificar camadas mais endurecidas, associa das à presença de raízes pivotantes retorcidas.
- Pelo uso de equipamentos como penetrômetro de impacto, pás, enxadas ou estiletes de ferro que, ao serem introduzidos no solo, podem identificar camadas compactadas e a profundidade de ocorrência em virtude da variação de resistência à penetração.

180

Como deve ser preparada a área para implantação do SPD?

Identificada a compactação e sua profundidade de ocorrência mais comum, a área deve ser submetida a uma escarificação (os

escarificadores podem atuar efetivamente até 30 cm de profundidade). Quando a área necessita também de correções químicas (calagem), recomenda-se que o corretivo (calcário) seja devidamente incorporado com grades e arados pesados, fazendo-se, simultaneamente, a descompactação.

Essas operações devem ser realizadas após a cultura de verão, especialmente na Região do Cerrado. Nessa ocasião, também devem ser corrigidos os sulcos provocados por erosão, usando-se arados e grades, a fim de efetuar o nivelamento da superfície do solo.

Após as correções físicas e químicas, o solo não deve ser mais revolvido, mas mantido sempre coberto com palha e, sempre que possível, também com culturas em desenvolvimento. Recomenda-se, inclusive, que após a escarificação, por exemplo, a área seja semeada com cultura de sistema radicular agressivo (aveia, centeio, milheto, entre outras), em alta densidade de semeadura, para proporcionar intenso crescimento de raízes, especialmente nas camadas anteriormente compactadas, para que as próprias raízes sirvam de obstáculo ao retorno natural do solo à situação de compactação anterior, pelos processos de umedecimento e secagem.

Essa cultura deve ser manejada o mais tardiamente possível, com vistas à manutenção de todos os seus resíduos sobre a superfície, até a semeadura da cultura subsequente.

181

Com a calagem antes do início do SPD ou durante sua condução, na chamada calagem de manutenção, pode ocorrer desagregação do solo e conseqüente compactação?

O início do SPD deve ser planejado de tal forma que, em caso de necessidade, sejam realizadas previamente a descompactação ou calagem. Se essas operações forem realizadas conforme as recomendações, não provocarão nenhum efeito

negativo posterior. Dessa forma, a calagem também não deve provocar dispersão significativa de argila, desagregação ou formação de camadas compactadas.

Quando o SPD estiver instalado e sendo conduzido conforme as recomendações, se houver necessidade de correção, o calcário pode ser perfeitamente aplicado a lanço e sem incorporação.

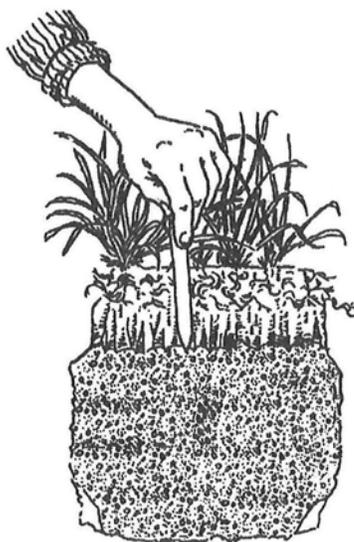
182 Quando se devem avaliar aspectos ligados à compactação?

Sempre que houver problemas de produtividade não explicados por outras causas.

183 Como diagnosticar e solucionar um problema real de compactação do solo no SPD em condução?

Em se tratando de SPD em condução, para diagnosticar se o adensamento está realmente prejudicando as culturas ou glebas específicas, devem ser considerados os seguintes pontos:

- Histórico da produtividade da área (tendência).
- Caracterizado o decréscimo de produtividade, verificar se esse decréscimo não é causado por problemas climáticos, por pragas ou doenças, por deficiência hídrica ou de nutrientes, por acidez do solo, e por exigência termofotoperiódica das cultivares ou híbridos.



