e-Tec Brasil
Escola Técnica Aberta do Brasil

Solos

Adilson de C. Antônio

Fundação CECIERJ
Consórcio cederj

Ministério da Educação
BRASIL UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

MINISTRO DA EDUCAÇÃO
Fernando Haddad

SECRETÁRIO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA
Carlos Eduardo Bielschowsky

ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO
Adilson de C. Antônio

COORDENAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL
Cristine Costa Barreto

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO
Tereza Queiroz

SUPERVISÃO DE DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL
Ana Paula Abreu-Fialho

DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL
Bruno José Peixoto
Cristina Mendes

REVISÃO DE LINGUAGEM
Dayse Tavares Barreto
Lúcia Beatriz da Silva Alves
Paulo Cesar Alves
Nataniel dos Santos Gomes

SUPERVISÃO DE PRODUÇÃO
Cláudia Domingos Silva

EQUIPE DE REVISÃO
Elaine Bayma
Eliana Rinaldi
Patricia Paula

PROJETO GRÁFICO
Katy Araujo

DIAGRAMAÇÃO
Andreia Villar
Claudio Cordeiro de Andrade
Márcia Valéria de Almeida
Patricia Seabra
Sanny Reis
Verônica Paranhos

ILUSTRAÇÃO DE CAPA
Sami Souza

LAYOUT DE CAPA
Patricia Seabra

ILUSTRAÇÃO
Fernando Torelly
Pablo Carranza
Sami Souza

Copyright © 2009, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Fundação.

A635s

Antônio, Adilson de C.
Solos / Adilson de C. Antonio. – Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.
246p.; 20,5 x 27,5 cm.

ISBN: 978-85-7648-578-0

1. Solos. 2. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. Amostragem do solo. 4. Fertilidade do solo. I. Título.

CDD: 631.4

Referências Bibliográficas e catalogação na fonte, de acordo com as normas da ABNT e AACR2.

Sumário

Solos

Adilson de C. Antônio

Aula 1 – Onde o horizonte toca o chão – Introdução aos solos 5

Aula 2 – Constituintes do solo e algumas de suas propriedades 27

Aula 3 – Propriedades de solo II – Textura, cor e porosidade 59

Aula 4 – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBS) 79

Aula 5 – Vamos começar pelas ordens: argissolos, cambissolos e chernossolos 95

Aula 6 – *Nitidus, Vertere, Spodos*! Palavras mágicas? 111

Aula 7 – Agora é a vez de solos lavados, novos e alagados! 127

Aula 8 – Agora, as quatro ordens que faltam! 147

Aula 9 – Antes de degradar, dá para pensar em como conservar! 163

Aula 10 – Amostragem do solo 199

Aula 11 – Fertilidade do solo e recomendação de adubação e calagem 223

Onde o horizonte toca o chão – Introdução aos solos

Aula 1

e-Tec Brasil - Solos

Adilson de C. Antônio

Brian Lary

Fonte: www.sxc.hu

Meta

Apresentar os principais agentes que atuam na degradação e na formação dos solos.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. diferenciar os tipos de rochas;
2. conceituar solos e intemperismo;
3. definir perfil e horizontes.

Como o solo é formado?

Lex Luthor: Kitty, o que meu pai costumava me dizer?

Kitty: Que você está ficando careca.

Lex Luthor: Antes disso.

Kitty: Caia fora.

Lex Luthor: Ele disse: Você pode imprimir dinheiro, criar diamantes, e as pessoas não valem quase nada, mas todo mundo sempre vai precisar de terras. É a única coisa que não está mais sendo produzida.

(Diálogo retirado do filme *Superman – O retorno*)

Fonte: http://www.icicom.up.pt/blog/take2/superman_returns_ver6.jpg

Figura 1.1: Lex Luthor, inimigo do Superman, retratado no pôster sobre seu "continente artificial".

Você concorda com o que o pai de Lex Luthor dizia? No filme, o vilão consegue, de uma hora para a outra, criar um novo continente. Na vida real, é muito raro vermos ilhas sendo formadas repentinamente por algum vulcão subaquático, produzindo grandes quantidades de rocha magmática em pouco tempo. Podemos tirar do filme a "pista" de que, para a formação dos solos, é necessária a presença de algum tipo de rocha. O que são, afinal, as rochas?

Tipos de rochas

As rochas são materiais naturais formados pela associação de minerais que, após sofrerem intenso desgaste, darão origem aos solos. Os minerais são compostos de átomos unidos através de diferentes tipos de ligações.

Além da constituição, a classificação das rochas também é baseada nos processos geológicos que as formaram.

Atenção!

As rochas são classificadas em função dos processos geológicos que levaram à sua formação. Essa classificação é feita em:

- rochas ígneas ou magmáticas;
- rochas metamórficas;
- rochas sedimentares.

As rochas ígneas ou magmáticas são originadas do resfriamento do magma. Elas são classificadas em dois tipos:

- Intrusivas/plutônicas – quando o resfriamento do magma ocorre no interior da Terra. Exemplos: granito, adamelito, sienito etc.
- Extrusivas ou vulcânicas – quando o resfriamento do magma ocorre na superfície. Exemplos: basalto, andesito, riolito etc.

Adam Lambert-Gorwyn

Fonte: www.sxc.hu

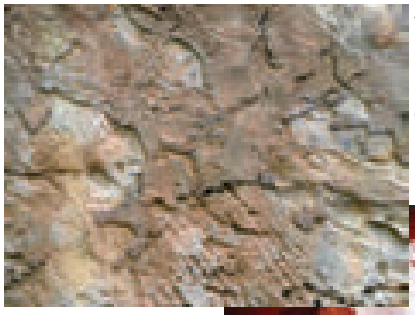
Figura 1.2: Podemos encontrar exemplos de rochas intrusivas com facilidade em nosso dia-a-dia. No Brasil, é muito comum o calçamento de ruas com paralelepípedos de granito.

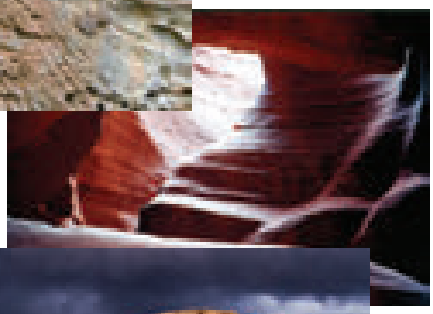
As rochas metamórficas são originadas pela transformação de rochas preexistentes no estado sólido por meio da ação de pressão e temperatura elevadas. Exemplos: mármore, ardósia e gnaisse.

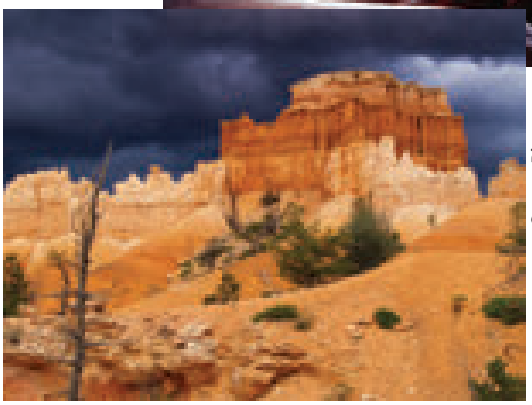
Fonte: www.sxc.hu

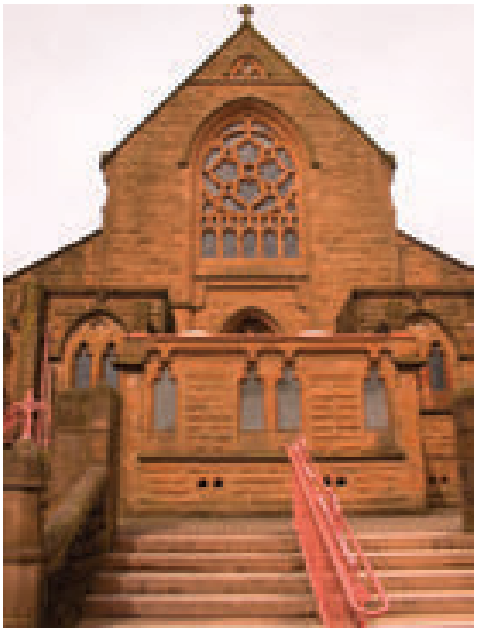
Figura 1.3: Temos, em nosso dia-a-dia, muitos exemplos de rochas metamórficas. O mármore é o exemplo mais comum, utilizado em paredes, mesas e em obras de arte, como estátuas. O Taj Mahal, o famoso túmulo localizado na Índia, foi construído com mármore.

As rochas sedimentares são originadas da retirada de fragmentos da rocha matriz pela ação do intemperismo. Esses fragmentos são transportados pela água, pelo vento e por outros agentes para regiões mais baixas da paisagem, onde serão sedimentados. Exemplos: arenitos e argilitos.


George Bosela


Eric Nelson


Steven Ritts


Colin Bamford

Fonte: www.sxc.hu

Figura 1.4: Mesmo com seu aspecto poroso, os arenitos podem ser utilizados em construções, como na linda capela acima.

Atividade 1

Atende ao Objetivo 1

Antônio foi passar um final de semana na fazenda de seus avós. Numa bela tarde de domingo, após o almoço, com a família reunida na varanda da casa, chega o seu primo Júnior, com um pedaço de rocha na mão, e fala: "Esta é uma rocha sedimentar. Eu a peguei lá no alto do morro." Você acha que a rocha encontrada por Júnior pode ser uma rocha sedimentar?

Como será que, a partir das rochas, são gerados os diferentes tipos de solo?

Água mole em pedra dura... mas só água?

INTEMPERISMO

Conjunto de transformações que as rochas sofrem ao aflorarem na superfície terrestre, controlado por agentes como a água, a temperatura, o vento etc.

Sob o nosso ponto de vista, as rochas são razoavelmente imutáveis. Elas podem, talvez, se quebrar com a ajuda do homem, mas, se pudéssemos acelerar o tempo, poderíamos perceber que existem alguns fatores naturais responsáveis pela modificação das rochas. Durante milhares de anos as rochas vêm sofrendo "desgaste" pelo **INTEMPERISMO**.

Existem três tipos de intemperismo: o intemperismo físico, o intemperismo químico e o intemperismo biológico. Vamos ver o quanto conhecemos de cada um deles?

Intemperismo físico – rochas também têm estrias!

A chuva, a variação de temperatura, o vento e outros fatores podem causar modificações na rocha. Por exemplo, a variação de temperatura faz com que a rocha mude seu volume, dilatando-se no calor ou contraindo-se no frio. Se isso ocorre diversas vezes, pequenas rachaduras acabam sendo formadas na rocha. Quanto mais dilatações e contrações a rocha sofrer, mais rachaduras teremos, e mais profundas.

Atenção!

Está difícil assimilar essa história de dilatar e encolher causando marcas, fissuras na rocha? Podemos lembrar o que acontece com a nossa pele. Quando engordamos e emagrecemos várias vezes, nossa pele também fica marcada: com estrias!

Essas rachaduras servem de abrigo para a água ficar acumulada. Se essa água que fica retida for submetida a temperaturas baixas (próximas de 0º C), ocorrerá aumento de volume, intensificando ainda mais as rachaduras.

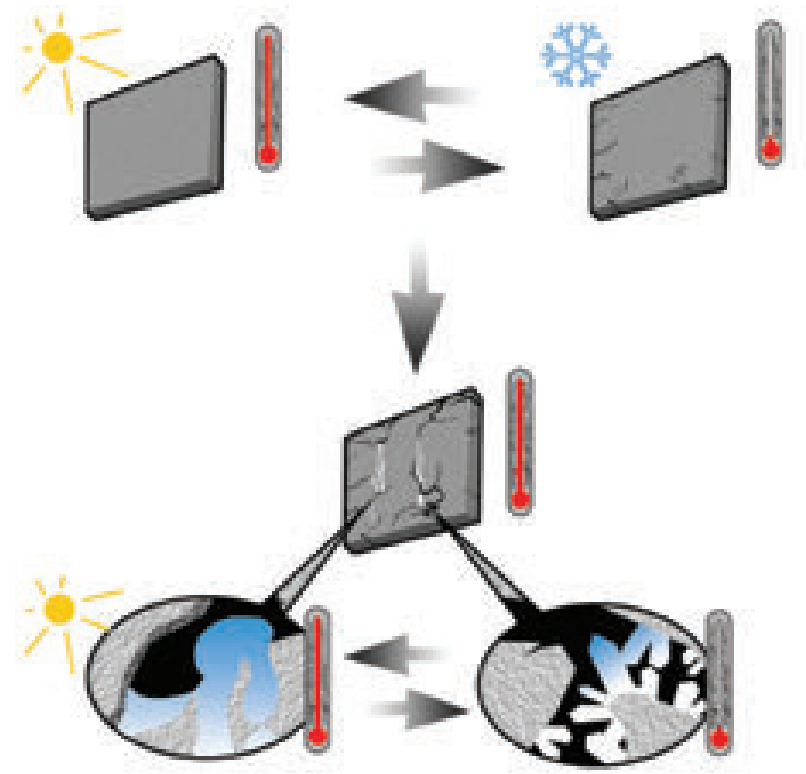


Figura 1.5: Esquema sobre fissuras em uma rocha, formadas pelo intemperismo físico.

Saiba mais...

Ao contrário das outras substâncias, a água aumenta de volume quando está sendo resfriada. Esse aumento ocorre de 4º C até quando ela congela, isso a 0º C nas condições normais de temperatura e pressão.

Mais cedo ou mais tarde, essa quantidade crescente de rachaduras irá promover a fragmentação da rocha. Esses pedaços cada vez menores irão formar, ao final do processo, o solo.

Tais efeitos são típicos do intemperismo físico, já que são conseqüência de variações como:

- mudança de estado físico da água;
- ação do calor irradiado pelo Sol na forma de luz;
- alterações no volume da rocha.

Saiba mais...

Existem diversas maneiras pelas quais o calor pode ir de um lugar ao outro. As formas de transferência de calor são:

1. Condução: quando você esquenta a ponta de um garfo de metal, em pouco tempo o cabo também vai estar quente. O calor é conduzido da ponta até o cabo, pelo metal.
2. Convecção: a água que ferve em uma panela não ferve toda por igual. A parte mais próxima ao fundo esquenta primeiro e sobe, criando correntes de água quente que sobe e fria que desce e vai, em seguida, ser aquecida.
3. Irradiação: a água contida nos alimentos recebe radiação no forno microondas. É assim que a comida fica quentinha. Outro exemplo seria o calor irradiado do Sol até o nosso planeta!

Fonte: www.sxc.hu

Figura 1.6: O calor nas formas que encontramos no dia-a-dia.

Intemperismo químico

A água atua na estrutura química dos elementos que formam a rocha, causando ruptura de ligações entre elementos e enfraquecendo a estrutura química da rocha. A ruptura se dá à medida que elementos são trocados por outros. Os elementos de carga positiva (cátions) ou negativa (ânions) são trocados por outros cátions ou ânions com força de ligação menor. Essa força de ligação pode ser comparada com a atração de um prego de ferro por um ímã. Para ímãs diferentes, o prego fica retido com força diferente; sentimos a força quando tentamos retirar o prego do ímã. No solo, ocorrem efeitos semelhantes, em que elementos diferentes se atraem com forças diferentes.

Uma comparação semelhante pode ser feita com o material utilizado para construir paredes. Imagine você que tentamos demolir uma parede constituída de tijolos de barro e que ela tem boa resistência a choques externos. O que aconteceria se trocássemos alguns tijolos de barro por tijolos de isopor? Você conseguiria demolir a parede com mais facilidade agora, não é?

