
COMO OBSERVAR E INTERPRETAR OS SOLOS

Samuel do Carmo Lima
Prof. do Depto. Geografia - UFU

RESUMO: *Este artigo apresenta as noções básicas para se observar e interpretar a morfologia dos solos. A análise morfológica refere-se à cor, à textura, à estrutura e às feições pedológicas a serem observadas em um perfil de solo, numa trincheira.*

Palavras Chaves: *morfologia dos solos*

ABSTRACT: *This paper shows the basic notion to observe and to interpret the soil morphology. The morphology analysis relates to the color, the texture, the structure, and to the pedological features, in the trincheira.*

Key Words: *soil morphology*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui paisagens singulares. É de extasiar a diversidade que temos no Brasil, tanto de cidades, com seu povo, seu trabalho, sua cultura, sua arte, suas habitações, como de paisagens rurais, com suas fazendas, suas plantações, seus relevos, seus solos, seus tipos de vegetações naturais. Muitos de nós têm percebido essa diversidade de ambientes e, dos fatores naturais que os compõem, certamente a vegetação se destaca na paisagem. Temos florestas, cerrado, caatinga, restinga, araucária, pampas, pantanal, etc. Os relevos também são variados. Ora planícies, ora planaltos, ora montanhas. Na natureza, a diversidade é mais abundante que a mesmice. Mas o que pouca gente sabe é que os solos são também muito variados e que existem muitos tipos de solos.

A Pedologia, ciência que estuda os solos, tornou-se importante e conhecida, principalmente, a partir dos trabalhos do russo Dokuchaiev, no final do século passado. Não se pode imaginar uma agricultura moderna sem o conhecimento do solo. Toda planta tem seu suporte físico, sustento nutricional e água retirados do solo. O solo é fator essencial para os trabalhos agrícolas, em termos de quantidade e qualidade da produção.

O solo é o suporte físico da construção das cidades, estradas etc., sendo fundamental a

compreensão de sua estrutura e dinâmica, sob o risco de grandes catástrofes. É um elemento fundamental para as atividades humanas, na medida em que é um dos fatores importantes dos ambientes que são ocupados pelo homem. Nosso objetivo aqui é demonstrar que o estudo dos solos é importante, sobretudo para aqueles que trabalham sobre eles. Queremos demonstrar que para conhecê-los não é preciso estudar na universidade; não é preciso ser técnico, nem realizar análises sofisticadas de laboratório; mesmo um agricultor que mal sabe ler e escrever pode conhecer os seus solos. Isto tem sido visto junto aos pequenos produtores rurais de diversas partes do mundo, principalmente na América Latina (RUELLAN 1990). É claro que as Universidades e os centros de pesquisa podem desenvolver estudos mais aprofundados e fazer avançar a ciência, mas não se pode negar que uma simples, porém cuidadosa observação do solo pode nos trazer informações preciosas para que possamos usá-lo bem.

2. O SOLO NÃO É O CHÃO QUE PISAMOS

Antes de mais nada precisamos entender o que é o solo. O solo não é somente o chão que pisamos. Ele se estende abaixo da superfície a profundidades que chegam até a rocha ou ao material geológico que o originou. O solo se estende nas três dimensões do espaço porque possui comprimento, largura e profundidade. Portanto o solo é um corpo natural tridimensional.

O solo é formado por constituintes sólidos, líquidos e gasosos. Os constituintes sólidos são os minerais provenientes do material geológico que deu origem a esse solo, que podem ter tamanhos variados; e a matéria orgânica, oriunda da decomposição de restos vegetais e animais. Os constituintes líquidos são a água do solo com seus solutos e os gasosos são o ar atmosférico que preenche os vazios do solo que não foram preenchidos pela água e, eventualmente, gases provenientes da decomposição da matéria orgânica.