- Considerar também a evolução de fendas, fissuras e canalículos, e a ocorrência neles, de deslocamento de argilas da superfície (etuviação) e o desenvolvimento de raízes para as camadas mais profundas.
- Excluídas todas as possibilidades, verificar o efeito da compactação in loco, por meio de diagnóstico em trincheiras, associando dados de resistência do solo (verificando a profundidade e intensidade, usando penetrometria ou um instrumento pontiagudo) à distribuição de raízes no perfil do solo.
- Se for definido que o impedimento mecânico ou adensamento do solo é a causa real do decréscimo de produtividade, definir o procedimento para a descompactação. Para isso, pode-se adotar o cultivo, durante uma ou mais safras, de culturas capazes de romper camadas compactadas (milheto, guandu, nabo-forageiro) associadas a outras de sistema radicular agressivo e abundante como aveias e centeio. Além disso, pode-se utilizar escarificadores, cuja operação deve ser seguida imediatamente do cultivo de plantas com sistema radicular agressivo e abundante (aveia, milheto, centeio e braquiária).

184

Como utilizar penetrômetros ou outros equipamentos semelhantes?

Penetrômetros são aparelhos destinados a medir a resistência à penetração de uma sonda introduzida no solo, para identificar e avaliar sua compactação. Para que essa avaliação seja precisa, deve-se efetuar a determinação da umidade do solo no momento do teste.

O solo deve estar, de forma uniforme, no estado de friabilidade, isto é, com teor de umidade próximo ao da capacidade de campo podendo-se, nesse caso, desprezar a determinação da umidade. Avaliações feitas com o solo em estado de umidade mais elevada podem subestimar a compactação. Por sua vez, se o solo estiver muito seco, sua resistência pode ser superestimada.

As avaliações realizadas com esses equipamentos são de caráter comparativo, não sendo recomendada a utilização dos resultados para monitoramento ao longo de safras.

185

Solos de textura mista ou mais arenosa podem apresentar problemas de compactação?

Sim, mas de magnitude menor que aquelas que ocorrem em solos argilosos. Normalmente, os solos argilosos são os que tendem a apresentar maiores problemas de compactação quando mal manejados, porque suas partículas pequenas dispersas podem se encaixar nos espaços formados entre as partículas maiores e microagregados, reduzindo a macroporosidade.

186

Qual o valor-limite de compactação do solo para as principais culturas?

Em lavouras extensivas, é difícil estabelecer valores de densidade global ou de resistência do solo, a partir dos quais ocorre decréscimo de produtividade das culturas. São vários fatores envolvidos e estes variam a uma dada condição de compactação do solo, de ano para ano, em função das condições de clima, principalmente do regime de distribuição de chuvas.

O clima faz com que um mesmo tipo de solo, mantido num mesmo nível de compactação, apresente a cada ano, condições diferentes de resistência, trocas gasosas, temperatura, armazenamento de água, etc., que podem ou não prejudicar o desenvolvimento das culturas. Dessa maneira, um nível de compactação, crítico em determinado ano, pode não ser no outro, principalmente se o nível de compactação estiver no limite determinante de aparecimento de problemas.

A compactação muito intensa afeta o desenvolvimento das culturas em qualquer condição de clima. Porém, de maneira geral, para os solos muito argilosos (acima de 60% de argila), valores de

densidade global acima de 1,30 g/cm³ podem afetar a produtividade, principalmente da soja. Esses valores críticos variam ainda de acordo com a cultura, sendo que soja, feijão e milho são mais tolerantes à compactação do que o arroz. Entretanto, somente a produtividade pode realmente indicar se uma dada compactação é ou não o fator mais limitante de uma planta ou do sistema.

187

Uma vez constatada a compactação do solo, que procedimentos devem ser adotados?

Se a compactação for realmente o fator limitante à produtividade e se o agricultor conduz o SPD de forma correta, ou seja, se a rotação de culturas (envolvendo culturas com sistema radicular agressivo, pivotante e abundante) não resolve o problema, existem outras alternativas:

- Utilização de semeadoras dotadas de facões dispostos imediatamente após os discos de corte que fazem a descompactação do solo somente na linha de semeadura.
- Utilização de escarificadores cujo formato das hastes permita que a camada compactada seja rompida sem afetar o nivelamento do terreno.
- Utilizar veículos e equipamentos menos pesados, com rodados mais largos, trafegando apenas com solo tendendo a seco ou com a umidade abaixo da correspondente à do solo friável, em locais previamente definidos e controlados.