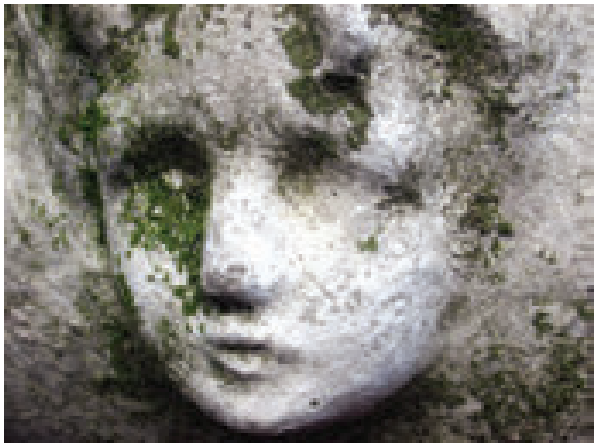
Fato semelhante ocorre no solo quando elementos pertencentes a uma molécula são trocados por outros, gerando fraqueza na estrutura da molécula, que se rompe mais facilmente. Esses efeitos são típicos do intemperismo químico, já que são conseqüência de alterações nas estruturas das moléculas que compõem a rocha.

Saiba mais...

Você já ouviu falar da chuva ácida? Ela ocorre segundo o mesmo princípio que vimos no texto. Se tivermos muito gás carbônico (CO_2) no ar, a água da chuva (H_2O) reage com ele, criando ácido carbônico.

$$H_2O + CO_2 \Rightarrow H_2CO_3$$

Ramzi Hashisho


Craig Birrell

Constantin Jurcut

Fonte: www.sxc.hu

Figura 1.7: A fumaça não apenas afeta a beleza do céu e nossos pulmões: estátuas são corroídas, lentamente destruídas pela chuva ácida.

Essa reação nas gotas de chuva cria a chuva ácida. A acidez não é capaz de nos ferir, já que o ácido carbônico é um ácido fraco. No entanto, algumas estátuas podem sofrer desgaste, pois são rochas, assim como as que estamos vendo na aula.

Intemperismo biológico

Uma vez que as rachaduras são formadas, há a possibilidade de acúmulo de pequenos volumes de água. Essa umidade dá suporte para o desenvolvimento de pequenas formas de vida na rocha, como os **LIQUENS**.

As algas que fazem parte dos liquens geram matéria orgânica através da fotossíntese. Os fungos dessa associação quebram essa matéria orgânica novamente para nutrientes mais básicos e outros compostos como os ácidos orgânicos. Os ácidos orgânicos atuarão na degradação das rochas e os nutrientes darão ainda mais suporte para novas formas de vida. Os liquens, portanto, geram matéria orgânica que, ao ser decomposta pelos microorganismos, produzirá ácidos orgânicos.

A ação desses ácidos, assim como a de outros organismos, intensificará a degradação da rocha. As condições de vida sobre a rocha se tornam cada vez melhores, o que, por sua vez, aumenta a própria degradação dela por parte dos novos organismos. Assim, os processos se reforçam mutuamente. Esses fatores são somados às ações, principalmente, da água, da temperatura e da luz. Além disso, a matéria orgânica produzida serve de **SUBSTRATO** (juntamente com a fina poeira desprendida da rocha) para o desenvolvimento de vegetais cada vez maiores.

Com a diversificação dos vegetais que se desenvolvem sobre a rocha modificada, surgem animais em busca de abrigo e alimento. Tanto a quantidade crescente de matéria orgânica acumulada quanto a ação mecânica dos animais e das raízes das plantas alteram a rocha, promovendo sua quebra até gerar o solo. É o intemperismo biológico.

LIQUENS

Associações simbióticas entre fungos e algas. São seres pioneiros em uma sucessão biológica. Ou seja, em geral, são os primeiros organismos a colonizar um lugar onde não existiam outros seres vivos, como uma rocha que acabou de aflorar, por exemplo.

SUBSTRATO

Pode ser entendido como "qualquer objeto, ou material, sobre o qual um organismo cresce, ou ao qual está fixado: substância, ou estrato, subjacente a esse organismo". No caso, a matéria orgânica serve de base ao surgimento de vegetais. Portanto, é um substrato para o crescimento deles.

Fonte: www.sxc.hu

Figura 1.8: As fissuras da rocha podem acumular umidade e nutriente, permitindo a colonização dos liquens.

Interações

Os intemperismos químico e biológico interagem bastante, reforçando seus efeitos mutuamente. Como? Bem, a decomposição da matéria orgânica presente na água retida nas rochas produz ácidos orgânicos que aceleram ainda mais a degradação química da rocha.

Começa a ser formada uma fina camada de poucos milímetros de material orgânico e mineral sobre a rocha, permitindo o desenvolvimento de plantas superiores, iniciando-se assim a diversificação das espécies no local. Com o passar dos anos, essa camada se torna cada vez mais profunda, formando horizontes no solo.

Acabamos de aprender bastante sobre a formação dos solos. O processo é chamado pedogênese, nome que vem do grego. As partes que o compõem são *pedón*, que significa "solo", e *genésis*, "origem". A pedogênese é, portanto, o estudo do processo de formação dos solos.

Atividade 2 Atende ao Objetivo 2

Enumere os eventos que constituem a pedogênese:

( ) Pequenos vegetais e animais colonizam fissuras úmidas da rocha, aumentando sua deterioração.

( ) A rocha se torna exposta aos diversos agentes do intemperismo.

( ) Substâncias químicas acumuladas na rocha tornam a água acumulada ácida, acelerando o processo de degradação da rocha.

( ) A água se dilata e contrai, aumentando pequenas rachaduras da rocha.

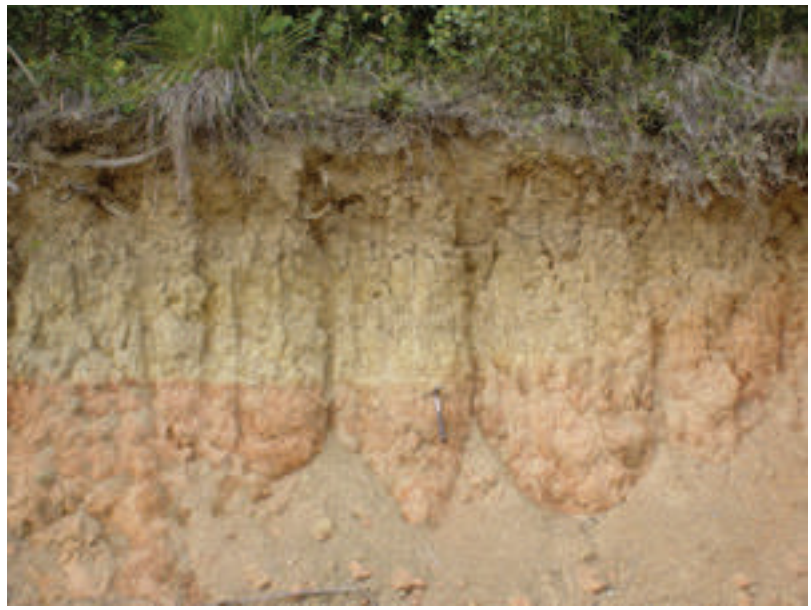
Todas as rochas podem passar por essa seqüência de eventos. Isso significa que os solos são todos iguais, já que são formados pelos mesmos eventos? Discuta com seus colegas e seu tutor no pólo.

Perfil e horizontes

Os solos possuem características como cor, textura, estrutura etc. Elas são adquiridas graças à ação do intemperismo e nos permitem diferenciar os horizontes dentro de um PERFIL.

PERFIL de solo é um corte vertical feito no solo, desde a sua superfície até o material original ou rocha matriz que lhe deu origem, com o fim de estudá-lo física e quimicamente, classificando-o.

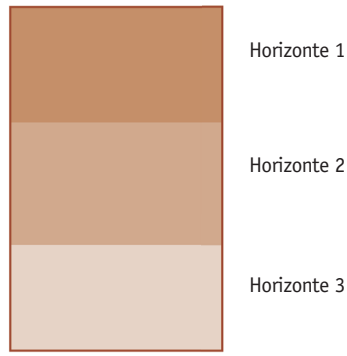
Multimídia



Fonte: www.cprm.gov.br

A análise de perfis de solo é essencial para diversas atividades. Visite o endereço http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/solos.html e veja a interação dos tipos de perfis no cultivo de um vegetal.

Os horizontes são porções do solo, aproximadamente paralelas à superfície, que sofreram a atuação dos processos de formação, de tal modo que é possível distinguirmos em camadas.



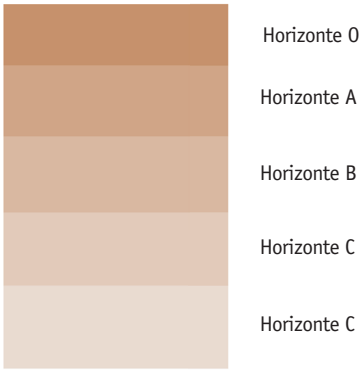
Essas camadas, ou horizontes, possuem características e nomenclaturas específicas. Vamos ver a classificação de alguns horizontes:

O – (*letra "O"*) – horizonte ou camada superficial de cobertura: de constituição orgânica, sobreposto a alguns horizontes minerais.

A – horizonte mineral, superficial ou em seqüência ao horizonte ou camada O: de concentração de matéria orgânica, ou de componentes minerais perdidos ou decompostos (ferro, alumínio e argila).

B – horizonte subsuperficial de acumulação de argila, Fe, Al etc.

C – horizonte ou camada mineral de material não-consolidado, relativamente pouco afetado por processos pedogenéticos, sem ou com pouca expressão de propriedades identificadoras de qualquer outro horizonte principal.



A diferenciação dos horizontes sofre influência do relevo, podendo ocorrer transporte de material de um local para outro. Em relevos mais inclinados ocorre movimento de material (solo) das partes mais altas para as mais baixas da paisagem, influenciando a formação dos horizontes e a profundidade do perfil.

Nas partes mais altas da paisagem ocorre a retirada de solo, expondo camadas menos intemperizadas que passarão a ser degradadas mais rapidamente do que a condição anterior. Já nas mais baixas ocorrerá deposição de solo retirado das partes mais altas, afetando a formação de solos tanto nas partes mais altas como nas partes mais baixas da paisagem.

Em locais de relevo montanhoso e escarpado essa influência é facilmente perceptível.

Saiba mais...

A seguir estão dois conceitos para você adicionar ao seu vocabulário:

Relevo montanhoso: formas da paisagem constituídas por morros e montanhas, apresentando desnivelamentos grandes e declives de 45 até 75%. A porcentagem significa que ao andar 100 metros na horizontal o terreno tem uma queda de 75 metros na vertical. Na imagem a seguir, vemos o Aconcagua, a mais alta montanha das Américas.

Raquel Teixeira

Fonte: www.sxc.hu

Figura 1.9: Uma montanha. Compare como a linha branca marca a inclinação do terreno.

Relevo escarpado: superfícies muito íngremes, com mais de 75% de declividade. Dê uma espiada na Chapada Diamantina!

Caetano Lacerda

Fonte: www.sxc.hu

Figura 1.10: Uma escarpa. Compare como a linha branca marca uma inclinação muito íngreme quando comparada com a inclinação mostrada na montanha.

Atividade 3

Atende ao Objetivo 3

Veja a conversa de Antônio com um ajudante do sítio de seu avô:

> Ô, Antônio! Um dia eu estava fazendo uma cerca e percebi que conforme eu furava o chão iam aparecendo umas camadas de cor diferente. O solo se torna diferente conforme a profundidade? Esta diferença em profundidade tem nome?

O que você acha? Ajude Antônio a esclarecer a dúvida. Formule uma resposta com base nos conceitos de perfil e horizontes de solo que você estudou.

Resumindo...

- As rochas são materiais naturais formados pela associação de minerais que, após sofrerem intenso desgaste, darão origem aos solos.
- As rochas magmáticas são originadas pelo resfriamento do magma.
- Rochas metamórficas vêm da transformação de rochas preexistentes.
- O transporte e o acúmulo de fragmentos de rochas magmáticas ou metamórficas em locais mais baixos da paisagem geram as rochas sedimentares.
- As rochas são degradadas por três tipos de intemperismo: físico, químico e biológico.
- O intemperismo leva a transformações químicas e físicas nas rochas, controladas por fatores como água, vento etc.
- Perfil é uma seção vertical do solo, mas conhecida como barranco.
- Horizonte são camadas horizontais dispostas mais ou menos paralelamente nos perfis, sendo identificadas por letras: A, B, C etc.

Respostas das Atividades

Atividade 1

As rochas sedimentares se formam após a sedimentação de materiais como feldspato, micas e quartzo trazidos de locais mais elevados da paisagem. Após a sedimentação, eles passam a sofrer a ação das condições físicas e químicas do novo ambiente. Neste caso, temos duas possibilidades. A primeira: a rocha encontrada por Júnior possivelmente não é uma rocha sedimentar, pois se encontra numa área elevada da paisagem. A segunda: a rocha é sedimentar, o que indica que a área onde ela foi encontrada era uma planície muito tempo atrás, recebendo sedimento de outras áreas.

Atividade 2

Após a rocha estar exposta aos agentes físicos, químicos e biológicos, é comum termos como primeira ação o intemperismo físico da água. Nesse momento, a rocha apresenta fissuras tão pequenas que não podem ser colonizadas por seres vivos pioneiros, tampouco acumulam água suficiente para ter seu pH alterado. Uma vez que as sucessivas dilatações e contrações da água, provocadas pelo congelamento e pelo descongelamento, aumentam as fissuras, seres vivos conseguem se instalar. Suas raízes e outras estruturas de fixação aumentam mecanicamente a degradação. Além disso, as substâncias químicas que produzem ao longo de sua vida e as produzidas com o seu apodrecimento após a morte tornam ácida a água ali acumulada. Assim, a seqüência mais comum é do intemperismo físico, como o da água, o biológico, e, em seguida, o químico, auxiliado pelo intemperismo biológico.

(3, 1, 4, 2)

Atividade 3

Ao observarmos uma variação do solo na vertical, estamos tratando de um perfil (mais conhecido como barranco) que pode ser composto de camadas dispostas mais ou menos paralelamente umas às outras, de características diferentes, denominadas horizontes.

Referências bibliográficas

IBGE. *Manual técnico de pedologia*. 2.ed. n. 4, Rio de Janeiro, 2007. 320 p.

LEPSCH, Igo F. *Formação e conservação dos solos*. Oficina de Textos. 2002. 178 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORRÊA, G. F. P*edologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: Jard Produções Gráficas. 1995. 304 p.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (Org.). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 568 p.

Site recomendado

SOLO. In: DICIONÁRIO Livre de Geociências. Disponível em: <http://dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Solo>. Acesso em: 19 nov. 2008.

Constituintes do solo e algumas de suas propriedades

Aula 2

Adilson de C. Antônio

Eduardo Schäfer

Fonte: www.sxc.hu

Meta da aula

Discutir os principais componentes dos solos e suas interações.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. descrever a constituição dos solos;
2. classificar as partículas minerais do solo pelo diâmetro;
3. relacionar as características de solos constituídos de argila aos seus efeitos;
4. avaliar a influência das argilas no solo;
5. reconhecer a consistência dos solos e sua implicação para o manejo.

Por dentro do solo

Você já experimentou pegar um punhado de terra? Tenho certeza que quando você era criança já brincou muito com terra, não é verdade?

Mike Berg

Fonte: www.sxc.hu

Figura 2.1: Brincar com terra é algo muito comum entre as crianças. A textura da terra aliada à curiosidade leva as crianças a escolherem a terra como um "ingrediente" de suas brincadeiras...

Imagine que ao pegar um punhado de terra na mão você poderá ter muitas percepções. Num primeiro momento, você vai observar que existem diferentes tamanhos de grãos de terra. Vai perceber também que, entre esses grãos, existem pequenos animais, como: formigas, minhocas, LARVAS, dentre outros.