A formação e a evolução dos solos é realizada a partir da ação de cinco fatores naturais: o clima, que determina a intensidade da ação da água e da temperatura sobre os materiais geológicos; os materiais geológicos, que podem ser rochas ou sedimentos transportados, que podem variar de um lugar para outro; os organismos, vegetais e animais, que vivem sobre e dentro do solos; o relevo, que influencia sobre a circulação de água no solo, que sendo mais ou menos inclinado pode dispor o solo a processos erosivos mais ou menos intensos, que sendo mais ou menos elevado pode provocar diferenças térmicas importantes; por fim, o tempo transcorrido em que o solo esteve sob a ação desses fatores. Não podemos nos esquecer da ação antrópica, que pode alterar a dinâmica natural mudando-lhe o sentido ou mesmo amplificando sua ação, aumentando a velocidade dos processos.

Não é verdade que a maioria dos nossos solos são férteis, embora esta seja a impressão que se tem. Essa impressão é reforçada pela célebre frase da carta de Pero Vaz de Caminha ao Rei de Portugal: "aqui, em se plantando tudo dá". Sendo assim, o conhecimento do solo se torna mais importante ainda, para tirar dele o máximo de rendimento sem degradá-lo. O manejo adequado e a conservação dos solos é a única prática agrícola preventiva contra a erosão e a perda de suas propriedades físicas e químicas. Além disso, podemos dizer que se um manejo adequado pode propiciar uma melhoria no potencial de produção dos solos, um manejo inadequado, entretanto, pode esgotar completamente a sua fertilidade natural, que já é baixa, se não se tomam medidas precisas de conservação. Uma coisa é certa: é absolutamente impossível manejar bem e conservar os solos sem conhecê-los.

3. A MORFOLOGIA DO SOLO

Como diz Ruellan (1990), em seu livro *Descobrir o Solo*: "O conhecimento do solo, o reconhecimento das suas feições, da sua anatomia, da sua morfologia, do seu funcionamento, não fazem parte das culturas populares. Em todo o mundo cada um sabe, desde muito jovem, reconhecer, descrever, entender uma planta ou animal; mas raros são aqueles que sabem fazer a mesma coisa com um solo".

Mesmo os agricultores nada conhecem, ou conhecem muito superficialmente os solos sobre os quais trabalham. Isto ocorre, principalmente, no Brasil. Aqui é difícil encontrar uma família que está sobre a terra, trabalhando-a, ano após ano, por mais de 30 anos. Na Europa, uma família cultiva a mesma terra por vários séculos, e o conhecimento adquirido, mesmo que intuitivamente, vai passando por tradição oral às novas gerações.

Por conta desse desconhecimento dos solos, quase generalizado, tem-se a idéia de que o solo é uma coisa tão complicada que só os técnicos podem compreender. Quando se está doente, chama-se o médico. Quando o solo tem problemas, não está produzindo com eficiência, a erosão está tomando conta, chama-se o técnico. Não queremos dizer que o conhecimento do técnico não tenha o seu valor, não seja necessário, mas qualquer pessoa, mesmo aquela que não sabe ler, pode "aprender a reconhecer um solo da mesma maneira que pode conhecer e compreender uma planta ou um animal" (RUELLAN 1990).

René Boulet estabeleceu dentro da Pedologia uma abordagem metodológica nova chamada Análise Estrutural (BOULET 1988). O conceito que dá corpo a essa nova abordagem na pedologia é que o solo ou cobertura pedológica é um corpo natural contínuo, organizado e estruturado, tridimensional, com variações tanto verticais quanto laterais. A morfologia do solo, evidenciada pela Análise Estrutural, pode ser equivalente à anatomia de um animal ou uma planta (RUELLAN 1988). A Análise Estrutural da Cobertura Pedológica consiste no reconhecimento da organização vertical e lateral da cobertura pedológica, a partir de observações em trincheiras e tradagens, em toposseqüências orientadas segundo a linha de maior declividade.