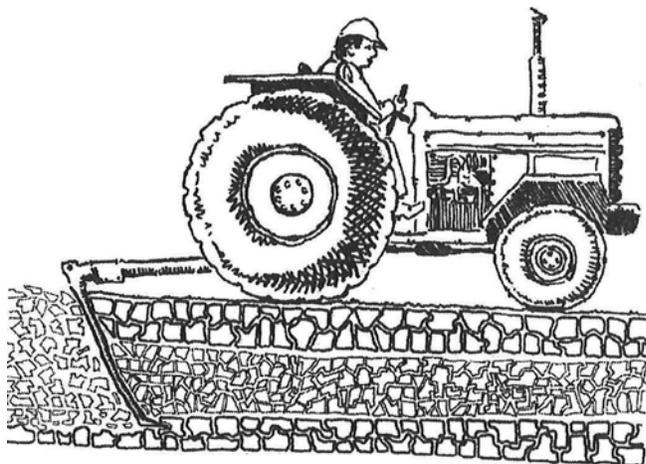
188

Como utilizar corretamente os escarificadores?

No SPD, o uso de implementos como escarificador deve ser feito apenas em último caso. A eficiência desses equipamentos é aumentada quando utilizados em solo tendendo a seco ou com baixo teor de umidade. Como requerem muita energia para serem tracionados (cerca de 10 HP por haste), deve ser identificada a profundidade da camada compactada para que o equipamento não

trabalhe além da profundidade necessária. Sugere-se que o espaçamento entre as hastes seja de uma a uma vez e meia a profundidade de trabalho.

Em se tratando de SPD, quando realmente for o caso, os escarificadores devem possuir um formato de hastes que permita a descompactação sem afetar o nivelamento do terreno e a cobertura do solo, permitindo assim a realização normal da semeadura. O uso de ponteiras estreitas contribui para que o revolvimento do terreno seja o menor possível e não haja compactação do solo na profundidade de atuação do escarificador.



189

Qual o melhor momento para realizar a descompactação mecânica?

Uma vez identificado o problema, a descompactação deve ser feita preferencialmente quando o solo estiver tendendo a seco ou com baixo teor de umidade. Nessas condições, a eficiência do equipamento para quebrar a camada compactada é maior. A operação de descompactação do solo pode ser feita após a cultura da soja ou de outra cultura que deixe pouco volume de palha sobre a superfície do terreno, e antes da semeadura do trigo ou aveia ou de outra cultura pouco exigente para germinar (boa agressividade de germinação em condições não muito favoráveis).

190

Que procedimento deve ser adotado após a descompactação com implementos mecânicos?

Deve-se prevenir compactações futuras, adotando-se, de imediato, o cultivo durante uma ou mais safras de culturas capazes de romper camadas compactadas (milheto, guandu e nabo-forrageiro) associadas a outras de sistema radicular agressivo e abundante como aveias e centeio. Além disso, o sistema de rotação de culturas deve envolver as culturas acima relacionadas, e as operações com implementos ou que envolvam tráfego devem ser realizadas quando o solo não estiver muito úmido.

191

Em camadas mais profundas, com mais de 30 cm, também ocorre compactação?

Por não revolver o solo e ser submetido constantemente ao tráfego de máquinas, o SPD apresenta, geralmente, uma elevação da densidade do solo na camada superficial que, sob condições normais, não causa problema algum e isso pode ser resolvido facilmente pela própria semeadora. Entretanto, se o SPD for mal conduzido (ausência de rotação de culturas, de cobertura adequada do solo), pode ocorrer compactação até em camada mais profunda, o que seria prejudicial ao sistema. Em geral, tem sido notada alguma compactação entre 8 cm e 15 cm de profundidade, mas não a profundidades maiores.

192

O SPD provoca compactação do solo?

Não. O que se verifica, muitas vezes, é um aumento da firmeza do solo na sua camada mais superficial, quando este se encontra com pouca umidade. No entanto, em função da forte presença de material orgânico nesta camada, ocorre intensa atividade biológica, com o desenvolvimento de raízes, formação de canais e fendas, que possibilitam as trocas gasosas, fluxo de água e o crescimento

normal das plantas. Um adequado planejamento de rotação de culturas e o emprego de práticas que evitem a compactação podem levar a um SPD sem problemas. O controle do tráfego, por exemplo, pode minimizar significativamente a intensidade e a extensão do problema provocado pelo movimento intensivo de máquinas.

