

**Práticas Conservacionistas
Adensamento e/ou compactação do solo**

Maria Sonia Lopes da Silva

1. INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural que dá suporte a toda cobertura vegetal da terra, sem a qual os seres vivos não poderiam existir. Ele é o meio que faz com que água, ar, nutrientes, luz e calor trabalhem juntos para permitir o crescimento das plantas terrestres. As plantas desenvolvidas no solo suprem a maior parte das necessidades alimentares do homem e dos animais, o que o torna na principal fonte para a produção de alimentos na terra.

É o recurso natural mais precioso de qualquer propriedade rural, especialmente porque é ele que garante o desenvolvimento e dá suporte aos demais (água, planta e fauna). Este conceito não tem sido assimilado integralmente e, como consequência, ao longo dos anos tem-se solo que pode se tornar menos produtivo, devido ao seu uso inadequado (Souza Cruz, 1995).

Não há diferença em importância entre os recursos naturais essenciais à vida na terra, entretanto, há uma diferença definida no que diz respeito à destruição dos mesmos, especialmente em relação ao solo, devido o acelerado processo de degradação que o mesmo poderá vir a sofrer quando mal utilizado pelo homem, resultando em elevadas perdas de solo. Quando um solo é perdido de uma dada gleba de terra, necessita-se de mais tempo do que dispõe o ser humano para um novo solo ser desenvolvido. Diante deste fato muitos estudiosos afirmam que “o solo deve ser considerado como um recurso natural não renovável”.

Os problemas relacionados com a utilização e conservação do solo têm alcançado índices alarmantes, chegando a impressionar e, felizmente, despertar a consciência da sociedade, mobilizando órgãos públicos municipais, federais e empresas privadas da região do Vale de São Francisco. Permitindo, estimar a magnitude do problema e reconhecer sua gravidade em função dos efeitos sobre as populações, buscando por conseqüente, soluções adequadas que proporcionarão a esta região participação mais efetiva na produção agrícola nacional.

2. CONCEITOS BÁSICOS

Conceitos básicos sobre alguns termos usados na ciência do solo e sobre algumas características diagnosticas deste são importantes lembrar quando se quer produzir sem degradar. A interpretação correta destes é de fundamental importância para o melhor

entendimento, definição e estabelecimento de práticas de manejo e conservação do solo que, ao mesmo tempo, objetivem aumentar a produtividade agrícola e conservar os recursos naturais. Os conceitos aqui transcritos serão segundo o "Resource Conservation Glossary" da Sociedade Americana de Conservação do Solo, edição de 1982 e o Vocabulário de Ciência do Solo.

- **Ambiente:** "o somatório de todas as condições externas que podem agir sobre um organismo ou comunidade para influenciar seu desenvolvimento ou existência"
- **Recursos naturais:** "recursos que ocorrem naturalmente e são necessários a um organismo ou população, os quais, devido o aumento na sua disponibilidade até um nível máximo ou suficiente, permitem uma taxa aumentada de conversão de energia".
- **Recursos naturais renováveis:** "recursos naturais que podem ser contínua e naturalmente repostos no decurso de eventos naturais dentro dos limites de tempo para o ser humano".
- **Recursos naturais não renováveis:** "recursos naturais que não são contínua e naturalmente repostos no decurso de eventos naturais nos limites de tempo para o ser humano".
- **Terra:** "todo o complexo de atributos de superfície e próximos à superfície da porção sólida da crosta terrestre, os quais são importantes para o homem, incluindo, em alguns sistemas de classificação da terra, os corpos de água existentes dentro das massas de terra".
- **Solo:** "material inorgânico e orgânico não consolidado imediatamente na superfície da crosta terrestre, o qual serve de meio natural para o crescimento das plantas terrestres".
- **Manejo da terra:** "relacionado às classes de capacidade de uso ou aptidão agrícola da terra; tipos de uso da terra, tais como terras de floresta, pastagem, culturas anuais, etc.".
- **Manejo do solo:** "o somatório de todas as operações de preparo do solo, calagem, adubação, semeadura, práticas culturais, colheita e outros tratamentos conduzidos sobre, ou aplicados ao, solo para a produção de plantas".
- **Conservação do solo:** "o uso da terra, dentro dos limites de praticabilidade econômica, de acordo com suas capacidades e necessidades para mantê-lo permanentemente produtivo".
- **Morfologia do solo:** "Estudo e descrição das principais características que o solo apresenta, sendo estas visíveis ou sentidas através do manuseio e sensação ao tato,