Para uma melhor observação dos solos, cava-se uma trincheira de 2 m x 1,5 m, com 1,5 m a 2 m de profundidade na parte mais alta do terreno. Cava-se outra trincheira semelhante na parte mais baixa do terreno. Se for preciso, cava-se outra na parte mediana, a meio caminho entre a primeira e a segunda, numa mesma vertente. As observações a serem feitas são de fácil realização e referem-se à cor, à textura, à estrutura e aos vazios do solo. Deve-se ainda observar a quantidade de raízes, a presença de concreções e nódulos de ferro, seixos e a profundidade do lençol de água. Essas observações permitirão interpretações que podem ajudar na definição do manejo agrícola mais adequado ao solo.

3.1. As cores dos solos

Numa viagem de carro ou de ônibus podemos observar, nos barrancos dos cortes das estradas, as cores do solo, que podem variar tanto lateralmente quanto verticalmente. Se alguém cava um poço ou mesmo um buraco para pôr uma estaca, um poste ou o alicerce de uma casa, poderá ver que a terra que sai muda de cor com a profundidade. Os solos variam muito, a começar pela cor. Cores vermelhas de todos os tons, cores amarelas das mais pálidas às mais vivas, cores cinza, marrom, preta etc.

As cores podem significar a presença e a forma de certos constituintes do solo, como por exemplo matéria orgânica, argila, ferro, calcário etc. Podem ainda significar atividades biológicas, regimes hídricos, lixiviações, carbonatação, salinização.

É possível avaliar a dinâmica da água no solo a partir das cores ou, ainda, relacionando-as à presença de certos constituintes, avaliar a sua fertilidade. De modo geral, os solos mais claros vão ser mais arenosos e a cor branca está associada à presença de calcário. As tonalidades mais escuras em todas as cores podem indicar a presença de matéria orgânica. As cores vermelho e amarelo estão associadas à presença do ferro oxidado e a uma boa drenagem. A cor cinza refere-se a um solo mal drenado, ambiente redutor, onde o ferro reduzido deixa de ser vermelho. A avaliação das cores do solo pode-se tomar um tanto subjetiva se não houver um referencial ao qual a cor vista no solo possa ser comparada. A cor do solo então é descrita por comparação a uma tabela de cores

internacionalmente aceita pelos pedólogos, a *Tabela de Munsell*. É arriscado avaliar a presença de um constituinte do solo somente pela cor; porém, conjugando esta com outras informações, isto é perfeitamente possível.

3.2. Os agregados (torrões)

Observando o solo mais de perto, tomando-o em nossas mãos, podemos ver que ele se desfaz em torrões, que chamamos de agregados. Os agregados resultam da reunião de partículas entre si. Os agregados possuem formas e tamanhos variados e, dependendo disto, teremos as estruturas do solo, que são boas indicadores de suas condições físicas e químicas.

Os agregados podem ser formados por floculação, por cimentação e por fissuração dos agregados floculados ou cimentados. Floculação é o processo de agregação das partículas em suspensão ou mesmo partículas coloidais por atração eletrostática; cimentação é o resultado da ação de substâncias ligantes; e fissuração é provocada pela variação de umidade e presença de argilas expansivas.

Chama-se estabilidade estrutural a resistência dos agregados do solo à destruição pela ação da água. Num solo que possui baixa estabilidade estrutural os agregados se desfazem facilmente em presença de água. Quando isto acontece, as partículas do solo se acomodam e o solo se adensa, se compacta, diminuindo a sua porosidade. Os solos compactados se constituem em obstáculo à penetração das raízes das plantas, à circulação vertical da água e, por facilitar a circulação lateral, são condicionantes de processos erosivos. Em solos como esses, a irrigação excessiva e o uso de maquinários pesados pode provocar compactação das suas camadas superficiais.

Os argilominerais, juntamente com a matéria orgânica, são agentes cimentantes eficazes na agregação das partículas do solo, favorecendo uma estruturação estável, ou seja, os agregados não se desagregam facilmente com a água. Organismos como formigas, besouros, larvas, centopéias, e principalmente as minhocas desempenham papel fundamental na agregação dos solos. Alguns desses organismos ingerem vegetais e certa porção de terra para ajudar na

digestão e seus dejetos fecais são em forma de pelotas granulares, ricos em nutrientes e extremamente estáveis. Outros agentes cimentantes são substâncias químicas como óxidos de ferro e alumínio, carbonatos e sílica. As estruturas podem ser arredondadas, angulares, folhadas e contínuas.