193

O SPD bem conduzido, com adequada cobertura de palha produzida por um sistema de rotação de culturas diversificadas, cujos sistemas radiculares apresentem diferentes efeitos sobre a qualidade estrutural do solo, pode dispensar completamente o uso do pé-de-pato?

Provavelmente, sim. Porém, o monitoramento do sistema é a melhor maneira de se ter certeza.

194

É possível evitar a compactação do solo em SPD?

Se adequadamente implantado e bem manejado por um correto sistema de rotação de culturas, apesar de haver sempre pequeno aumento na densidade do solo da camada superficial (0 cm a 10 cm), não devem ocorrer problemas de compactação que limitem a produção. No entanto, se o SPD for mal manejado, esse problema pode surgir logo nos primeiros anos de implantação e ser agravado de forma a influenciar os rendimentos das culturas. Alguns cuidados podem ser tomados para evitar a compactação, como:

- Planejar a utilização das máquinas agrícolas para conjugar operações.
- Evitar o uso de máquinas pesadas.
- Dotar as máquinas e implementos de pneus apropriados ao SPD.
- Não trabalhar com o solo muito molhado.
- Controlar o tráfego por meio da sistematização das vias de deslocamento pela área.
- Manter palha farta sobre a superfície do solo.

195

Após alguns anos de cultivo em SPD, poderá ocorrer compactação do solo?

A compactação é basicamente resultado do manejo que se confere ao sistema agrícola. Um sistema mal manejado pode provocar a compactação do solo logo no primeiro ano de adoção. Para evitar a ocorrência de compactação, deve-se considerar as respostas às questões anteriores.

196

No SPD, a descompactação é feita apenas com escarificador ou existem outras alternativas?

A compactação que afeta negativamente a produtividade sempre deve ser evitada. A melhor forma de atuar preventivamente ou desfazer os possíveis adensamentos não é por meios mecânicos, mas por meios biológicos. É a presença de sistemas radiculares agressivos em processo de crescimento ou desenvolvimento que ativam os microrganismos, criam espaços entre as partículas, produzem agregados porosos, transformam-se em caminhos preferenciais de outros sistemas radiculares, e funcionam como amortecedores aos processos geradores de adensamento, melhorando a dinâmica do ar e da água, no solo.

197

Em sistema integrado com pecuária, o problema de compactação do solo é maior?

Em sistemas integrados, com manejo adequado dos animais e divisão do pasto em piquetes rotacionados, não deve ocorrer problema de aumento da compactação do solo. Entretanto, a magnitude ou a intensidade desse problema depende não só do manejo do gado, mas também da quantidade e da qualidade da cobertura do solo.

198

Em sistemas integrados com a pecuária, é possível a produção de silagem sem causar compactação no solo?

A produção de silagem pode ocasionar encrostamento e adensamento na camada superficial, caso seja utilizada por vários anos seguidos. A rotação de culturas é o caminho e a solução do problema.

199

A descompactação biológica pelas raízes de plantas é viável?

Sim, existem experimentos mostrando isso. Para evitar a compactação, deve-se utilizar espécies anuais e semiperenes, forrageiras ou não. Porém, não se deve esperar que essas plantas resolvam todos os problemas sozinhas. É preciso complementar sua ação com outras práticas.

200

Quais espécies apresentam potencial de uso para descompactação do solo?

Podem ser citadas as crotalárias em geral, o guandu, o tremoço, o nabo-forrageiro e especialmente as gramíneas como aveia-preta, milho e todas as forrageiras perenes, que atuam de forma especial na formação de agregados.

201

Como usar as espécies vegetais capazes de romper camadas compactadas e melhorar a estrutura do solo?

Essas culturas devem compor sistemas de rotação de culturas de forma planejada e duradoura, de acordo com a recomendação para



cada região, observando-se a densidade e a época de semeadura. Quando possível, pode-se adotar também os cultivos consorciados tipo milho+leguminosas (mucuna-preta, guandu, leucena, etc.) que também apresentam os efeitos desejados.