como por exemplo, a cor é visível e a textura é descrita conforme a sensação ao tato. Além disso, na morfologia descreve-se, também, as formas externas, como relevo, pedregosidade, drenagem, etc”.

- **Degradação do solo:** “Mudança de um solo a uma condição mais lixiviada e intemperizada que a presente em condições normais, usualmente acompanhada por mudanças morfológicas”.
- **Intemperismo:** Conjunto de processos físicos, químicos e biológicos, que atuam sobre as rochas e minerais, desagregando-os e decompondo-os quimicamente.
- **Adensamento do solo:** Fenômeno acarretado por processos físicos e químicos resultantes de causas naturais ou antrópica.
- **Compactação do solo:** Resulta da ação antrópica proveniente de meios mecânicos pela aplicação de pressão.
- **Cimentação:** “Solo endurecido; tendo uma consistência dura e quebradiça, devido a que as partículas são mantidas juntas por substâncias cimentantes tais como húmus, CaCO_3 ou óxidos de ferro, silício e alumínio”.

3. PRÁTICAS DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Os solos da região do Submédio São Francisco apresentam, em geral, baixo teor de matéria orgânica, alta densidade do solo, baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e baixa retenção de umidade. Aliado a estes problemas de deficiência do solo tem-se a instabilidade climática, representada mais pela irregularidade de distribuição das chuvas do que por sua escassez, que se constitui no principal obstáculo à estabilização da produção de alimentos no Nordeste, principalmente em áreas dependentes de chuva. Um outro problema sério na região é a elevada taxa de evapotranspiração, influenciada pelas altas temperaturas. Em decorrência destas características de solo e de clima, da região, se faz necessário o emprego de técnicas racionais de manejo do solo e da água como medidas conservacionista capazes de aumentar a capacidade produtiva destes.

Os problemas advindos do uso contínuo e intensivo do solo, na região do Submédio São Francisco, devem ser enfrentados de forma global e integrados, almejando uma exploração agrícola mais produtiva, onde se procure evitar o desgaste e empobrecimento do solo nas diversas fases e formas, através de práticas que aumentem a infiltração da água no perfil do solo, que intensifiquem a cobertura vegetal, seja ela viva ou morta, e que reduzam a evaporação e escoamento superficial. Assim, obtêm-se como reflexo uma

melhoria da quantidade e da qualidade da água, além da preservação da vida silvestre (flora e fauna) e melhoria do meio ambiente.

Nos sistemas agrícolas do Vale São Francisco, a manutenção ou recuperação da capacidade produtiva do solo pode ser alcançada pela utilização de métodos de preparo com pequeno revolvimento e por sistemas de cultura com alta adição de resíduos vegetais, resultando, respectivamente, em menores taxas de perda e maiores taxas de adição de matéria orgânica ao sistema solo.

3.1. Cobertura Vegetal (viva)

A cobertura vegetal é uma prática conservacionista de manejo do solo propícia a região do Vale São Francisco por sua eficiente capacidade de reduzir a desagregação do solo pela redução da energia de impacto das gotas de chuva na superfície; por aumentar a infiltração da água no perfil do solo, por diminuir o deflúvio superficial, implicando na redução da capacidade de desagregação e transporte de sedimentos; por diminuir a evaporação da água; por elevar a capacidade de armazenamento de água, proporcionando crescimento da produção vegetal e redução dos riscos de produção durante os veranicos; por controlar o escoamento superficial e conseqüentemente reduzir o desgaste do solo pelo processo erosivo, com redução da poluição dos mananciais por sedimentos ou insumos agrícolas; por ser eficiente em romper camadas compactadas, a depender da espécie utilizada (Lombardi Neto, 1994).