A presença de cátions bi e trivalentes como o Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} no complexo de adsorção favorecem a presença de estruturas arredondadas. Nesse caso, o cálcio e o magnésio são desejáveis, mas não o alumínio, que participa de um sistema de imobilização do fosfato, num precipitado alumino-fosfatado insolúvel, tornando o fósforo indisponível às plantas. Além disso, o alumínio em altas concentrações no solo é tóxico para muitas plantas. A matéria orgânica também favorece a presença das estruturas arredondadas. As estruturas arredondadas, que podem ser granulares, grumosas ou poliédricas subangulares, dão excelentes características físicas ao solo, com uma boa circulação hídrica e desenvolvimento das raízes das plantas, bem como o desenvolvimento da vida animal, pois com ela o solo fica poroso, friável e estável.

As estruturas angulares, que podem ser cúbicas, poliédricas ou prismáticas, relacionam-se em primeiro lugar com solos argilosos ou muito argilosos e, eventualmente, com a presença de argilas expansivas (aumentam de volume quando absorvem água). Os agregados angulosos são mais compactos que os arredondados. Nesse caso, a porosidade do solo está entre os agregados e há uma diminuição do espaço útil às raízes das plantas. São solos que não possuem boas características físicas. A ausência de matéria orgânica ou a presença de Na^+ em excesso pode agravar ainda mais a situação.

As estruturas folhadas podem ser vérticas (plaquetas oblíquas), quando os agregados se apresentam com forma de trapézio de tamanho decimétrico, muito compactos, e estão relacionadas à presença de argilas expansivas. Podem ser laminares, quando o solo possui estruturação da rocha de origem, ou quando há formação de crostas de ferro, calcário ou sílica. Podem ser ainda resultado do trabalho de equipamentos pesados ou mesmo excesso de água, que pode causar a compactação das camadas. Fisicamente são piores que as estruturas

angulares, com sérios problemas de circulação de líquidos e gases e diminuição do volume de solos que as raízes conseguem explorar. Quimicamente podem ser solos muito férteis.

As estruturas contínuas são encontradas em solos que não possuem agregados e podem ser classificadas em particulares, quando não há cimentação das partículas, e maciças, quando há cimentação das partículas, porém sem fissuração. Essas estruturas são próprias dos solos arenosos ou siltosos. Caracterizam solos pouco desenvolvidos, bastante empobrecidos em argila, ou solos onde as estruturas foram destruídas por técnicas de cultivos.

É necessário evitar as queimadas, que destróem a matéria orgânica, além de matar a vida microbiológica do solo. Também, evitar irrigações excessivas ou o trabalho sobre o solo em condições de secura extrema. Para manter ou mesmo melhorar a estabilidade estrutural do solo pode-se fazer a incorporação de toda a massa verde dos restos culturais. Ainda, é preferível aos adubos químicos os adubos orgânicos e até mesmo os produtos de compostagem orgânica que, além de oferecerem incremento de fertilidade, podem produzir aumento da estabilidade estrutural.

3.3. A textura do solo

Não podemos esquecer que os agregados são constituídos de partículas que se agregam formando as estruturas do solo. Os solos podem possuir partículas grosseiras, que são chamadas de seixos e areias, e partículas mais finas que são chamadas de silte e argila. Seixos são partículas maiores que 2 mm, areias são partículas de diâmetro inferior a 2 mm e superior a 0,053 mm, siltes são partículas de diâmetro entre 0,053 a 0,002 mm, e argilas são partículas menores que 0,002 mm de diâmetro.