Opa, vamos com calma! Pequenos animais por entre os grãos de terra? Nesse momento, é possível que você esteja se perguntando: se existem pequenos animais entre os grãos de terra, como eles não se afogam na água da terra úmida? E, se existem animais, também deve existir ar entre esses grãos, não é verdade?

Os grãos de terra e a quantidade de ar, água e material orgânico (por exemplo, animais) são itens que constituem as propriedades de um solo.

Nesta aula, você vai aprender mais informações sobre os constituintes do solo e como eles interagem, entre si e com os sistemas produtivos (plantio de milho, criação de frango, suínos etc.).

LARVA

Um dos estágios de desenvolvimento de um animal, muito comum no ciclo de vida dos insetos. Nesse estágio, o animal ainda não é adulto, ou seja, não alcançou a maturidade sexual. Um exemplo é o bicho da goiaba. Ele nada mais é que a larva daquela mosca de fruta.

De que é constituído o solo?

Como vimos na Aula 1, o solo é resultado da ação do intemperismo sobre as ROCHAS. Durante esse processo, ocorre a liberação dos minerais que compõem o solo.

O solo é constituído de:

- MINERAIS;
- ar;
- água;
- material orgânico.

ROCHAS

São corpos naturais sólidos, compostos de um ou mais minerais.

MINERAL

Toda substância homogênea e inorgânica, podendo ser sólida ou líquida, mas com composição química definida.

A seguir, você vai conhecer um pouco mais sobre cada um desses constituintes do solo.

Minerais

Aleksandra P.

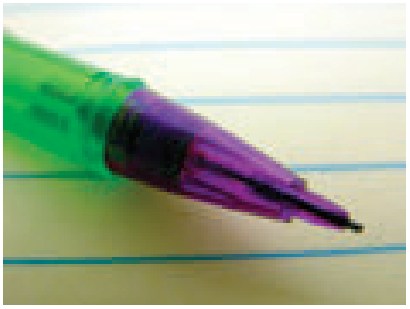
Fonte: www.sxc.hu

Se essa rua
Se essa rua fosse minha
Eu mandava
Eu mandava ladrilhar
Com pedrinhas
Com pedrinhas de brilhante
Só pra ver
Só pra ver meu amor passar
(*Se essa rua fosse minha* – Cantiga Popular)

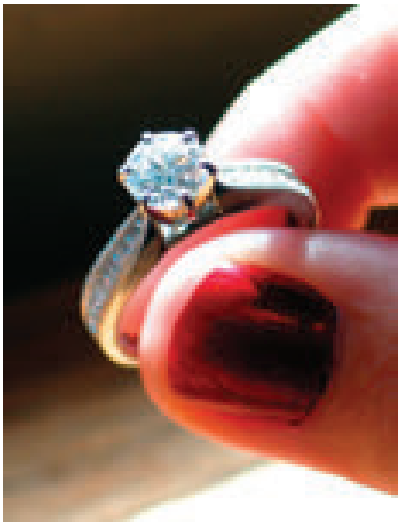
Até agora, você pode não ter percebido o quanto os minerais são comuns no nosso cotidiano. Basta pegar um punhado de areia, argila ou silte que estará pegando minerais. Com certeza, você já usou um grafite, tomou um refrigerante em uma lata de alumínio, pegou o troco em moedas e já viu uma belíssima jóia em ouro ou prata com diferentes pedras lapidadas. Esses são alguns exemplos de objetos feitos de minerais que encontramos no nosso cotidiano.

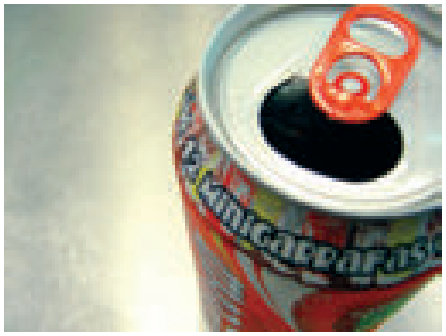
Vamos reconhecer esses minerais? Veja as imagens da **Figura 2.2**.

Cristian Rusu


Afonso Lima

Nicholas Sales


Jim Ernsberger


Kia Abell

Fonte: www.sxc.hu

Figura 2.2: Já percebeu que, ao escrevermos, parte do grafite do lápis ou da lapiseira é passado para o papel? É graças a esse mineral que conseguimos ver a informação anotada. Que mulher não gostaria de ganhar um anel de brilhantes? Nele, o ouro e os brilhantes são os minerais. Quem nunca recebeu como troco moedas? Nelas podem ser encontrados minerais, como: ferro, cobre e bronze. E, aquela bebidinha gelada no verão? As latas de bebidas, em geral, são feitas de alumínio, que também é um mineral.

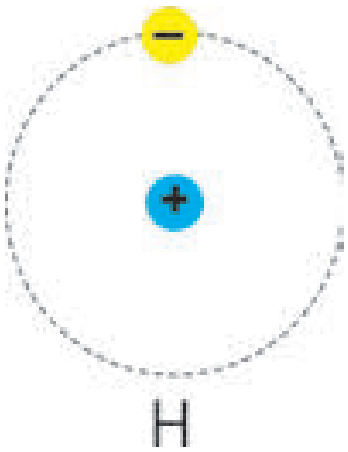
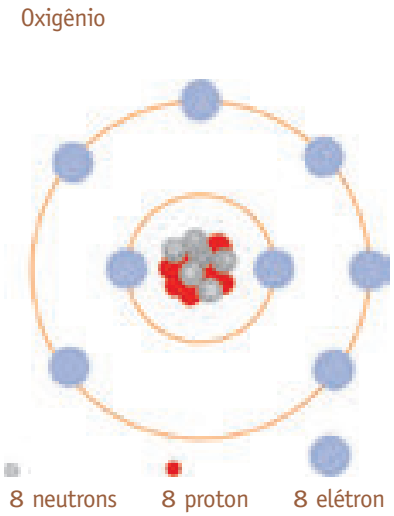
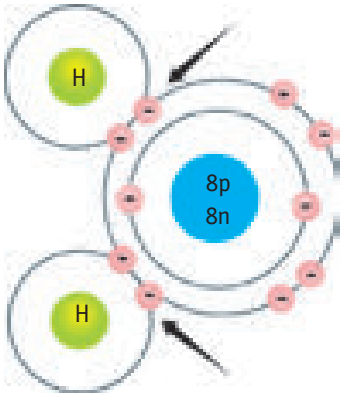
Elemento químico

O elemento definido dentro de características particulares do átomo, como: massa atômica, número de elétrons, número de prótons. E estão organizados na Tabela Periódica. Por exemplo: H (hidrogênio), O (oxigênio).

Os minerais são formados pela união de um mesmo **elemento químico** ou por diferentes elementos químicos (que são chamados de compostos químicos) sob determinadas condições específicas de: pressão, temperatura, umidade etc.

Saiba mais...

O que diferencia um elemento químico de um composto químico?

Elemento químico	Composto químico	
		
O elemento químico hidrogênio representa um átomo formado por um elétron, representado pelo sinal (-), e por um próton (+).	O elemento químico oxigênio representa um átomo composto por 8 elétrons (-), 8 prótons (+) e 8 nêutrons (representado por um círculo cinza).	A água é um exemplo de composto químico. É formado por um átomo de oxigênio e dois hidrogênios. O composto químico é a união de um ou mais átomos..

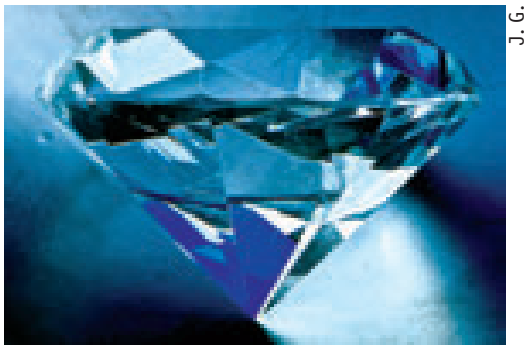
Cada mineral pode ser classificado e denominado com base:

- na sua composição química e
- na ESTRUTURA CRISTALINA dos elementos químicos que o compõem.

O grafite e o diamante são exemplos interessantes de minerais de mesma composição química, mas com estrutura cristalina diferente (**Figura 2.3**).

ESTRUTURA CRISTALINA

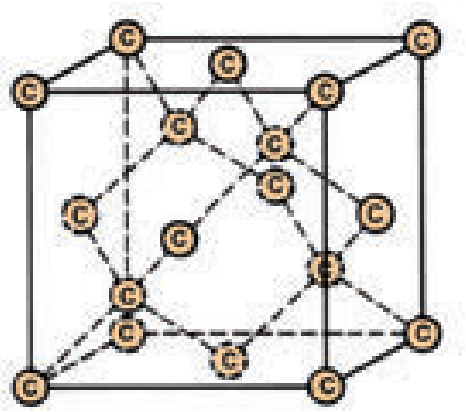
Uma forma ordenada (organizada) de um conjunto de átomos.



J. G.

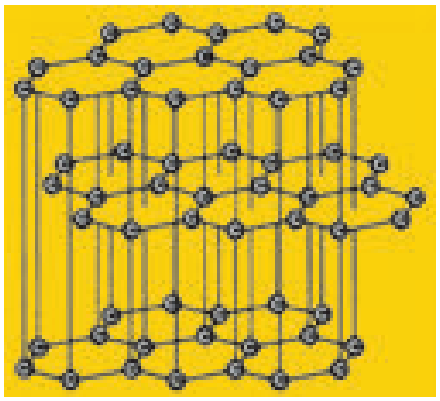
Fonte: www.sxc.hu

Craig Jewell



Estrutura cristalina do diamante

Composição química: só carbono (C).



Estrutura cristalina do grafite

Composição química: só carbono (C).

Figura 2.3: Veja como é intrigante! O grafite e o diamante têm a mesma composição química, mas suas respectivas estruturas cristalinas são diferentes, o que dá maior dureza a um diamante e maior fragilidade a um grafite.

Como exemplos de minerais, temos:

– ouro;

Anna Moreno

– calcita;

Fonte: http://www.drm.rj.gov.br

– dolomita;

Eurico Zimbres (FGEL/UERJ)

– quartzo;

Alfonso Diaz

Fonte: www.sxc.hu

– zircão;

Eurico Zimbres (FGEL-UERJ)

– micas;

Fonte: http://www.drm.rj.gov.br/item.asp?chave=126

– dentre outros.

Os minerais possuem diversos usos na agricultura. Eles são importantes no fornecimento de nutrientes inorgânicos (cálcio, fósforo) para as plantas, bem como na sustentação do sistema radicular (de raízes). Além disso, os minerais participam da alimentação dos animais.

Atenção!

Um ou mais minerais juntos formam uma rocha. Como vimos no início da aula, quando sofre intemperismo, a rocha libera os minerais que se encontram no solo.

Material orgânico

Você acabou de ver que os minerais chegam ao solo a partir das rochas. Já material orgânico é um composto de:

– matéria viva (animais e vegetais que vivem no solo) e

– matéria morta (que vem da decomposição dos seres vivos (animais e vegetais).

Além disso, esse material orgânico tem como base o carbono (**Figuras 2.4** e **2.5**).

Stevenking

Jacqueline Fouche

Dimitri Castrique

Terri Heisele

Paulo Henrique Serrano

Alexandre Jaeger Vendruscolo

Fonte: www.sxc.hu

Figura 2.4: Centopeias, minhocas e formigas são animais comuns no solo e que em algum momento morrem e entram em decomposição. Assim como eles, folhas, frutos e até outros animais mortos transformam-se em material orgânico que irá compor o solo.

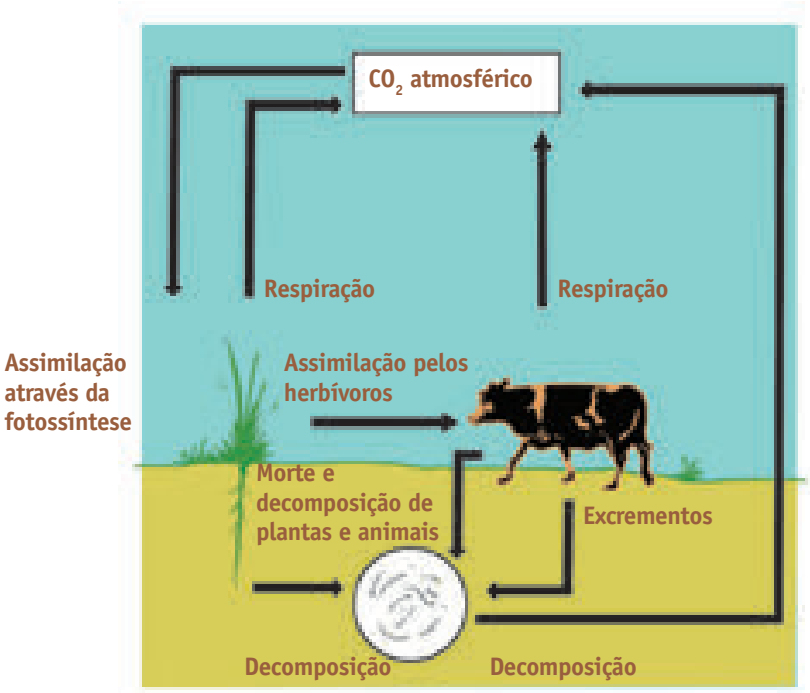
Saiba mais...

Como enriquecer um solo com nutrientes?

O carbono é o elemento químico mais comum nos seres vivos. Ele está presente em moléculas de proteína, açúcar, lipídeo, vitamina e ácidos nucléicos (DNA e RNA) que em conjunto formam os seres vivos.

O bovino (boi) alimenta-se de pastagem (capim). Ao passar pelo trato digestivo, a pastagem é degradada, seus nutrientes são absorvidos e o que não é aproveitado é liberado na forma de fezes. As fezes, agora esterco, contêm parte dos nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio etc.) que formavam a pastagem. Ao adicionar o esterco ao solo, ele será degradado por larvas, minhocas, bactérias, fungos e outros organismos em moléculas cada vez mais simples, até chegar a molécula como nitrato (NO^{3-}), que é a forma de nitrogênio absorvida pelas plantas, e **GÁS CARBÔNICO** (CO_2), o qual retorna para a atmosfera. O nitrato (NO^{3-}) será utilizado, principalmente, na fabricação de proteínas. Sem nitrato as plantas ficam amareladas e morrem.

Outra forma de enriquecer o solo de material orgânico é com restos animais e vegetais que serão degradados (decompostos) por insetos, minhocas, fungos e bactérias. Essas duas formas são utilizadas na agricultura para o melhoramento do solo.



GÁS CARBÔNICO

Gás que expelimos quando expiramos, ou seja, o ar que colocamos para fora de nossos pulmões quando respiramos, produto de uma série de reações químicas que acontecem no nosso corpo.

Ar

A proporção dos gases no ar do solo é diferente do ar atmosférico que respiramos.

Vamos comparar dois solos bem diferentes: um de jardim e outro do mangue.

Ao pegarmos o solo de jardim, é possível ver a formação de grãos de terra. Se fizermos o mesmo com o solo do mangue, não veremos isso acontecer. Simplesmente, teremos a lama em nossas mãos.

Além de o tamanho das partículas dos solos serem diferentes, o teor de material orgânico também é. O mangue apresenta uma quantidade altíssima de material orgânico e menores partículas de solo quando comparadas com o solo de jardim. E isso tem influência direta no teor de CO2 do solo. Quanto maior o processo de decomposição naquele solo, maior a quantidade de material orgânico e maior a produção de CO2. Solos como o do mangue são considerados anóxicos, ou seja, sem oxigênio e com altíssimo teores de CO_2. A relação dessas partículas de solo e o ar será vista na próxima aula.