3.2. Cobertura com resíduos vegetais

A cobertura do solo com resíduos vegetais é outra prática conservacionista eficiente na região. É um manejo que os produtores da região estão adotando com bastante sucesso. Constitui uma prática de manejo eficiente no controle da erosão e no aumento de produtividade das culturas. Antigamente, essa tecnologia era aplicável apenas em pequenas áreas, hoje, principalmente, na viticultura, já está sendo usada com material produzido no próprio local, apresentando vantagens econômicas para o produtor, o que está contribuindo para uma tendência de expansão em outras frutíferas, como por exemplo, a manga. Similarmente a cobertura viva, a cobertura morta com resíduos vegetais protege o solo do impacto das gotas de chuva; aumenta a infiltração da água;

reduz a temperatura do solo; incorpora matéria orgânica e melhora a estrutura (Lombardi Neto, 1994; Mielniczuk, 1999).

3.3. Rotação de culturas

Esta prática conservacionista, entre outras vantagens proporciona um aumento da cobertura vegetal de diversas formas (Bayer et al., 1994):

- Alternância de culturas que produzam maior quantidade de biomassa, diferentes velocidades de crescimento e de espaçamento variáveis, proporcionando uma variação na cobertura vegetal do solo, o que não ocorre nas monoculturas;
- Uso de culturas plantadas em épocas que proporcionam maior cobertura vegetal do solo em períodos críticos;
- Alternância de culturas que produzam resíduos com relação C/N mais elevada com outras de fácil decomposição.

Na introdução das culturas, é importante levar em consideração:

- Estrutura de produção, para que se possa usar as mesmas máquinas e infra-estrutura já existente na propriedade agrícola;
- Tradição e experiência do agricultor na cultura;
- Mercado e preços aceitáveis para os produtos, assim, como infra-estrutura de comercialização (cooperativas, agroindústrias, etc.) presentes na região;
- Seqüência de rotação que proporcione ao agricultor ganho de produtividades e/ou redução dos custos de produção, com menor necessidade de uso de defensivos, herbicidas e fertilizantes.

4. ADENSAMENTO E/OU COMPACTAÇÃO DO SOLO

Os Perímetros Irrigados do Vale São Francisco caracteriza-se pela produção de frutas frescas para exportação. Nestas áreas, verifica-se uma exploração agrícola contínua e intensiva com uso excessivo de tráfego de máquinas, o que freqüentemente colabora com a intensificação do processo de adensamento, peculiar nessas áreas e, com a compactação em camadas subsuperficiais do solo que segundo alguns estudos representa 80% dos solos da região, chegando a comprometer de 50-70% da produção das culturas, constituindo-se em importantes fatores limitantes ao desenvolvimento das

plantas por proporcionar alterações no arrançamento das partículas do solo (estrutura), diminuindo o volume de seus poros, aumentando sua densidade e a resistência mecânica à penetração de raízes. Indiretamente, tal problema proporciona modificações na temperatura e aeração do solo, infiltração e condutividade da água, afetando também atributos químicos (disponibilidade de nutrientes), biológicos (condições do solo para desenvolvimento de microorganismos) e a região ocupada pelas raízes (rizosfera). Em decorrência, há uma significativa perda de produtividade dos solos (Camargo e Alleoni, 1997).