Chama-se textura à proporção de areia, silte e argila do solo. Pode-se avaliar a textura de um solo com análises granulométricas feitas em laboratório ou, de uma maneira menos precisa, porém mais fácil, através do tato, manipulando um pouco de terra entre os dedos. Para isso procede-se da seguinte maneira: toma-se um pouco de terra na mão, molha-se com um pouco de água ou mesmo saliva, manipula-se bastante com os dedos para desfazer os agregados, e por fim tenta-se

fazer uma cobrinha. Se não for possível fazer uma cobrinha, o solo é arenoso. Se for possível fazer uma cobrinha e esta se quebrar quando dobrada, o solo é areno-argiloso. Se a cobrinha se dobrar, mas se quebrar quando se tentar fazer um círculo, o solo é argilo-arenoso. Se a cobrinha for dobrada em forma de círculo sem se quebrar, o solo é argiloso.

Algumas propriedades do solo são dependentes da textura. Os solos mais arenosos possuem baixa capacidade de retenção de água e baixa coesão das partículas, o que os coloca na condição de mais susceptíveis à erosão, baixa estabilidade dos agregados e propriedades químicas desfavoráveis. Os solos argilosos, ao contrário, possuem alta capacidade de retenção de água, alta coesão das partículas, boa estruturação, e por isso são menos susceptíveis aos processos erosivos. Os solos muito argilosos apresentam problemas de circulação de água devido à baixa permeabilidade, sendo também susceptíveis à erosão.

3.4. A porosidade do solo

Entre as partículas e entre os agregados do solo há espaços vazios. Esses vazios do solo são importantes porque é através deles que circula o ar para a respiração das plantas e a água que lhes é tão necessária. Os vazios do solo, ou espaços porais, ou simplesmente porosidade, é o volume não ocupado pelos constituintes sólidos. Ora é ocupado pelos constituintes gasosos, ora é ocupado pelos constituintes líquidos. São as vias de circulação da matéria e da vida biológica do solo.

Podemos classificar a porosidade em macroporosidade, por onde a água circula por gravidade, e microporosidade, por onde a água circula por capilaridade. A macroporosidade é importante porque ela evita que haja excesso de água no solo e a microporosidade é também importante porque ela retém a água necessária às plantas. Os solos com textura arenosa têm uma macroporosidade importante, sendo bem drenados e arejados, sobretudo se o lençol freático não estiver elevado. Os solos de textura mais argilosa possuem uma microporosidade mais importante, que ajuda a reter água.

O ideal é que o solo tenha mais ou menos

50% de cada um dos tipos de porosidade. É importante que não haja grandes variações na quantidade e no tipo de porosidade, porque isso acarreta variação na permeabilidade e, por conseguinte, variação no fluxo de água dentro do solo. Muitos processos erosivos começam por um impedimento de drenagem, ou mesmo uma redução do seu fluxo, numa camada superficial do solo. Nesse caso a circulação se dá, preferencialmente, de forma lateral. No ponto de afloramento dessa água na vertente começa a erosão. A diminuição da porosidade do solo nas camadas inferiores pode se constituir em obstáculo, não só à percolação da água, como também à penetração das raízes das plantas.

3.5. Feições pedológicas

Podemos dizer que todas as organizações que resultam do movimento de matéria dentro do solo são chamadas de feições pedológicas, sejam movimentos e depósitos de partículas, movimentos de animais, de raízes, precipitação de elementos em solução ou mesmo expansão de argilas.

A cerosidade é uma pequena película de argila, hidróxido de ferro, alumínio ou manganês, matéria orgânica, calcário etc. depositada sobre as partículas do solo, indicando que esses constituintes migraram dentro do solo. A cerosidade mais comum é a de partículas de argila que dão lustro às paredes dos pequenos canais deixados pelas raízes e pelos animais. Isso indica que as camadas superiores do solo estão sendo empobrecidas em argila.