Vale lembrar que os animais que se encontram entre os grãos de terra também produzem CO_2 ao respirar.

Esse ar encontrado entre as partículas do solo participa na respiração dos animais. O CO_2 presente é captado pelas raízes de plantas no processo de fotossíntese.

Espaço poroso

Ou poro, espaço existente entre os grãos de terra.

O ar do solo fica armazenado no **espaço poroso** e aumenta à medida que diminui o teor de água no solo e vice-versa.

Água

A água e o ar concorrem pelo mesmo espaço no solo, os poros, que estudaremos em outra aula.

Lençol freático

Superfície que delimita a zona saturada (totalmente preenchida) com água da zona parcialmente preenchida por ar e água.

A água presente no solo é proveniente das chuvas, da elevação do **lençol freático** e atividades como irrigação.

A constituição dos solos e a variação da proporção de seus elementos constituintes (minerais, ar, água e material orgânico) são propriedades que permitem diferenciar um tipo de solo de outro.

Como vimos, o solo é constituído por diferentes elementos e cada um deles tem sua importância no solo. Relacione as letras da tabela com os respectivos itens:

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

Constituinte do solo	Origem	Importância
(a)	Animais em decomposição, fezes e excretas animai.	(b)
(c)	Decomposição e respiração de micro-organismos, diferentes animais, fungos e plantas.	(d)
(e)	Lençol freático, chuvas, mecanismos de irrigação.	(f)
(g)	Rocha mãe.	(h)

( ) Água

( ) Fornecimento de nutrientes para as plantas e animais

( ) Mineral

( ) Ar

( ) Proporciona o transporte de nutrientes no solo, além de participar da atividade metabólica dos seres vivos

( ) Fornecimento de nutrientes inorgânicos para as plantas

( ) Material orgânico

( ) Fornecimento de gases importantes para respiração dos seres vivos

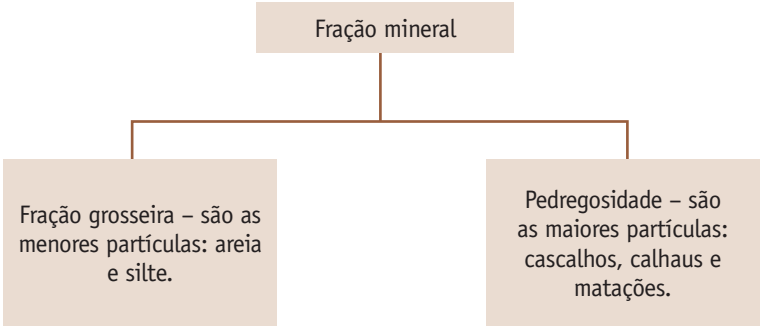
Um pouco mais a fundo...

Anteriormente, vimos que os solos são constituídos por uma parte mineral ou, como chamaremos daqui para a frente, fração mineral. Essa fração mineral será subdividida em outras partes para aprofundarmos nossos conhecimentos.

Daqui em diante, sempre que aparecer o termo mineral, entenda-o como subprodutos da decomposição das rochas.

Fração mineral

A fração mineral é dividida levando-se em consideração o diâmetro das partículas.



Quando falamos fração grosseira do solo, estamos tratando das partículas areia e silte.

Saiba mais...

Por que praias com ondas fortes têm areia mais fina?

Praias onde a força das ondas são mais fortes provocam mais atrito nos grãos de areia, tornando-os cada vez mais finos. Você já viu esse fenômeno antes; ele nada mais é do que um exemplo da ação do intemperismo. Parece bobagem, mas isso tem influência direta na diversidade de animais que vivem entre os grãos, e, consequentemente, na alimentação de toda uma fauna local.

Ficou curioso? Se quiser saber mais informações, vá ao *site*
http://mundoestranho.abril.com.br/mundoanimal/pergunta_286796.shtml

Alexis Gonzalez

Fonte: www.sxc.hu

Já a pedregosidade trata das partículas maiores que areia, ou seja, cascalhos, calhaus e matações. Veja a classificação na **Tabela 2.1**.

As argilas serão estudadas à parte, mais adiante, porque é a fração mineral mais importante para o manejo dos solos nos sistemas agropecuários.

Tabela 2.1: Classificação das partículas minerais dos solos de acordo com o seu diâmetro.

Partícula	Diâmetro (mm)
Matações	> 200
Calhaus	200 – 20
Cascalhos	20 – 2
Areia grossa	2 – 0.20
Areia fina	0,20 – 0,05
Silte	0,05 – 0,002
Argila	< 0,002

Observe, na **Tabela 2.1**, que a diferenciação entre as partículas é simplesmente pelo diâmetro.

Para estudos agropecuários do solo, consideramos como partículas minerais principais as de:

– areia;

– silte;

– argila.

Dentre essas partículas, aquelas que compõem a fração argila têm grande importância, devido a fenômenos que ocorrem nessa fração, como a troca iônica. A importância dessa fração é tão grande que falaremos apenas sobre ela nas seções após a Atividade 2!

Atividade 2 Atende ao Objetivo 3

1. Vimos que a fração mineral pode ser classificada de acordo com o tamanho das partículas que o constituem. Celso é um estudante do Curso Técnico de Agropecuária. Ao fazer a análise de um tipo de solo, ele encontrou partículas de diferentes diâmetros. Ajude Celso a colocar os termos técnicos correspondentes ao tamanho das partículas em seu relatório:

a. 6 % de partículas com diâmetro entre 20 e 2 mm ( );

b. 30 % de partículas com diâmetro menor que 0,002 mm ( );

c. 20 % de partículas com diâmetro entre 2 e 0,2 mm ( );

d. 15 % de partículas com diâmetro entre 0,05 e 0,002 mm ( );

e. 2 % de partículas com diâmetro maior que 200 mm ( );

f.20 % de partículas com diâmetro entre 0,20 e 0,05 mm ( );

g. 7 % de partículas com diâmetro entre 200 e 20 mm ( ).

(1) Matações

(2) Calhaus

(3) Argila

(4) Areia grossa

(5) Silte

(6) Areia fina

(7) Cascalhos

2. Agora um desafio:

Uma outra forma de classificar as partículas é separá-las em fração grosseira e pedregosidade. Com base nessa classificação:

a. Qual é o percentual da fração grosseira?

b. Qual é o percentual de pedregosidade?

Calma, não se assuste com a pergunta. Para calcular o percentual da fração grosseira e de pedregosidade, basta somar os valores das partículas que os constituem.

Fração argila

Como dissemos antes da Atividade 2, as argilas são muito importantes para as características dos solos. Elas podem ser de dois tipos, dependendo da sua constituição:

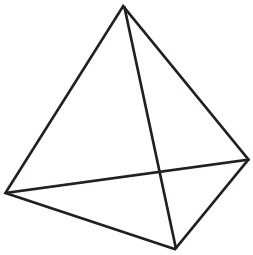
– argilas silicatadas ou

– argilas oxídicas.

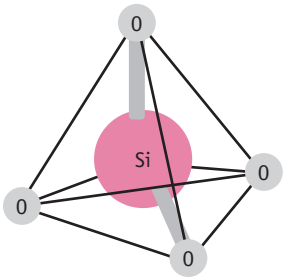
As argilas silicatadas são compostas por tetraedros de sílica e octaedros de alumínio. Ficou difícil de entender? Dê uma olhada no boxe a seguir.

Saiba mais...

Tetraedro é uma forma geométrica formada por quatro lados triangulares. Veja a figura a seguir:

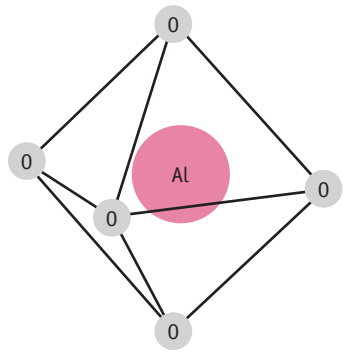


Considerando que em cada ponta desse tetraedro esteja um átomo, formamos um arranjo espacial tetraédrico para uma molécula. No caso das argilas silicatadas, o silício é o elemento central e quatro átomos de oxigênio se distribuem ao seu redor, um em cada vértice.



Octaedro é um arranjo espacial entre os átomos, assim como o tetraedro, mas em vez de 4, ele é formado por oito lados. É a união de dois tetraedros pela base.

No caso dos octaedros que compõem a estrutura da argila silicatada, o alumínio é o elemento central. O restante da molécula é composto por seis oxigênios, um em cada vértice do octaedro (quatro em torno das bases dos dois tetraedros e um em cada extremidade restante). Veja a figura:



Dentro do grupo das argilas silicatadas, constituídas por tetraedros de sílica e octaedros de alumínio, há uma subdivisão que leva em consideração o número de camadas de tetraedro de silício que a compõe:

a. As argilas silicatadas 1:1, que possuem uma camada de tetraedro de silício e uma de octaedro de alumínio. A ligação entre o tetraedro e o octaedro é feita por átomos de hidrogênio (H), e estes estão ligados aos oxigênios encontrados em cada um dos vértices.

Exemplo: caolinita. Sendo uma argila, a caolinita pode ser utilizada em artesanato para confecção de uma panela de barro.

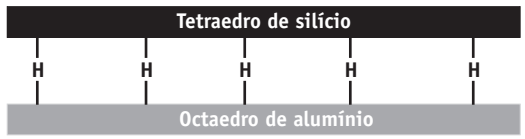


Figura 2.5: Representação esquemática de uma partícula de argila silicatada 1:1.

b. As argilas silicatadas 2:1, que possuem duas camadas de tetraedro de silício e uma camada de octaedro de alumínio. A união entre essas camadas é feita pela água (H_2O).

Exemplo: esmectita. A esmectita também é uma argila e pode ser usada na produção de cerâmica, desodorante, inseticida etc.

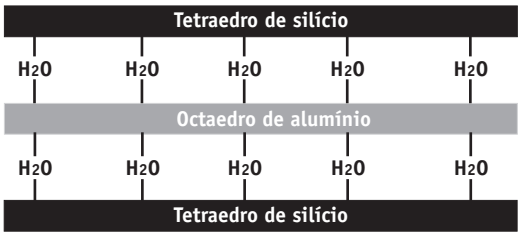


Figura 2.6: Representação esquemática de uma partícula de argila silicatada 2:1.

Observe, a seguir, a **Tabela 2.2**. Ela representa um quadro comparativo entre as argilas silicatas 1:1 e 2:1:

Tabela 2.2: Comparação entre as características das argilas silicatadas 1:1 e 2:1

Características	Tipo de argila silicatada	
	1:1	2:1
Elemento de ligação entre as camadas	H	H_2O
Capacidade de contração e expansão	menor	Maior
Superfície de contato	menor	Maior
Capacidade de troca catiônica	menor	maior
Intemperização	maior	menor

Ao analisar a **Tabela 2.2**, você deve ter percebido que há uma grande diferença entre os dois tipos de argila silicatada quanto às suas características. Mas o que significam tais características?

Contração e expansão – o que é isso?

Como vimos, a ligação entre camadas feita com água só ocorre nas argilas silicatadas 2:1. Quando essas argilas recebem água, elas aumentam de volume. Esse aumento de volume acontece porque a água faz a ligação entre as partículas de argila.

Solos com argilas 2:1, ao secarem, formam trincas maiores e mais profundas do que em solos com argilas 1:1.

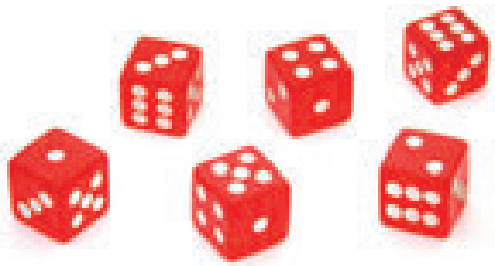
É por esse motivo que as argilas silicatadas 2:1 expandem e contraem mais do que as argilas silicatadas 1:1. Mas qual será o efeito, para o solo, da contração e expansão gerada pelas argilas?

A contração e expansão das argilas geram trincas no solo. Sendo assim, quanto maior a capacidade de contração e expansão das argilas, maiores e mais profundas são as trincas que elas podem gerar nos solos. Logo, solos que possuem mais argilas silicatadas 2:1 trincam mais do que solos que tenham mais argilas silicatadas 1:1, para a mesma variação da quantidade de água.

A compreensão sobre a capacidade de expansão das argilas influencia diretamente em outra característica das argilas silicatadas: a superfície de contato.

Superfície de contato

Imagine um dado. Quantas faces desse dado você pode tocar? Todas essas seis faces, tanto internas como externas, constituem o espaço do dado com o qual você pode ter contato. Esse conceito é o de superfície de contato.



Mateusz Atroszko

Fonte: www.sxc.hu

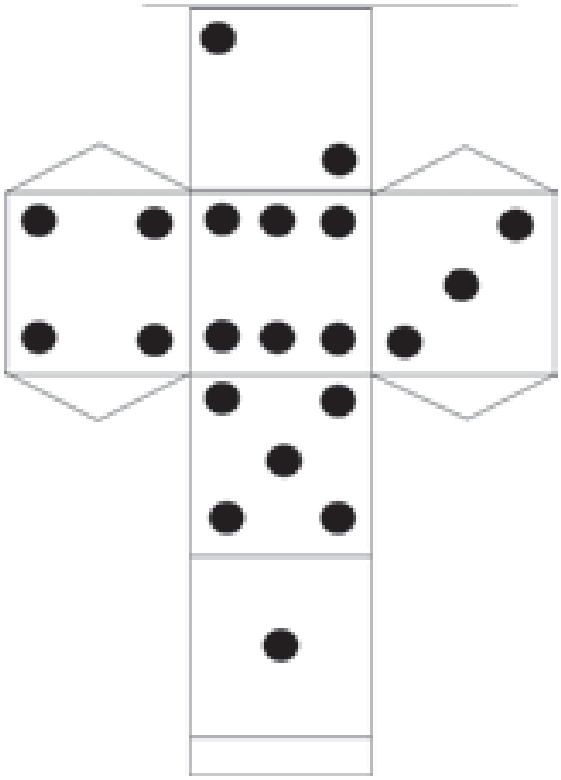
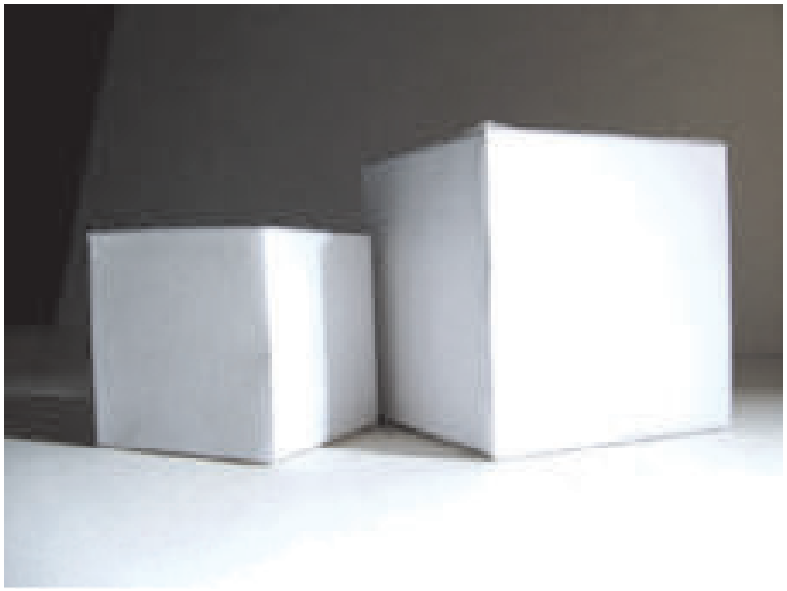


Figura 2.7: Um dado possui seis faces, cada uma representada por um número de 1 a 6. Todas essas seis faces constituem o espaço do dado com o qual você pode ter contato, ou seja, é a superfície de contato do dado.