4.1. Formação de camadas adensadas

A formação das camadas de solos adensadas e/ou compactadas é proveniente de alguns processos de formação do solo: *Processos pedogenéticos e Processos geológicos/sedimentológicos.*

4.1. 1. Processos pedogenéticos

São processos físicos e químicos que atuam em condições específicas, originando solos com características definidas. A ação e intensidade desses processos são condicionadas pelos fatores de formação do solo (material de origem, clima, relevo, microrganismo e tempo). Os principais processos atuantes no adensamento dos solos da região semi-árida do Nordeste, segundo estudos efetuados por Silva (2000), são:

- **Umedecimento e Secagem**

O processo de adensamento resultante da alternância de umedecimento e secagem é um fenômeno comum na região do Submédio do Vale de São Francisco. Inicialmente, em condições de umidade, os agregados aproximam-se uns dos outros, diminuindo ligeiramente a porosidade, induzida pelas novas condições impostas pelos ciclos alternados de umedecimento e secagem. À medida que esse processo progride, os pequenos agregados aglomeram-se, diminuindo ainda mais a porosidade, resultando na formação de camada adensada permanente. No período seco as frações finas podem ser depositadas em poros ou canais, assim, interrompendo fluxos de água e elevando a densidade do solo. As rachaduras resultantes de ciclos repetidos de umedecimento e

secagem são preenchidas por agregados e/ou partículas primárias (areia, silte e argila) transportadas de horizontes superiores, proporcionando acréscimos na densidade do solo e conseqüente redução do espaço poroso (Moniz, 1996)

• Dispersão e eluviação/iluviação

O processo de eluviação/iluviação consiste do transporte em suspensão da argila (principalmente a argila fina), dos óxidos e compostos orgânicos da porção superior do solo a uma maior profundidade; esse deslocamento pode ser vertical ou lateral, conforme o fluxo de água. Em decorrência, os horizontes superficiais são empobrecidos (eluviados) em argila, tornando-se mais arenosos; e os subsuperficiais, enriquecidos (iluviados) em argila, tornando-se mais argilosos. Este fenômeno é o que ocorre com os solos do sertão pernambucano que apresentam textura média/arenosa/argilosa. O acúmulo de argila no horizonte subsuperficial origina camadas mais densas, que limita a drenagem e restringe a penetração das raízes (Fanning & Fanning, 1989). A eluviação/iluviação compreende três etapas: dispersão, translocação e deposição. A dispersão consiste na distribuição ou suspensão de partículas finas, tais como argila, em solução. Os principais fatores que afetam a dispersão da argila e, por conseguinte a eluviação são concentrações de íons na solução, estabilidades de agregados do solo e composição mineralógica (Emerson, 1983; Wilding, Smeck et al., 1983). A translocação das partículas dispersa necessita de água de infiltração de circulação rápida, através dos macroporos e mesoporos e de fendas. Como as fendas aparecem em períodos secos mais prolongados, a transferência de argilas é intensa sob clima alternadamente seco e úmido do que em clima continuamente úmido (Mullins et al, 1990). A deposição ocorre quando o efeito da dispersão e da translocação diminuem. Isso acontece devido ao fato dos poros maiores não terem continuidade e a água filtrar para poros menores, depositando as partículas nas paredes dos agregados, ou devido à floculação das partículas com maior concentração de íons Ca^{2+} ou Al^{3+} nos horizontes inferiores e, também, pela retenção da água em camada pouco permeável. A deposição de material eluviado pode produzir horizontes subsuperficiais mais argilosos e menos permeáveis, identificados como Bt, podendo ser compactados ou não (Fanning & Fanning, 1989).

A dispersão de argila associada à predominância das frações areia fina e muito fina na areia total estão colaborando com a formação do adensamento em solos do semi-árido Nordeste. Os ciclos alternados de umedecimento e secagem, a que estes solos estão submetidos, atuando continuamente sobre estas frações, proporcionam às mesmas um

estado de orientação e de proximidade tal, que influi nos acentuados valores da densidade do solo destes perfis. Os fluxos de água lateral (água que permanece na superfície antes de percolar) e basal (qualquer oscilação do lençol freático perto da superfície), que são provenientes destes ciclos de umedecimento e secagem, provavelmente contribuem também, para formação de horizontes adensados, devido ao suprimento de água abundante, nos períodos chuvosos, provocando rearranjo estrutural (Silva, 2000).