Os nódulos e concreções de ferro são comuns em solos onde há variação do nível de lençol freático. O ferro é mobilizado em condições redutoras (hidromórficas), abaixo do nível do lençol freático e com a sua elevação é mobilizado de baixo para cima e precipita-se como sesquióxido. Quando o lençol é novamente rebaixado ocorre a sua dessecação e as concreções são endurecidas de forma irreversível. Pode ainda haver migrações laterais de ferro dentro do solo e sua precipitação em algum ponto da vertente, com a surgência do lençol freático. Esses processos podem dar origem a couraças ferruginosas, comumente conhecidas como canga ou tapiocanga. As couraças se constituem em impedimento de drenagem e de enraizamento das plantas. As concreções ferruginosas podem ser formadas por alteração

direta da rocha que formou o solo, em alteração de hidromorfia, por concentração de ferro a partir de migrações centimétricas dentro da própria rocha que está se alterando.

Os pedotúbulos são pequenos canais de origem biológica. São importantes porque oferecem porosidade para a circulação de líquidos e gases no interior dos solos. Ainda indicam a presença dos organismos que os constituíram, significando que a vida biológica, tão importante para a degradação da matéria orgânica (humificação) e reciclagem de nutrientes está presente.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Já está provado que só é possível manejar bem os solos, tirando deles uma alta produtividade e dando a eles a conservação necessária, quando se conhecem as suas principais características e dinâmica. Muitas vezes, as análises químicas feitas nos laboratórios especializados não nos fornecem informações tão relevantes quanto as que podem ser obtidas em uma trincheira cavada no solo, observando e interpretando sua cor, sua textura, sua estrutura, seus vazios, a profundidade do lençol freático etc.

Não tivemos aqui a pretensão de esgotar o assunto, mas apenas introduzi-lo de maneira simples para que qualquer um, mesmo quem não tenha formação acadêmica, possa começar uma nova relação com os solos, uma relação de busca do conhecimento, uma relação não intermediada pelos técnicos. Estes podem contribuir, mas que não impeçam a grande revolução agrícola que está por se fazer, não a revolução dos avanços da genética e da biotecnologia, mas a revolução dos conhecimentos simples da morfologia do solo.

Apresentamos abaixo uma lista de leitura que pode servir para complementar, e mesmo aprofundar, as noções que foram apresentadas neste breve artigo. "O conhecimento não ocupa lugar" e, mais que isso, pode nos trazer a iluminação da verdade. "E conhecereis a verdade e a verdade vos libertará" (JESUS).

5. BIBLIOGRAFIA

BOULET, R. A análise estrutural da cobertura pedológica e a cartografia. *Anais do XXI*

Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas, p.78-90, 1988.

BOYER, L.J. *Dinâmica dos elementos químicos e fertilidade dos solos*. Salvador. UFBA, 1985.

BRADY, N.C. *Natureza e propriedade dos solos*. Rio de Janeiro. Editora Freitas Bastos S/A, 6a ed., 1983.

GOEDERT, W.J. *Solos dos cerrados, tecnologias e estratégias de manejo*. Brasília. EMBRAPA-CPAC/Ed. Nobel, 1986.

KIEHL, J.E. *Manual de edafologia, relações solo-planta*. São Paulo. Editora Agronômica Ceres, 1979.

LEPSCH, I.F. *Solos, formação e conservação*. 5a Edição. São Paulo. Melhoramentos (Prisma), 1992.

LOPES, A.S. *Solos sob cerrado: característica, propriedades e manejo*. Piracicaba. Editora Potafos, 1983.

QUEIRÓS NETO, J.P. Análise estrutural da cobertura pedológica no Brasil. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas. p. 415-430, 1988.

RESENDE, M. *Classificação e física do solo*. Viçosa. UFV, 1983; *Pedologia*. Viçosa. UFV, 1990.

REULLAN, A. A contribuição das pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da ciência do solo. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas. p. 405-414, 1988.

RUELLAN, A. *Descobrir o solo*. Montpellier. CNEARC, 1990.

SBCS *Manual de descrição e coleta de solos no campo*. Campinas. SBCS/IAC, 1984.

VIEIRA, L.S.; VIEIRA, M.N.F. *Manual de morfologia e classificação de solos*. Belém. Fac. Ci. Agrárias do Pará, 1981.