Fonte: www.sxc.hu

Dê uma olhada nos cubos a seguir. Qual deles tem maior superfície de contato?

Ao somar o espaço de todas as faces do dado, verificamos que a superfície de contato do cubo 2 é maior.

Agora, vamos aplicar esse conceito nas argilas silicatas 1:1 e 2:1. Qual delas apresenta maior superfície de contato?

Por ter uma camada a mais de tetraedro de silício, as argilas silicatadas 2:1 possuem maior superfície de contato do que as argilas silicatadas 1:1.

A seguir, você verá mais uma das características da **Tabela 2.2**.

Capacidade de troca catiônica (CTC)

A capacidade de troca catiônica está relacionada com o potencial de troca de íons ADSORVIDOS nas estruturas das argilas. Mas, como se dá essa troca?

Vimos que as argilas 1:1 ligam seus tetraedros e octaedros pelo H. Quando elas perdem os H, os tetraedros e octaedros adquirem cargas negativas (ânions) e os H transformam-se em íons positivos (cátions).

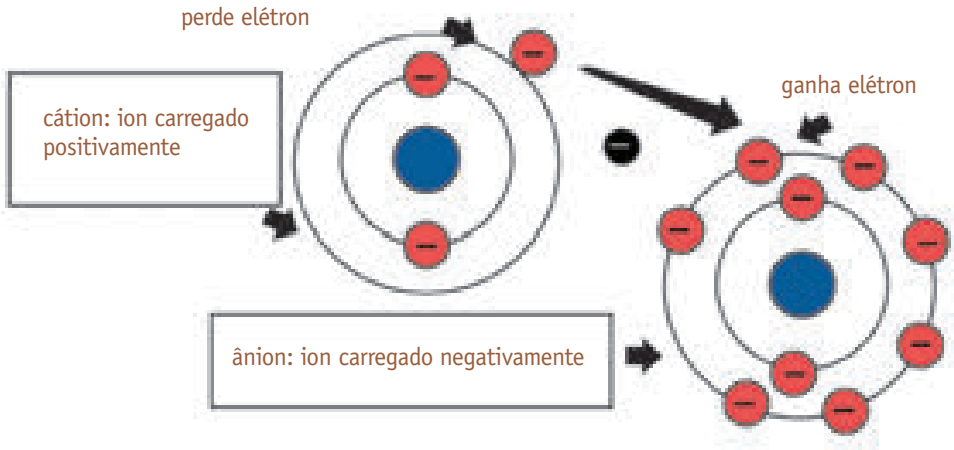
ADSORVER

Processo pelo qual átomos, moléculas ou íons são retidos na superfície de sólidos através de interações de natureza química ou física.

Saiba mais...

Íons, ânions, cátions? Afinal, o que eles são?

Íons são átomos que possuem cargas positivas ou negativas (Na^+, H^+, $Ca2^+$, Cl-).



Quando perdem elétrons, a carga do átomo fica positiva, sendo denominados cátions (Na^+, H^+, $Ca2^+$). Quando ganham elétrons, transformam-se em negativos, sendo chamados de ânions (Cl^-).

Quanto maior o número de cargas negativas que uma argila tiver em sua estrutura, mais cátions ela poderá trocar, então maior será sua capacidade de troca catiônica. Essa regra vale para os dois tipos de argila.

Essa é a idéia da capacidade de troca catiônica (CTC), o potencial de troca de cátions que o solo possui. Solos de baixa CTC, como as argilas 1:1, têm menor número de cargas negativas, retendo menor quantidade e diversidade de cátions associadas às partículas de argila.

VAMOS PENSAR UM POUCO

Imagine água se infiltrando no solo; imagine também que essa água tenha grande quantidade de cálcio ($Ca2^+$). Esse cálcio pode trocar de lugar com elementos de carga positiva (por exemplo: $Mg2^+$, K^+, Na^+ e outros) que estão adsorvidos nas argilas do solo, ocupando o seu lugar. Assim, a partir dessa troca catiônica, o elemento adsorvido ($Ca2^+$) fica no solo e os elementos removidos são carregados pela água.

A CTC é influenciada pela natureza da argila (se é 1:1 ou 2:1), pelo pH do solo, pela quantidade de argila presente no solo, pelo teor de matéria orgânica, dentre outros fatores.

O tipo de argila presente no solo depende da atuação do intemperismo. Isto é o que veremos a seguir.

Intemperismo

A diferença básica entre as argilas silicatadas 1:1 e 2:1 é que a 2:1 tem uma camada a mais de tetraedro de silício e, se esta for perdida, a argila 2:1 se transformará em uma argila silicatada 1:1. Essa perda ocorre pela atuação dos agentes do intemperismo, como temperatura, água, dentre outros. Isso quer dizer que a argila silicatada 2:1, após sofrer a ação do intemperismo, origina a argila silicatada 1:1; essa argila 1:1 é que dá origem as argilas oxídicas.

As argilas oxídicas são as formas mais simples de argilas, pois são compostas basicamente de oxigênio ligado ao alumínio e ao ferro. Por serem mais simples na sua estrutura, são intemperizadas com maior dificuldade. Uma razão para isso acontecer é que as argilas oxídicas não possuem capacidade de contração e expansão como as argilas silicatadas.

Atividade 3 Atende ao Objetivo 3

1. Assinale (V) para verdadeiro e (F) para falso:

( ) Solos que possuem alto teor de argilas silicatadas 2:1 apresentam menor rachaduras que solos com maior teor de argilas oxídicas.

( ) As argilas oxídicas, após sofrerem a atuação do intemperismo, darão orgiem às argilas silicatadas 1:1.

( ) Em regiões onde as chuvas são escassas há maior possibilidade de ocorrências nos solos de argilas silicatadas 2:1.

( ) Quanto maior a CTC de um solo, maior a capacidade de reter nutrientes para as plantas.

2. A adubação baseia-se na devolução dos nutrientes perdidos ao solo. Uma forma de perder esses nutrientes é através das plantas, que os absorvem durante a fotossíntese. Outra forma de o solo perder os nutrientes é por: erosão.

Com base no que você acabou de aprender, por que devemos entender a CTC para fazermos adubação nos solos?

Estrutura do solo

Agora que você aprendeu algumas características sobre fração argila, vamos ver como as argilas silicatadas e oxídicas interagem com outras partículas do solo para formarem os agregados. A união das partículas de areia, silte e argila formam o que chamamos de os agregados. Quando você pega um pequeno TORRÃO de solo, você está pegando um conjunto de agregados.

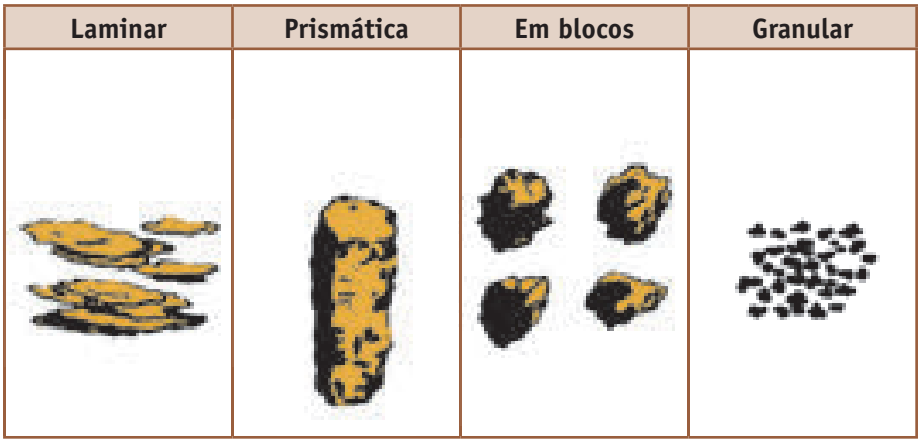
Os agregados, por sua vez, unem-se para formar a ESTRUTURA DO SOLO, que pode ser classificada como laminar, prismática, em blocos ou granular (**Figura 2.8**).

TORRÃO

Uma porção agregada de solo constituída de partículas de diferentes tamanhos.

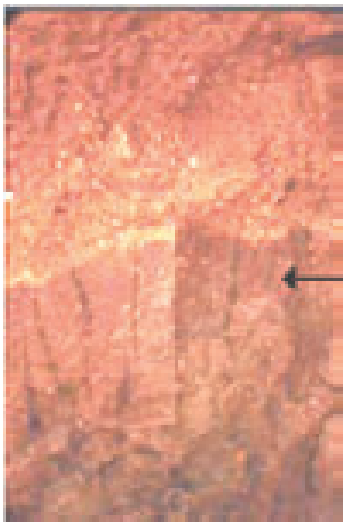
ESTRUTURA DO SOLO

União dos agregados em formas geométricas definidas.



Fonte: http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$FILE/Pedologia1-6.pdf

Figura 2.8: Possíveis estruturas para o solo, formadas a partir da união de agregados.



João Bertoldo de Oliveira

Figura 2.9: Estrutura prismática observada em um perfil de solo.

Fonte: IBGE, 2007.

Multimídia

Para mais informações sobre estrutura do solo, acesse o *link* http://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

A formação de uma estrutura bem definida do solo influencia a retenção e infiltração de água no solo.

Nos solos que possuem estrutura prismática bem definida, a água infiltra-se com mais facilidade e permanece retida no solo por mais tempo do que em solos que apresentam outro tipo de estrutura. Isso se deve à união dos agregados por partículas quaisquer de argilas. Essas partículas possuem alta capacidade de retenção de água, o que aumenta a disponibilidade de água para as plantas.

Solos que apresentam estrutura laminar e granular geralmente são mais suscetíveis à erosão do que outros solos. Isso se dá porque quando a estrutura é laminar, a água penetra entre as lâminas e diminui o atrito entre elas, favorecendo a remoção de solos. Já na estrutura granular o raciocínio é o mesmo, só que os grãos de solo possuem maior facilidade de rolamento. A formação da estrutura do solo pode levar milhares de anos e o homem pode, em poucos anos, quebrar a estrutura do solo através de práticas excessivas de mecanização, como **ARAÇÃO** e **GRADAGEM.**

ARAÇÃO

Ação onde um **IMPLEMENTO** de disco ou não (arado) faz o revolvimento do solo.

IMPLEMENTO

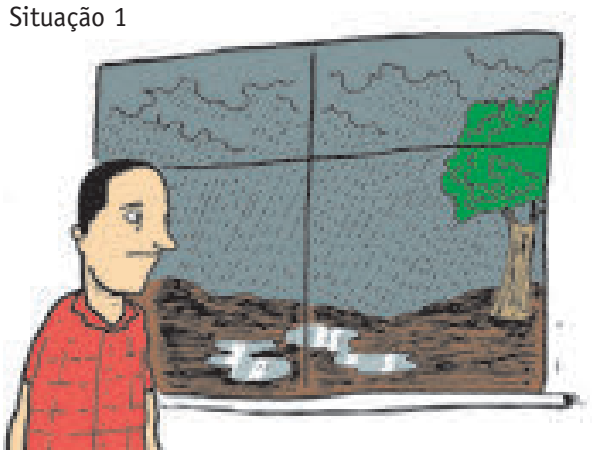
Objeto utilizado para realizar uma determinada prática, como, por exemplo, um arado, grade, até mesmo uma foice.

GRADAGEM

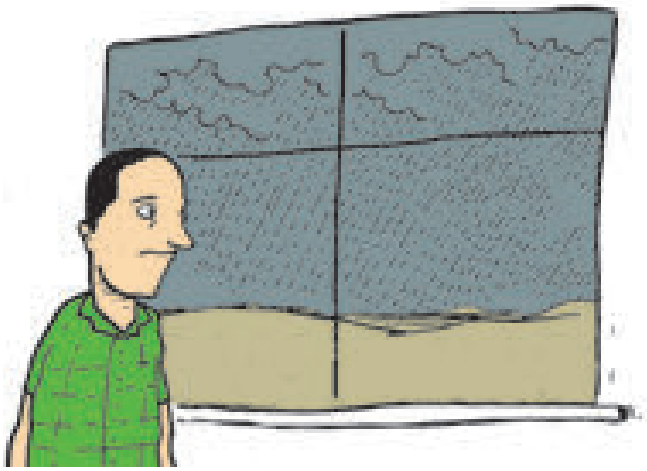
Prática onde um implemento de discos destorroa o solo revolvido pelo arado. (Destorrar significa quebrar os torrões do solo.)

Atividade 4 Atende ao Objetivo 4

Situação 1



Situação 2



a. Qual é o tipo de solo que encontramos na situação 1 e 2? Argiloso ou arenoso?

b. O solo argiloso apresenta maior teor do que qual tipo de partícula?

c. Quais propriedades das argilas permitem fazer um vaso?

Consistência: outra característica do solo influenciada pelas argilas

Outra característica importante do solo influenciada pelas argilas é a consistência.

Consistência é a variação da intensidade das forças de COESÃO e ADESÃO do solo sob influência da água. À medida que o solo vai recebendo água, as forças de coesão ficam fracas entre partículas semelhantes, como argila-argila, e o solo quebra-se com mais facilidade. Se mais água é adicionada ao solo, as forças de adesão entre partículas semelhantes aumentam de intensidade. De acordo com o teor de água no solo, ele apresenta variação na consistência, podendo ser:

- duro;
- friável,
- plástico;
- pegajoso.

COESÃO

Interação ou ligação de partículas adjacentes dentro de um mesmo corpo, como a ligação de partículas de argilas entre si.

ADESÃO

Interação ou ligação entre a superfície de corpos distintos, como a aderência de partículas de solos às máquinas, calçados etc.

Vamos ver como podemos identificar cada um deles?

Solo duro

O solo duro dificilmente quebra quando o comprimimos entre os dedos indicador e polegar. Para fazer o teste, basta pegar um torrão seco e comprimi-lo entre os dedos.

Solo friável

Quando pegamos um torrão úmido e o apertamos entre os dedos indicador e polegar conseguimos quebrá-lo com relativa facilidade. Isso indica que o solo está friável. Nesse caso, a influência da água é máxima na redução das forças de coesão e adesão. É nesse estágio de consistência que o solo deve ser trabalhado para aração, gradagem e outras operações.

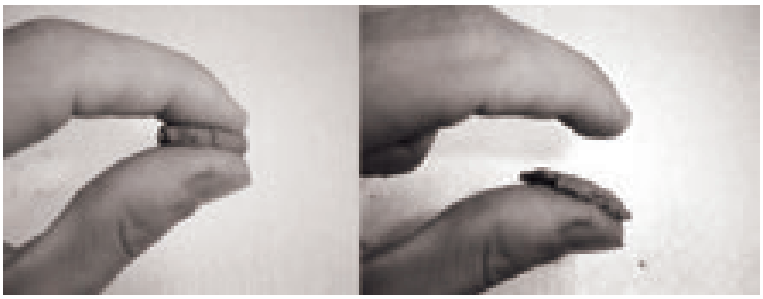
Solo plástico

Quando o solo está molhado, apresenta consistência plástica, ou seja, se for moldado, permanece na forma moldada. Para avaliar se um solo está plástico, basta pegar uma porção de solo e tentar fazer um cilindro com 1 cm de diâmetro. Se você conseguir formar um cilindro e este não se quebrar, o solo está na consistência plástica.

Nesse estágio de consistência, não devemos trabalhar o solo para a agricultura, pois ele será moldado pelo implemento e permanecerá na forma moldada. Isso é muito comum quando o solo é arado nesta consistência.

Solo pegajoso

Quanto mais água é adicionada ao solo, mais ele fica molhado e com a consistência pegajosa. Isso é fácil de perceber quando pegamos uma porção de solo e ele gruda entre os dedos, não soltando com facilidade.