A migração de ferro, silício e alumínio dos horizontes superficiais para subsuperficiais (eluviação/iluviação), juntamente com a argila, com posterior organização em volta das partículas do solo ou preenchendo poros, é um dos processos mais atuantes na formação do adensamento dos solos do Vale São Francisco. Esses elementos, juntamente com a presença dominante da caulinita, constituem os processos responsáveis pela gênese desses horizontes (Silva, 2000)

• Ferrólise

É um outro processo pedogenético atuante na formação do adensamento verificado em alguns solos do semi-árido. Segundo Brinkman (1979) e Van Breemen (1988), a ferrólise consiste na destruição da argila durante ciclos alternados de oxidação e redução. A ferrólise, que ocorre em solos que sofrem reduções periódicas, causa redução e migração dos compostos de Fé e Al, que pela oxidação formam plintita, reduzindo o espaço poroso do solo (Dijkerman & Miedema, 1988). Além, disso, pela destruição da estrutura das argilas, ocorre a formação de horizontes superficiais eluviais ácidos e álbicos, sobre horizonte subsuperficiais mais argilosos, em solos hidromórficos (Fanning & Fanning, 1998). Geralmente, ocorrem na formação das classes dos Planossolos, Plintossolos e alguns Argissolos.

• Formação de Plintita

A plintita é um nódulo constituído pela mistura de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro ou ferro e alumínio com quartzo e outros materiais. Apresentam consistência firme quando úmida e dura ou muito dura quando seca. A plintita pode ser quebrada ou amassada após ter sido mergulhada em água por mais de duas horas. Após sofrer endurecimento irreversível, essa formação denomina-se de petroplintita (Santos e Batista, 1996). A plintita forma-se pela segregação de ferro, consistindo em redução, transporte e concentração final destes compostos, associada ao efeito de ciclos alternados de

umedecimento e secagem (Embrapa, 1999).

A presença de plintita em solos do Semi-Árido, notadamente do Vale do São Francisco, mostra tendências de fragmentação/dissolução parecendo indicar que os nódulos de ferro já estavam presentes no material de origem e/ou foram formados em etapa inicial da pedogênese e que, posteriormente, sofreram fragmentação/dissolução progressiva crescente na direção dos horizontes superiores. As manchas plínticas são indicativas de processos de oxi-redução e de retrabalhamento dos compostos de ferro nos perfis de solos da região (Silva, 2000). Constitui fator limitante ao uso agrícola por estarem geralmente associadas a condições imperfeitas de drenagem e/ou presença de crostas ferruginosas endurecidas.

• Salinidade

A salinização detectada, em alguns solos da região, através dos altos valores da condutividade elétrica e saturação por sódio, conduz-nos a pensar num processo de cimentação ao invés de simples adensamento, refletindo numa consistência muito dura e extremamente dura dos subhorizontes. Caso típico dos Planossolos.

4.1.2. Processos geológicos/sedimentológicos

São processos de sedimentação através dos quais podem se originar camadas ou horizontes, de solos, diferenciados. Estes horizontes podem constituir descontinuidade litológica, que se manifesta fisicamente como uma quebra na sedimentação, por exemplo, uma deposição de areia, por processos fluviais, alternados por depósitos de silte transportado pelo vento, ou uma deposição de material de origem de textura diferente (Curi, et al., 1993).

Em outras palavras, quando um solo apresenta uma ou mais camadas/horizontes formados a partir de material litologicamente (material rochoso/material de origem) diferente, diz-se que esse solo apresenta descontinuidade litológica. O material de origem sedimentado sobre o cristalino constitui um dos processos responsáveis pela formação do adensamento subsuperficial dos solos.

No município de Petrolina-PE os solos apresentam camadas com intensa mistura proveniente, tanto dos sedimentos que caracterizam a grande área pedimentar da região quanto de alguns produtos do embasamento cristalino subjacente, resultando numa homogeneidade dos materiais sedimentados. Essa mistura de materiais resultando em similaridade dos sedimentos que os formam, descarta a possibilidade de que o

adensamento verificado nestes solos da região são originados por processos sedimentológicos /descontinuidade litológica (Silva et al., 2002).