202 **Raízes de soja que se desenvolvem de forma retorcida, em área de SPD, podem indicar a existência de compactação do solo?**

A raiz, crescendo de forma retorcida, indica que encontrou uma estrutura com resistência maior do que sua habilidade em transpor esse obstáculo e isso pode ocorrer em qualquer sistema, até mesmo em solos preparados com escarificador.

O que é necessário saber é se a camada adensada eventualmente presente no SPD está realmente impedindo que as raízes a transponham, influenciando a absorção de água e nutrientes e a boa troca gasosa com o ambiente e se, finalmente, estaria induzindo quebra de produtividade. Vale lembrar que, com o passar dos anos, essa camada torna-se mais maleável, surgindo estruturas de menor resistência que permitem que as raízes a transponham e se desenvolvam até camadas mais profundas.

203 **Como as raízes podem transpor pequenos indícios de compactação?**

A extremidade das raízes em crescimento exerce pressão sobre o solo e com isso, muitas vezes, pode ultrapassar poros de diâmetro menor que o seu próprio. Como são sensíveis à baixa pressão de resistência do solo, elas podem recurvar-se e se desenvolver horizontalmente até encontrar camadas com poros de menor resistência e, assim, desenvolver-se verticalmente, distribuindo-se no perfil do solo. O crescimento radicular pode ser diminuído ou inexistir quando a pressão hidrostática de suas células não for capaz de vencer a resistência oferecida pelas camadas adensadas do solo.

A habilidade das raízes em transpor camadas com indícios de compactação varia entre as espécies. Em solos compactados, além de terem a taxa de crescimento afetada, as raízes podem ter seu formato modificado, tornando-se mais grossas ou achatadas. Quando o solo estiver seco, apresenta rigidez de poros, o que impede o deslizamento de uma partícula sobre outra para dar passagem à raiz, mesmo na presença de compactação muito pequena. Em solo encharcado, devido à falta de oxigênio (ar), a raiz também pode falhar na transposição de compactações.

204 A existência de canais de raízes decompostas e de organismos do solo é suficiente para o bom crescimento radicular e a boa permeabilidade do solo?

Depende da quantidade dos canais, pois quanto maior sua quantidade, maior a facilidade de penetração do sistema radicular e melhor a dinâmica do ar e da água no perfil de solo. A presença desses canais é uma das vantagens do SPD que, sendo conduzido adequadamente (com sistemas de rotação de culturas que possam suprir a necessidade de cobertura e aumentar a matéria orgânica e a atividade biológica do solo) apresenta grande quantidade de canais que possibilitam o perfeito crescimento de raízes e altos rendimentos das culturas.

205 No SPD, as operações mecanizadas podem ser realizadas em solo úmido?

Depende de quão úmido estiver o solo. Trabalhar com o solo muito molhado acarreta compactação. No SPD, o solo não pulverizado e completamente coberto com palha proporciona maior trafegabilidade em condições de umidade mais elevada. Entretanto, o tráfego intenso pode provocar adensamentos superficiais. Assim, tanto no SPD, quanto no convencional, recomenda-se trabalhar o solo, sempre que possível, em condições de menor umidade.

206

É possível descompactar o solo mecanicamente e continuar com o SPD?

Nada impede que o solo descompactado volte a ser utilizado no SPD, desde que o processo de descompactação seja adequadamente efetuado com equipamentos (escarificadores) bem regulados, com hastes finas e ponteiros estreitos, de tal forma que revolvam o mínimo possível, mantendo a maior parte de sua cobertura sobre a superfície do solo.

207

Qual o valor limite de umidade do solo que permite realizar operações mecânicas sem causar compactação?

Quanto mais seco estiver o solo ao serem realizados a semeadura e o trânsito de máquinas, menor a compactação (essa é a regra geral). Por sua vez, o estabelecimento de percentagem de umidade para definir a umidade friável ou seca, depende de cada solo. Normalmente, esse limite está abaixo do teor de água do solo na capacidade de campo.

208

No SPD, qual a periodicidade de práticas de descompactação do solo?

Teoricamente, o solo não deve compactar em níveis que necessite ser descompactado, se o manejo de espécies rotacionadas e o retorno de material orgânico forem adequados. Compactação exagerada é indicador de falha na condução do SPD.