Fonte: http://www.casa.bio.br/geografia/material2007/Experimentoteca/experimentotecasolos10.pdf

Figura 2.10: A consistência pegajosa é determinada quando comprimimos uma pequena porção de solo entre os dedos e ela não se solta com facilidade.

Nesse estágio de consistência, o solo não deve ser trabalhado, pois o maquinário (trator, arado, grade etc.) trafegará com dificuldades na área e o serviço não terá o resultado esperado.

Atividade 5 Atende ao Objetivo 5

Numa bela manhã de domingo, no sítio da sua família, seu pai lhe pergunta: "Filho, podemos arar este terreno amanhã para plantar feijão?" Lembre-se de que, antes de responder a seu pai, você deverá avaliar a consistência do solo.

a. Como você avalia, em campo, a consistência do solo?

b. Se o solo estiver pegajoso, quais são suas características? Identifique, nas opções a seguir, quais são elas:

1. ( ) Ao esfregar o solo entre os dedos indicador e polegar você sentirá a sensação de vidro moído entre os dedos.

2. ( ) Ao esfregar o solo entre os dedos indicador e polegar você sentirá a sensação de talco entre os dedos.

3. ( ) Ao tentar moldar uma porção de solo, você não conseguirá, pois ele ficará aderido aos seus dedos.

c. É aconselhável trabalhar um solo pegajoso? Por quê?

Resumindo...

- O solo é constituído de minerais, ar, água e material orgânico.
- O material orgânico é originado da decomposição da matéria viva, tendo como base o carbono.
- A proporção dos gases no ar do solo é diferente do ar atmosférico que respiramos.
- Os minerais são formados pela união de um mesmo elemento químico ou por diferentes elementos químicos.
- A água e o ar concorrem pelo mesmo espaço no solo, os poros.
- A água presente no solo é proveniente das chuvas, da elevação do lençol freático e de atividades como irrigação.
- A fração mineral é dividida levando-se em consideração o diâmetro das partículas.
- Dentre as partículas de areia, silte e argila que compõem a fração mineral, a fração argila tem grande importância, devido a fenômenos que nela ocorrem, como a troca catiônica.
- As argilas silicatadas são compostas por tetraedros de sílica e octaedros de alumínio.
- As argilas silicatadas dividem-se em argilas 1:1 e 2:1.
- A união das partículas, areia, silte e argila forma os agregados, e a união dos agregados forma a estrutura do solo.
- Consistência é a variação da intensidade das forças de coesão e adesão do solo sob influência da água.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, continuaremos a ver as propriedades dos solos: textura, cor e porosidade.

Respostas das Atividades

Atividade 1

(e) Água

(b) Fornecimento de nutrientes para as plantas e animais

(g) Mineral

(c) Ar

(f) Proporciona o transporte de nutrientes no solo, além de participar da atividade metabólica dos seres vivos

(h) Fornecimento de nutrientes inorgânicos para as plantas

(a) Material orgânico

(d) Fornecimento de gases importantes para respiração dos seres vivos.

Atividade 2

1.

a. 6 % de partículas com diâmetro entre 20 e 2 mm (7);

b. 30 % de partículas com diâmetro menor que 0,002 mm (3);

c. 20 % de partículas com diâmetro entre 2 e 0,2 mm (4);

d. 15 % de partículas com diâmetro entre 0,05 e 0,002 mm (5);

e. 2 % de partículas com diâmetro maior que 200 mm (1);

f. 20 % de partículas com diâmetro entre 0,20 e 0,05 mm (6);

g. 7 % de partículas com diâmetro entre 200 e 20 mm (2).

2.

a. Fração grosseira = areia + silte = 20% + 20% + 15% = 55%.

b. Pedregosidade = cascalhos + calhaus + matações = 6% + 7% + 2% = 15%.

Atividade 3

(F) Solos que possuem alto teor de argilas silicatadas 2:1 apresentam menor rachaduras que solos com maior teor de argilas oxídicas.

(F) As argilas oxídicas, após sofrerem a atuação do intemperismo, darão orgiem às argilas silicatadas 1:1.

(V) Em regiões onde as chuvas são escassas há maior possibilidade de ocorrências nos solos de argilas silicatadas 2:1.

(V) Quanto maior a CTC de um solo, maior a capacidade de reter nutrientes para as plantas.

2. Os adubos contêm combinações de elementos químicos que ao reagirem no solo liberam cátions ou ânions. No caso, os cátions são adsorvidos pelas argilas e controlados pela CTC. A CTC retém e disponibiliza os íons ao solo. É como se fosse um ímã, onde as argilas (ímã) retêm os íons, que são liberados ao solo lentamente. Lembre-se de que a CTC é um conceito teórico e estimado.

Atividade 4

Solos argilosos por denominação apresentam maior teor de argilas, e quanto maior o teor de argila silicatadas de um solo, maior será a superfície de contato e CTC, proporcionando maior atração e retenção de partículas, incluindo a água.

Atividade 5

a. Pegando-se uma porção de solo e esfregando-a entre os dedos indicador e polegar. Se ela quebrar com facilidade, o solo estará na consistência friável. Se você conseguir moldá-lo, sem quebrá-lo, estará na consistência plástica, mas, se, ao tentar moldá-lo, o solo ficar aderido às suas mãos, o mesmo estará na consistência pegajosa.

b. Frase correta: Ao tentar moldar uma porção de solo, você não conseguirá, pois ele ficará aderido aos seus dedos.

c. Não, pois solo pegajoso adere com facilidade aos materiais, como pneus, enxadas e outros implementos. Com isso, haverá alto gasto de energia e o trabalho não terá o efeito esperado.

Referências bibliográficas

ARAGUAIA, Mariana. Constituição do solo. Disponível em: <http://www.brasilescola.com/biologia/constuicao-solo.htm>

CONSTITUIÇÃO do solo. Disponível em: <http://www.colegioweb.com.br/biologia/constituicao-do-solo>

GEÓFAGOS. Disponível em: <http://lablogatorios.com.br/geofagos/tag/composicao-fisica-do-solo/>

Disponível em: <http://w3.ufsm.br/msrs/Textos%20download/Apresentacoes%20aulas%20palestras/Propriedades%20fisicas%20do%20solo%20-%20Reichert_Reinert.pdf>

Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/museudpm/rochas/index.html>

Disponível em: <http://dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Solo>

LEPSCH, IGO F. Formação e Conservação dos Solos. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa, MG: Jard Produções Gráficas, 1995. 304p.

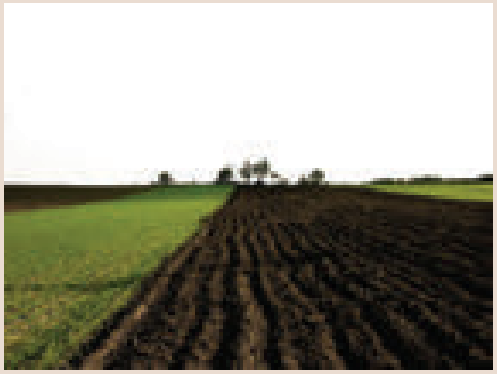
Propriedades de solo II – Textura, cor e porosidade

Aula 3

Adilson de C. Antônio

Roger Waleson

Roger Waleson



Krzysztof Nikiforuk

Fonte: www.sxc.hu

Meta

Apresentar textura, cor e porosidade como características qualitativas e quantitativas que identificam as classes de solos.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. determinar a classe textural dos solos;
2. identificar as diferentes classes texturais;
3. descrever como é originada a cor nos solos;
4. identificar fatores que alterem a porosidade dos solos.

Pré-requisito

Para um bom aproveitamento nesta aula, é importante que você reveja o conteúdo sobre teor de argila apresentado na Aula 2.

Cor e textura nos dão boas pistas para o manejo do solo

Quando trabalhamos os solos, precisamos ficar atentos a algumas características, como a cor. Ela nos serve de pista para iniciar o manejo do solo. A cor dos solos nos informa, por exemplo, o teor de ferro e matéria orgânica presente, o que influencia na adubação. Já a textura informa o tamanho das partículas presentes nos solos, o que influencia o tamanho dos poros e, assim, a infiltração e retenção de água nos solos.

Mais detalhamento sobre as características aqui citadas será visto no decorrer desta aula.

Textura

Textura é o termo utilizado para designar a proporção em que se encontram os diferentes tamanhos de partículas, em determinada massa de solo. O termo granulometria refere-se ao tamanho das partículas presentes no solo.

A textura refere-se à porcentagem de areia, de silte e de argila (partículas do solo) em uma amostra de **Terra Fina Seca ao Ar (TFSA)**. A textura é a propriedade física do solo que menos sofre alteração ao longo do tempo. Isso porque quanto mais simples se tornam as partículas (compostas de poucos elementos, como a goethita FeOOH ou hematita Fe_2O_3), mais intensa deve ser a ação do intemperismo para provocar modificações nestas partículas.

Com todas essas importâncias, é essencial que você aprenda logo como discriminar solos com diferentes teores de areia, silte e argila! Vamos começar?

Terra Fina Seca ao Ar (TFSA)

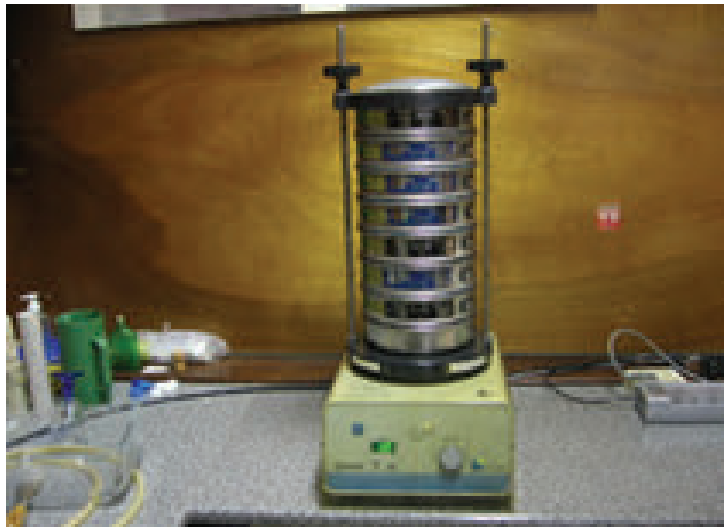
O material utilizado para realizar as análises em laboratório. Quando enviamos uma amostra de solo para o laboratório, essa amostra é deixada em ambiente seco e à sombra para secar. Depois, o solo é destorroado, ou seja, as partes aglomeradas são desmanchadas, e é passado em peneira de 2 mm.

O que passar nessa peneira é a TFSA e fica armazenado para análises como as que você vai aprender nesta aula.

Determinação da composição granulométrica

Uma vez obtida a TFSA, essa é peneirada, em peneira de 0,2 mm de diâmetro, para separação da fração areia (fica retida na peneira) das frações silte e argila (que passam pela peneira).

Fonte: http://www.geotecnia.ufjf.br/MECSOL/Image34.gif.



Fonte: http://www.lnec.pt/laboratorios/leg/imagens/porometria4.png

Figura 3.1: À esquerda estão as peneiras de diferentes diâmetros utilizadas na determinação da granulometria. À direita, um agitador mecânico de peneiras. Nele as peneiras são empilhadas do maior diâmetro para o menor.

A separação da fração argila da fração silte é feita por meio da sedimentação diferencial das partículas. Neste caso, a separação da argila e silte é baseada no tempo em que as partículas levam para chegar até o fundo de um recipiente contendo água. As argilas levam mais tempo para chegar ao fundo do recipiente, ou seja, o silte sedimenta primeiro que as argilas.

Dessa maneira, pela análise mecânica (ou granulométrica), obtém-se uma distribuição quantitativa expressa em porcentagem das frações areia, silte e argila presentes na terra fina seca ao ar (TFSA).

Determinação da classe textural

Após a determinação das porcentagens das frações areia, silte e argila, o solo é classificado quanto à sua textura utilizando-se o triângulo textural.

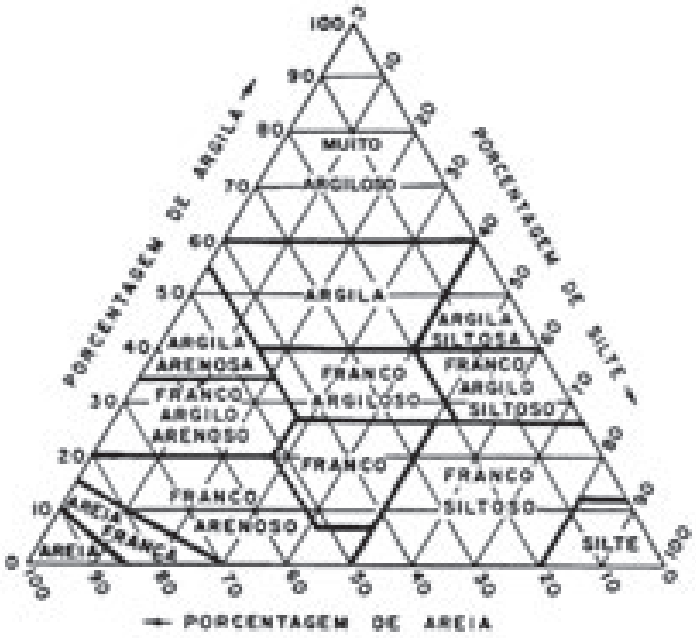


Figura 3.2: Triângulo textural, utilizado para a determinação das classes texturais do solo.

Assustado com a quantidade de informações no triângulo? Calma! O triângulo textural realmente parece complexo, mas vamos aprender como olhar uma parte de cada vez, para facilitar sua utilização. Veja como é fácil!

As laterais do triângulo textural

Cada lado do triângulo representa uma escala, de zero a 100%, de argila, silte e areia. A escala é crescente no sentido das setas. Na base de uma seta se encontra 0% do material, enquanto na ponta da seta, 100% do material.

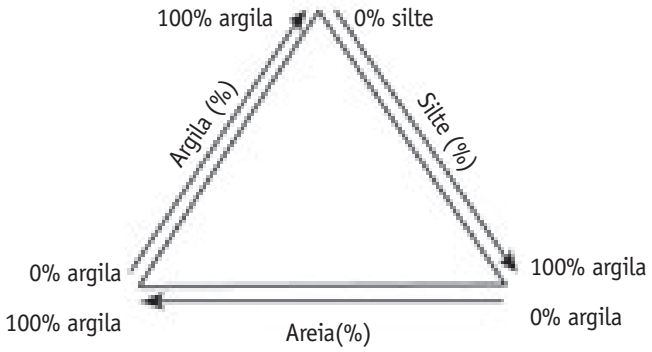


Figura 3.3: As laterais do triângulo textural referem-se às porcentagens de argila, silte e areia na amostra analisada.

As setas internas do triângulo textural

Para encontrar a classe textural de uma amostra de TFSA, imaginamos as setas tracejadas conforme o exemplo a seguir. É importante tracejar a seta com ângulos conforme os mostrados na **Figura 3.3**!

A base da seta tracejada parte do lado do triângulo que marca a porcentagem de determinado material. Por exemplo: um solo com 50% de silte terá sua seta tracejada saindo da metade do lado que representa silte.

Como temos três porcentagens de materiais diferentes, teremos três setas.

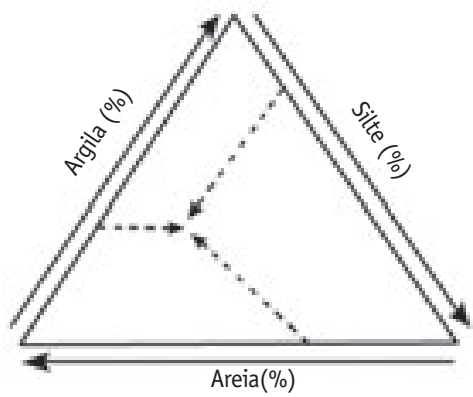


Figura 3.4: Setas tracejadas que seguem umas em direção às outras. No ponto onde as setas se encontram, está marcado o tipo de classe textural da amostra.