4.2. Formação de camadas compactadas

• Tráfego excessivo de máquinas e veículos

A literatura sobre compactação do solo é clara em afirmar que o rearranjo de partículas primárias e agregados por implementos de tração e cultivo, principalmente a compressão causada por tráfego de veículos, pode ser considerada a maior causa da compactação de um solo.

A compactação causada pela ação do tráfego de máquinas agrícolas, implementos e outros veículos, durante as operações de preparo do solo, semeadura, tratos culturais e colheita, principalmente quando o solo está úmido, é devido à pressão exercida sobre o solo pelas máquinas e implementos, tais como arados de aiveca, de disco e grade de disco, atua abaixo da camada movimentada do solo (subsuperfície), formando os conhecidos pé-de-arado e o pé-de-grade (Camargo e Alleoni, 1997).

A intensidade e a profundidade da camada compactada no solo depende do peso e das características dos implementos, e dos veículos de tração utilizados no preparo. A utilização contínua de um só tipo de implemento, trabalhando sempre a uma mesma profundidade, contribui com a formação de camadas compactadas, principalmente, quando o preparo é superficial, a velocidade de tração é excessiva e a umidade do solo é inadequada. Em geral, os implementos que preparam poucos centímetros de solo provocam compactação mais superficial e de maior intensidade do que os que fazem um preparo mais profundo (Salton, et al., 1998).

Em áreas onde após o preparo inicial com arado ou escarificador, passa-se à grade niveladora, com a função de afrouxar e nivelar o solo pode deixar logo abaixo dessa camada solta uma camada intermediária compacta. A intensidade da compactação, provocada pela grade niveladora, depende do número de gradagens e dos teores de umidade do solo.

As rodas dos veículo também causam compactação. A profundidade e intensidade da camada compactada dependem da interação entre o peso do veículo de tração e a largura do rodado utilizado. Diversos estudos têm mostrado que a compactação é mais intensa em áreas onde se utiliza trator de pneus do que trator de esteiras, portanto é recomendada a utilização de tratores de menor peso e equipados com rodas mais largas

e aliado a isso, recomenda-se, também, a redução de números de operações podendo assim minimizar a compactação (Torres et al., 1993).

• Sistemas de preparo de solo

Alguns sistemas de preparo de solo contribuem com a formação de camadas compactadas, principalmente aqueles que utilizam grade pesada. O arado de disco também provoca compactação, porém em camadas mais profundas e em menor intensidade do que a grade pesada. A ação cortante dos discos tanto do arado como da grade pesada, forma uma superfície espelhada/alisada de solo que pode diminuir a infiltração da água. Os implementos com haste (escarificador e subsolador) provocam menor compactação em relação ao de disco, devido ao modo de contato das hastes com o solo.

Em estudo efetuado com quatro sistemas de preparo de solo (plantio direto, plantio convencional com arado de disco, plantio reduzido com grade pesada e plantio reduzido com escarificador), foi observado que os sistemas de plantio direto e reduzido com grade pesada foram os que mais provocaram compactação, seguidos pelo reduzido com arado de disco e por último o reduzido com escarificador (Torres et al., 1993).

• Cultivo contínuo e intensivo

O cultivo contínuo com intenso tráfego de máquinas colabora com a formação de camadas compactadas, produzindo um número grande de pequenos agregados que, em certas condições, são menos estáveis que os grandes, criando oportunidades para sua destruição e formação de crostas na superfície, contribuindo com o processo de erosão. A pulverização provocada pelo cultivo contínuo expõe muito a matéria orgânica acarretando oxidação acelerada da mesma, o que reduz seu teor no solo, conseqüentemente seu poder de colaborar com melhor estruturação, através da ação de unir as partículas do solo.