Atenção!

Para a determinação da classe textural ser feita da forma correta, as setas tracejadas devem ser feitas conforme mostrado na **Figura 3.3**:

- a seta tracejada que parte do lado correspondente à "argila" deve ser paralela ao lado da "areia";
- a seta tracejada que parte do "silte" deve ser paralela ao lado da "argila";
- a seta tracejada que parte do lado da "areia" deve ser paralela ao lado do **silte**.

Essas três setas se encontrarão em algum ponto do interior do triângulo textural. E é nesse ponto que descobriremos a textura do solo da amostra. Veja na seção a seguir.

O ponto de encontro das setas

Para encontrar este ponto comum onde as setas tracejadas se tocam, basta olhar em que área do triângulo textural essa interseção se encontra. O ponto de encontro das pontas das setas vai estar sobre uma área nomeada no triângulo. Esse nome é a classe textural da sua amostra!

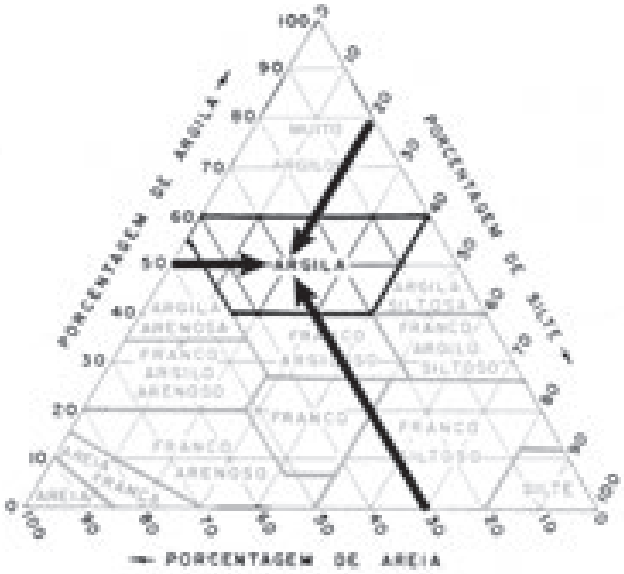
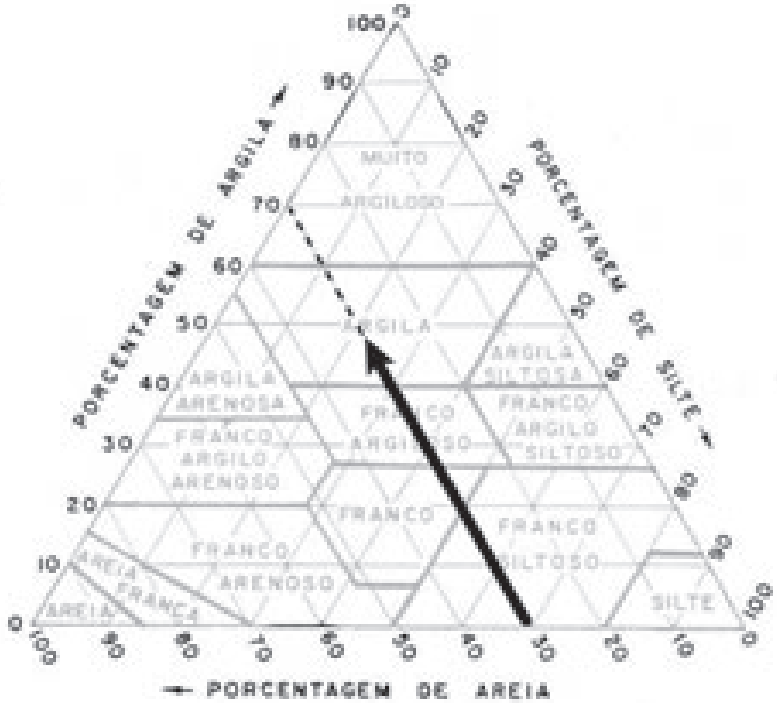


Figura 3.5: Ao final da análise, a região onde as três setas se encontram indica a classe textural da amostra analisada.

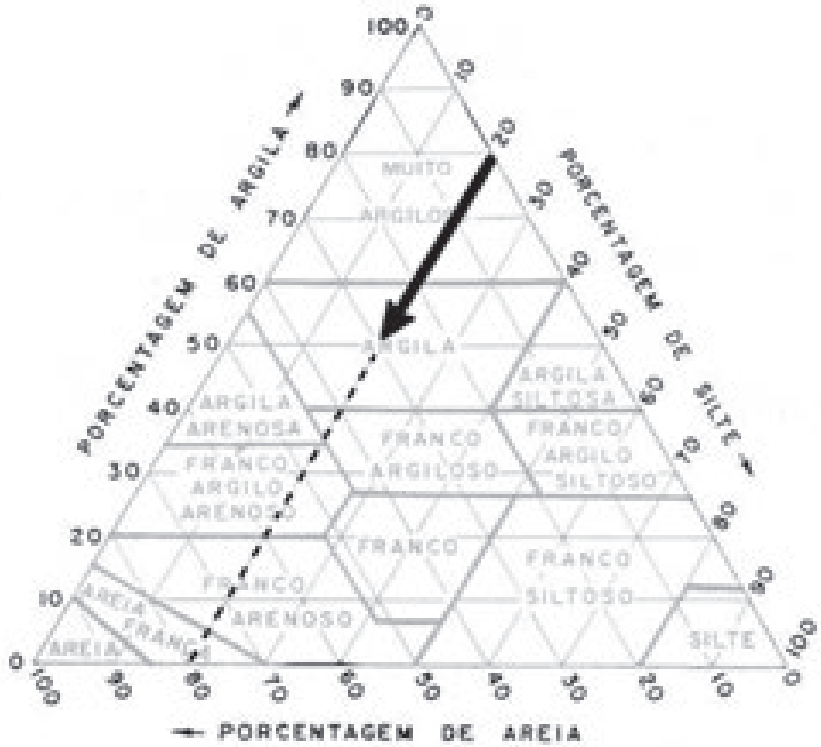
Ainda está confuso para entender? Vamos a um exemplo organizado passo-a-passo para que você seja capaz de identificar qual a classe textural de um solo que possui 30% de areia, 20% de silte e 50% de argila.

1º passo: Para começar, você deve encontrar as porcentagens nos lados apropriados do triângulo.



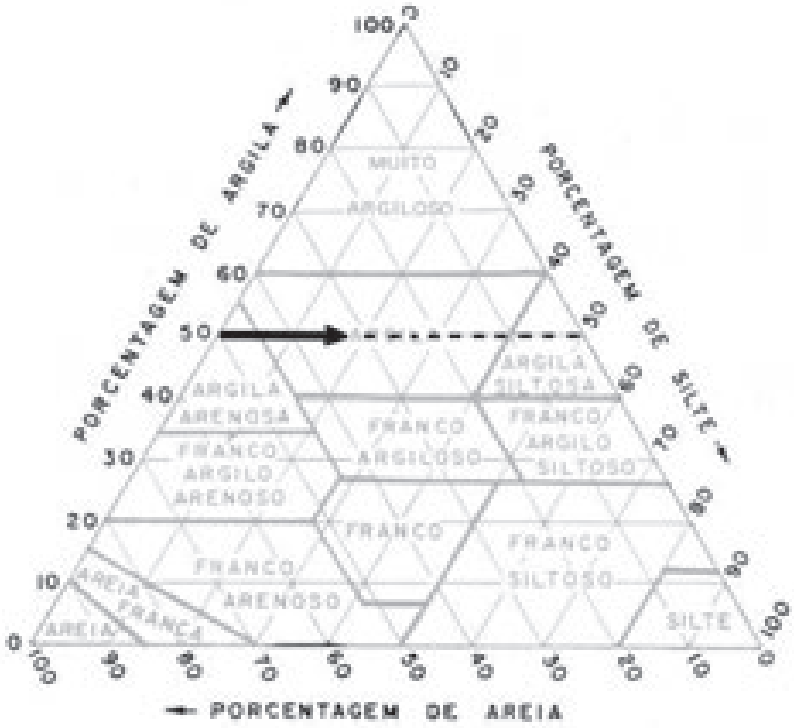
- 30% para areia;

Figura 3.6: A seta representa a porcentagem de areia na amostra: 30%.



- 20% para silte;

Figura 3.7: A seta representa a porcentagem de silte na amostra: 20%.



• E 50% para argila.

Figura 3.8: A seta representa a porcentagem de argila na amostra: 50%.

2º passo: Agora basta checar onde as setas se encontram. Para isso, represente-as todas juntas no triângulo textural.

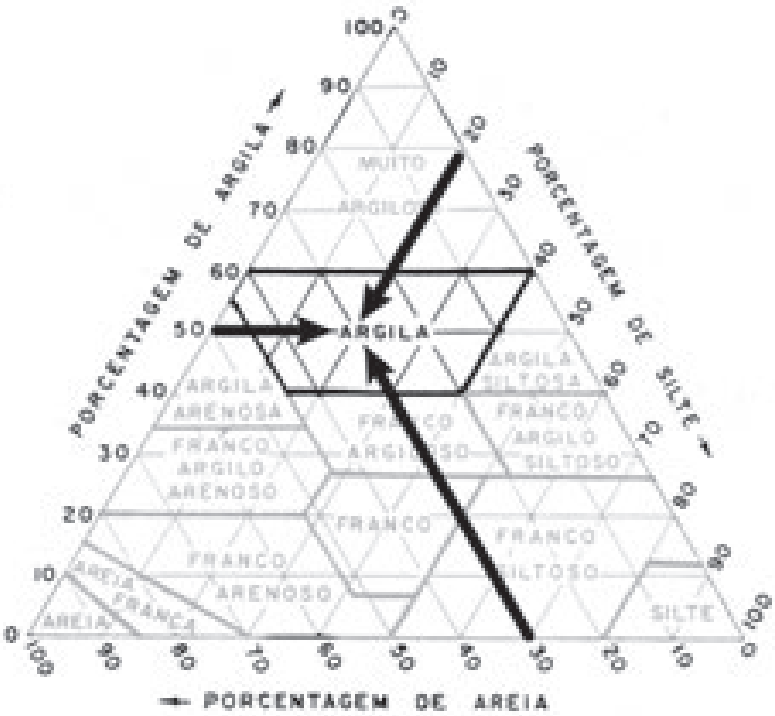


Figura 3.9: As setas se encontram sobre a região do triângulo com o nome da classe textural da nossa amostra.

Feito isso, qual a classe textural da amostra? A classe textural dessa amostra de TFSA é argila! Viu como foi fácil?

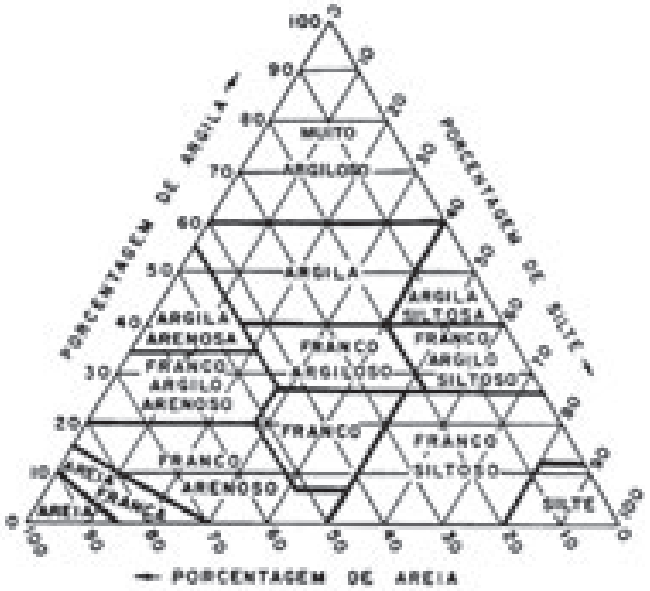
David Ritter

Fonte: www.sxc.hu

Figura 3.10: Solo com alto teor de argila.

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

Agora que você viu como utilizar um triângulo textural, vamos praticar. Qual a classe textural de um solo que possui 10% de argila, 10% de silte e 80% de areia? Utilize o triângulo a seguir para a resolução do problema.



Classes de textura

O conhecimento da textura do solo é muito importante em diversas áreas do conhecimento, mas em irrigação tem implicações diretas, pois influencia em diversos fatores, como, por exemplo:

- taxa de infiltração de água;
- aeração do solo;
- capacidade de retenção de água;
- nutrição da planta;
- aderência ou força de coesão nas partículas do solo.

Os teores de areia, silte e argila no solo influem diretamente na aderência aos implementos de preparo do solo e plantio, facilitando ou dificultando o trabalho das máquinas. Os trabalhos de preparo e plantio não devem ser feitos com o solo seco ou com o solo molhado. Isso porque quando os solos estão secos tendem a ficar muito duros, dificultando a penetração de implementos, e quando estão molhados tendem a ficar muito pegajosos e aderem aos pneus dos implementos, dificultando os trabalhos. Essa característica de aderência aos implementos é função do teor de argila no solo.

No triângulo textural existem diversas classes de textura. Entretanto, para simplificar as análises e suas aplicações, principalmente nas práticas de manejo, os solos podem ser agrupados em três classes de textura principais:

- Solos de textura arenosa (solos leves)

Ben Kaye-Skinner

Fonte: www.sxc.hu

Figura 3.11: A maioria das praias possui solo de textura arenosa.

Os solos de textura arenosa possuem teores de areia superiores a 70% e de argila inferior a 15%. São permeáveis, leves, com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e de baixo teor de matéria orgânica. Essas características proporcionam a esses solos facilidade de infiltração de água, porém a água não fica muito tempo retida. Isso acontece porque os poros são maiores e as partículas de areia não possuem íons em superfície (CTC) suficientemente fortes para:

– resistir à força da gravidade;

– manter água por muito tempo como nas argilas.

São solos de fácil preparo para o plantio, principalmente no uso de arados e grades. Como possuem baixa capacidade de retenção de nutrientes, precisam de manejo da adubação para disponibilizar os nutrientes às plantas em quantidade e na época exigida pela planta.

Erodibilidade

Capacidade de ser erodido, desgastado.

A matéria orgânica é bem-vinda nesses solos, pois melhora a retenção de água e nutrientes. Altamente susceptíveis à erosão, são solos que necessitam de cuidados especiais na reposição de matéria orgânica, no preparo do solo.

- Solos de textura média (solos médios)

Trabalhos de mecanização

Trabalhos realizados por implementos agrícolas, como a aração, gradagem etc.

Os solos de textura média apresentam equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila. Normalmente apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e nutrientes e índice médio de **erodibilidade**. Portanto, não necessitam de cuidados especiais, adequando-se a todos os métodos de irrigação.

- Solos de textura argilosa (solos pesados)

Compactação

Refere-se ao aumento da densidade (quantidade de massa por volume) do solo ocasionado pelo uso intenso de maquinário. O tráfico intenso de maquinário aumenta a pressão sobre o solo, aumentando sua densidade.

Os solos de textura argilosa (solos pesados) são solos com teores de argila superiores a 35%. Possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água e nutrientes. Esses solos apresentam maior força de coesão entre as partículas, o que dificulta a penetração de raízes e facilita a aderência do solo aos implementos, dificultando os **trabalhos de mecanização**.

Embora sejam solos mais resistentes à erosão, são altamente susceptíveis à **compactação**.

Esse tipo de solo merece cuidados especiais no seu preparo para plantio e outras atividades, principalmente quanto ao teor de umidade, no qual o solo deve estar com consistência friável.