• Umidade

Uma das causas mais comuns na formação de camadas compactadas é o preparo de solos em condições inadequadas de umidade. Quando o solo é preparado muito seco há pulverização do mesmo, tornando-o conseqüentemente susceptibilidade à erosão eólica e hídrica. Já quando o solo é preparado com umidade muito elevada, tomam-se plásticos. A faixa ideal de umidade para o preparo varia, principalmente com a textura, tipo de argila e

outros minerais presentes, matéria orgânica, grau de agregação e os cátions adsorvidos, ou seja, varia de solo para solo (Camargo e Alleoni, 1997).

Por isso, é de fundamental importância antes de se preparar um solo, verificar se o mesmo está com teor de umidade ideal para trânsito de máquinas e implementos. É regra geral que quanto mais seco estiver o solo menor a capacidade do implemento contribuir com a formação de camadas compactadas. Normalmente, a identificação da percentagem de umidade ideal é feita através da determinação do estado de friabilidade de cada solo (umidade friável), isto é, abaixo do teor de água do solo na capacidade de campo.

• Sobrecarga de animais

Em sistemas integrados com pecuária, o pisoteio contínuo de animais contribui, também, com a formação de camadas compactadas. A intensidade com que esse pisoteio de animais interfere na compactação depende não só do manejo do gado, mas também da quantidade e qualidade da cobertura do solo.

No semi-árido, o pisoteio de animais tem colaborado com a formação de camadas compactadas em menor escala, devido a escassez de chuvas na região (em média 90 dias/ano), que contribui para que o solo permaneça pouco tempo úmido. Desta forma, o pisoteio dos animais ocorre, na maior parte do tempo, no solo seco, condição desfavorável à compactação. A produção de silagem pode ocasionar encrostamento e compactação na camada abaixo da superfície, caso seja utilizada por vários anos seguidos no mesmo local. A rotação de culturas é o caminho e a solução do problema.

5. ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA EVITAR E/OU DIMINUIR OS EFEITOS NEGATIVOS DA COMPACTAÇÃO

O solo é resultante da interação de um complexo conjunto de fatores naturais, cuja compreensão e conhecimento são necessários para manejá-lo, visando conservá-lo e aumentar a sua potencialidade agrícola, através de algumas alternativas de manejo do solo, máquina e cultura. Segundo alguns autores, é fundamental quando se deseja minimizar/eliminar os efeitos da compactação do solo que se leve em consideração: umidade; matéria orgânica; espécies que se vai cultivar; máquina disponível e necessária para o preparo da área.

• Umidade

Como já mencionado a umidade é a mais importante característica a ser levada em consideração quando se deseja preparar um solo. Deve-se preparar os solos com umidade adequada (sempre mais seco do que úmido).

• Manutenção da matéria orgânica

Em condições de clima tropical e subtropical a utilização da matéria orgânica é complicada dada a rápida oxidação da mesma. Entretanto, o uso de cobertura vegetal (viva ou morta), rotação de cultura e incorporação de restos vegetais, esterco e composto, não só vai proporcionar melhoria na estruturação do solo, conseqüentemente maior resistência à compactação, como também proporcionará menor susceptibilidade aos efeitos dos agentes erosivos.

• Uso de máquinas

O agricultor na hora de preparar o solo deve considerar uma série de medidas específicas como: usar veículos que causem compactação mínima, preferencialmente com pneus com a mais baixa pressão possível, mais largos, rodados duplos ou mesmo esteiras; controlar o tráfego por meio da sistematização das vias de deslocamento; planejar o uso de máquinas, de tal forma que seja possível conduzir as operações quando as condições de solo não são suscetíveis à compactação; adotar um sistema em que haja compatibilidade entre todas as máquinas usadas, objetivando proporcionar maior proteção às características do solo.

• Espécies cultivadas

Quando se pratica agricultura é muito difícil evitar-se, pressões que possam compactar o solo. Cada espécie cultivada requer seu manejo, que às vezes exige um preparo de solo mais intenso, no entanto, pode se adequar o preparo de solo às espécies cultivadas na área, tendo-se em mente a menor mobilização possível deste.

• Sistemas de cultivos

Sempre que possível utilizar sistemas de cultivo que utilizem menor tráfego e evite maiores revolvimentos do solo, tais como o cultivo mínimo.

6. LITERATURA CONSULTADA

BAYER, C.; PAVIONOTO, A. MIELNICZUK, J. Manejo adequado para conservação do solo e produtividade do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994 Florianópolis. **Resumos expandidos**: Pequena Propriedade x Desenvolvimento sustentável. Florianópolis: Sociedade Brasileira de ciência do Solo, 1994. p.212-213.

BRINKMAN, R. **Ferrolysis, a soil-forming process in hydromorphic conditions**. Wageningen: Pudoc, 1979. 106p. (Agricultural Research Report, 887).

CAMARGO, O.A. de; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: O.A. Camargo, L.R.F. Alleoni, 1997. 132p.

CURI, N. (Coord.). **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1993. 89p.

DIJKERMAN, J. C.; MIEDEMA, R. An ustult-aquilt tropept catena in Sierra Leone, West Africa. I.Characteristics, genesis and classification. **Geoderma**, Amsterdã, v.42, p.1-27, 1988.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, 1999. 412p. il. (EMBRAPA/CNPS-RJ. Documentos, 5).

EMERSON, W.W. Inter-particle bonding. In: **SOILS**, an Australian viewpoint. Melbourne: CSIRO: Academic Press, 1983. p.477-498.

FANNING, D.S.; FANNING, M.C.B. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York: J.Wiley, 1989.

LOMBARDI NETO, F. Práticas de manejo e conservação do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10., 1994 Florianópolis. **Resumos expandidos**: Pequena Propriedade x Desenvolvimento sustentável. Florianópolis: Sociedade Brasileira de ciência do Solo, 1994. p.111-119.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade de sistemas agrícolas. SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O.(Eds.) In: **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto alegre: Genesis, 1999. p.1-8.

MONIZ, A.C. Evolução de conceitos no estudo da gênese de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.349-362, 1996.

MULLINS, C.E.; MacLEOD, D.A.; NORTHCOTE, K.H. et al. Hardsetting soils: behavior, occurrence and management. **Advances in Soil Science**, v.11, p. 37-108, 1990.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES,C.Z. **Sistema Plantio Direto**. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa - SPI; Dourados: Embrapa - CPAO, 1998. 248p.; (Coleção 500 perguntas 500 respostas).

SANTOS, M.C. dos; BATISTA, M. de A. Avaliações física, química e mineralógica em solos plínticos da Região Meio-Norte do Brasil, submetidos a teste de umedecimento e secagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.21-31, 1996.

SILVA, M.S.L. da. **Caracterização e gênese do adensamento subsuperficial em solos de tabuleiro do semi-árido do Nordeste do Brasil**. Porto Alegre, 2000. 127p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVA, M.S.L. da; RIBEIRO, M.R. Adensamento subsuperficial em solos do semi-árido: processos geológicos e/ou pedogenéticos **Revista Brasileira de engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.314-320, 2002.

SMECK, N.E.; CIOLKOSZ, E.J. Fragipans: their occurrence, classification and genesis. In: SYMPOSIUM OF THE SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **Proceedings...** [Atlanta: SSSA], 1989. (Special Publication, 24).

SOUZA CRUZ (Rio de Janeiro, Rj). **Plano diretor de solos**. Rio de Janeiro, 1994. 40p. il.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F.; GALERANI, P.R. **Manejo da solo para a cultura da soja**. Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 1993. 72p. (Circular Técnica, 12).

VAN BREEMEN, N. Long-term chemical, mineralogical and morphological effects of iron-redox processes in periodically flooded soils. In: STUCKI, J.W.; GOODMAN, B.A.; SCHWERTMANN, U. (Eds) **Iron in soil and clay minerals**. Dordrecht: Proc. Nato Advanced Study Institute, 1988. p.811-823. (NATO 451 studies).

WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; HALL, G.F. **Pedogenesis and soil taxonomy**. I. concepts and interations. 2.ed. Amsterdam: Elsevier, 1983. (Developments in Soil Science, 11A).