Atividade 2 Atende ao Objetivo 2

Agora que vimos sobre cada uma das classes de textura dos solos, relacione as colunas:

1. Solos arenosos ( ) apresentam equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila; normalmente apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e nutrientes.
2. Solos argilosos ( ) possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%, são permeáveis, leves, com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e de baixo teor de matéria orgânica.
3. Solos médios ( ) são solos com teores de argila superiores a 35%, possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água e nutrientes.

Ferro: o lápis vermelho! E a matéria orgânica: o preto!

> Eu já vi o brilhante ficar mais opaco
> Eu não vou passar a minha vida sendo uma cor
> (Tradução de trecho da música *Black or White*, Michael Jackson)

A cor do solo é originada principalmente por compostos de matéria orgânica e ferro que contrastam com o fundo de cor branca dada pelos silicatos.

A matéria orgânica confere cor escura aos solos. Sendo assim, quanto maior o teor de matéria orgânica do solo, mais próximo da cor preta será sua coloração.

Os compostos que possuem ferro em suas moléculas são a hematita (Fe_2O_3 – óxido de ferro – cor vermelha) e a goethita (FeOOH – hidróxido de ferro – cor amarela). A hematita possui alto **PODER PIGMENTANTE**, sendo que cerca de 1% de hematita presente no solo já é capaz de alterar sua cor.

PODER PIGMENTANTE

Refere-se à capacidade do ferro, presente nas substâncias, em gerar a cor vermelha ou amarela. É por isso que muitos tipos de barro são avermelhados ou amarelados.

Observações feitas por técnicos do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (SNLCS), hoje responsabilidade transferida para a Embrapa Solos, apontam que a hematita está presente em solos de regiões que apresentam períodos de seca bem definidos durante o ano e com teores elevados de ferro. Já a goethita frequentemente se forma em solos de regiões que não possuem períodos de seca definidos e com baixos teores de ferro.

Solos submetidos a longos períodos de alagamento sofrem modificação na coloração, pois ocorre a redução do Fe^{3+} para Fe^{2+}, após ganhar um elétron da água. Com o alagamento, o Fe^{3+} que estava aderido às partículas de solo (formando a hematita e/ou goethita) é desprendido e vai para a água do solo na forma de Fe^{2+} (água que ocupa os espaços porosos), podendo ser levado para outros locais. Você já bebeu água em minas ou nascentes e sentiu um gosto de ferro? O ferro ali presente está na forma de Fe^{2+}. Esse fenômeno é muito comum nos Gleissolos, que estudaremos nas próximas aulas.

Saiba mais...

Hematita em Marte

A hematita pode ser formada por processos de sedimentação, processos climáticos ou em ambiente sem água. Em 2004, a sonda Opportunity, da NASA, descobriu em Marte pequenas esferas que acreditam ser feitas parcialmente ou principalmente de hematita. As esferas têm apenas alguns milímetros de diâmetro e acredita-se terem se formado como depósitos de rocha por sedimentação há bilhões de anos, quando havia água em Marte. O carro-sonda ("rover") usou seus instrumentos para testar como a hematita encontrada em Marte, em Meridiani Planum, foi formada. É o minério mais puro de ferro e também o mais caro. Se quiser saber mais informações sobre essa pesquisa em Marte, veja o *site* http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u10986.shtml

A cor, apesar de facilmente perceptível, é muito difícil de ser denominada. A fim de facilitar a classificação, foram criadas algumas escalas. Dentre essas escalas, a Carta ou Escala Munsell de Cores para Solos (Munsell Soil Color Charts, 1954) é a mais empregada pelos pedólogos.

Para saber como determinar a cor do solo pela Carta de Munsell, veja mais explicações sobre como utilizá-la no anexo ao final deste livro.

Atividade 3 Atende ao Objetivo 3

Quais os principais compostos responsáveis pela cor dos solos?

Porosidade

A porosidade relaciona-se com diversas características do solo, como:

- capacidade de armazenamento de água;
- locomoção de insetos e minhocas;
- compactação.

Os poros podem ser classificados como microporos, que apresentam diâmetro menor ou igual 0,05mm, e como macroporos, com diâmetro maior que 0,05mm.

A porosidade é determinada pela relação entre o volume de espaços vazios e o volume total de uma amostra de solo. E como é possível calcular isso?

Para fazer essa avaliação, é necessário uma amostra de solo, dividida em duas porções iguais. E são realizados os seguintes procedimentos:

– uma porção de solo seco é pesada;

– nela é adicionado o álcool. À medida que é acrescentado, o álcool ocupa o lugar em que estava a água. Logo em seguida, anota-se o volume gasto de álcool. Isso é feito para determinar o espaço ocupado pelas partículas de solo.

– a outra porção da amostra de solo seca é envolvida com parafina. A parafina impermeabiliza o solo, não deixando a água penetrar. Então, a amostra é mergulhada em água para determinar o volume ocupado pelo espaço vazio.

Fonte: http://www.es.gov.br/site/files/arquivos/imagem/labder3617.JPG

Figura 3.12: Para calcular a porosidade, é necessário começar pesando o solo seco.

A porosidade é influenciada pela textura do solo. Solos mais arenosos apresentam mais macroporos do que solos argilosos. Você se lembra da Aula 2, onde vimos a classificação das partículas do solo quanto ao tamanho? Nela vimos que:

as partículas de areia > as partículas de silte > as partículas de argila

Veja o que acontece com essas partículas no solo (**Figura 3.13**). Se o solo for constituído só por partículas de areia, o espaço entre as partículas é maior devido ao seu tamanho. Ou seja, maior porosidade. À medida que o tamanho das partículas diminui, menor é o espaço entre elas, pois ocorre um melhor encaixe. Veja a amostra de solo constituída só por partículas de silte ou só por argila. Repare como a porosidade diminui.

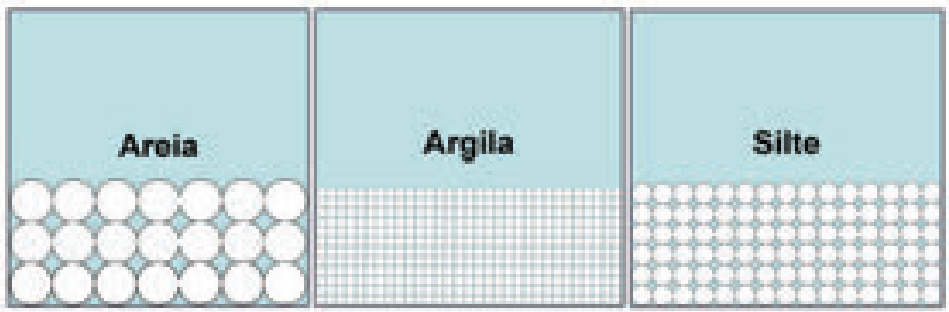


Figura 3.13: Diferença da porosidade entre um solo arenoso, argiloso ou constituído só por silte.

O mais comum é que as partículas de argila, silte e areia estejam todas misturadas num determinado solo. Uma possibilidade é a que observamos na **Figura 3.14**.

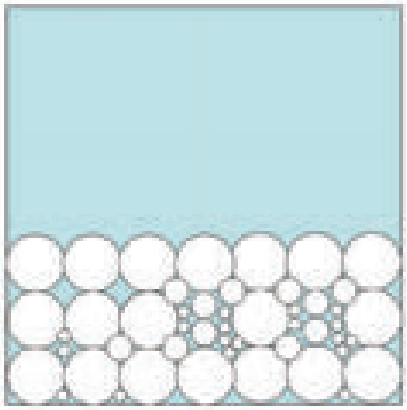


Figura 3.14: Essa amostra de solo é constituída de partículas de areia, silte e argila. Veja como as partículas se acomodam e como isso influencia na porosidade do solo.

A atividade biológica influencia a porosidade. Essa atividade pode conferir galerias aos solos, como no caso das minhocas e das raízes das plantas que, ao se decompor, favorecem a formação de poros.

Mas qual a importância dos poros? É através dos poros que os gases e a água são distribuídos no solo. À medida que os poros são ocupados por água, há uma redução do espaço para os gases e vice-versa.

Então, chegamos ao final desta aula. Vimos que o solo possui textura, cor e porosidade, que são características importantes para o manejo dos solos. Diante das informações vistas aqui, procure aprofundar mais e discutir com os colegas para preservar este bem chamado solo.

Atividade 4 Atende ao Objetivo 4

João coletou duas amostras diferentes de solo. Uma era argilosa e outra arenosa. Ele deseja calcular a porosidade do solo e para isso deveria realizar os procedimentos que descrevemos anteriormente. Mas ele não possui o equipamento necessário para realizar tal procedimento.

a. Mesmo sem fazer este cálculo, você pode dizer qual delas apresentará maior porosidade. Seria a argilosa ou a arenosa?

b. No solo menos poroso, João quer aumentar sua porosidade. Qual conselho prático você lhe daria para aumentar a porosidade do terreno?

c. Você poderia explicar a João qual fator é característico do solo e influencia diretamente na sua porosidade?

Resumindo...

- A textura refere-se à porcentagem de areia, silte e argila (partículas do solo) em uma amostra de terra fina seca ao ar (TFSA).
- Após a determinação das porcentagens das frações areia, silte e argilas, o solo é classificado quanto à sua textura utilizando-se o triângulo textural.
- Os compostos de ferro e matéria orgânica são os principais responsáveis pela coloração dos solos.
- A cor, apesar de facilmente perceptível, é muito difícil de ser denominada. A fim de facilitar a classificação, foram criadas algumas escalas; dentre elas a Carta ou Escala Munsell de Cores para Solos (Munsell Soil Color Charts, 1954).
- A porosidade refere-se à porção do solo ocupada pelo poros. Os poros podem ser classificados como microporos, que apresentam diâmetro menor ou igual 0,05mm, e como macroporos, com diâmetro maior que 0,05mm.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, veremos como os solos são agrupados para fins de classificação e melhor compreensão de suas características e manejo.

Respostas das Atividades

Atividade 1

Areia franca

Atividade 2

1. Solos arenosos	(3) apresentam equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila; normalmente apresentam boa drenagem, boa capacidade de retenção de água e nutrientes.
2. Solos argilosos	(1) possuem teores de areia superiores a 70% e o de argila inferior a 15%, são permeáveis, leves, com baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e de baixo teor de matéria orgânica.
3. Solos médios	(2) são solos com teores de argila superiores a 35%, possuem baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água e nutrientes.

Atividade 3

Como vimos, a cor do solo é originada principalmente por compostos de ferro e matéria orgânica que contrastam com o fundo de cor branca dada pelos silicatos. Os compostos que possuem ferro em suas moléculas são a hematita (cor vermelha) e a goethita (cor amarela). A matéria orgânica confere aos solos cor preta.

Atividade 4

a. Arenosa.

b. Incluir minhocas para que elas pudessem fazer galerias no solo, aumentando assim a porosidade. Outra opção seria enriquecer o solo com matéria orgânica.

c. Sua textura, pois a forma como as partículas de diferentes tamanhos estão arranjadas influencia no espaço para a passagem de água e ar.

Referências bibliográficas

Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/museudpm/banco/oxidos/oxidos.html>

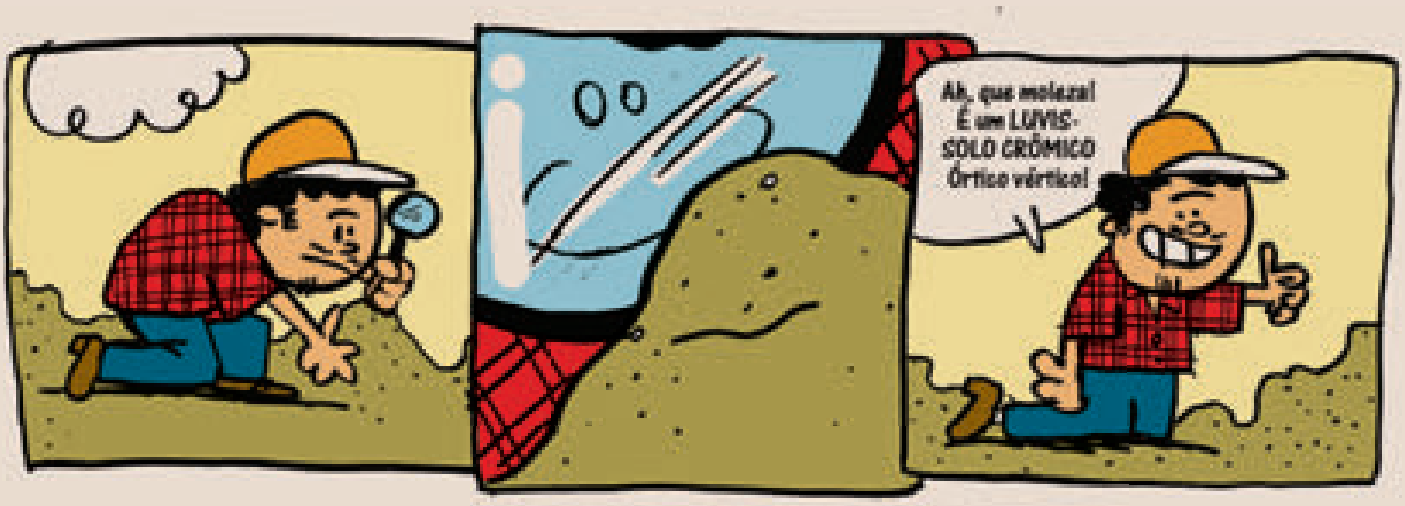
LEPSCH, IGO F. Formação e Conservação dos Solos. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. de; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa, MG: Jard Produções Gráficas, 1995. 304p.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBS)

Aula 4

Adilson de C. Antônio



Meta

Apresentar a hierarquia do sistema brasileiro de classificação de solos.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. aplicar a nomenclatura determinada pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS;

2. relacionar as ordens de solos do SiBCS ao seu horizonte diagnóstico;

3. determinar o tipo de solo utilizando a chave de classificação dos solos.

Pré-requisito

Antes de iniciar esta aula, você deve relembrar as Aulas 2 e 3, que tratam das propriedades dos solos, pois, para classificar os solos, usaremos essas propriedades.

Ordem e progresso! Ordenar e classificar para entender

Você já se perguntou por que classificamos as coisas? Com os solos não é diferente. Por que classificar os solos?

A classificação visa à organização do conhecimento. No caso da classificação dos solos, essa organização nos permite estabelecer relações com o ambiente, possibilitando grupamentos de solos com características semelhantes para fins de estudos e transferência de conhecimento.

Fonte: www.sxc.hu

Figura 4.1: A classificação procura a organização. Para isso, devem ser estabelecidos parâmetros para a organização de grupos. Nesse exemplo, a forma coloca todos num mesmo grande grupo, enquanto a cor permite formar grupos menores.

Desde muito tempo, o homem iniciou a classificação dos solos por ter observado que a cor, a textura e outras propriedades dos solos variavam na paisagem. Também observou que os solos apresentavam comportamento diversificado em função dessas características e do seu uso. O homem passou, então, a agrupar os solos em classes (grupos) com propriedades semelhantes. De forma **EMPÍRICA**, ele começou a separar os solos baseado em critérios básicos:

O **EMPIRISMO** acredita que todo conhecimento provém da observação e da experiência, ou seja, baseia-se em fatos ocorridos.

- quanto à fertilidade dos solos:
  - pobres: também chamados de solos fracos, devido à sua baixa fertilidade;
  - solos ricos: também chamados de gordos devido à sua alta fertilidade.
- quanto à presença de água no solo:
  - solos úmidos;
  - solos secos.

Fonte: http://www.eafst.gov.br/milho/milho%20001.jpg

Irum Shahid.

Fonte: www.sxc.hu

Figura 4.2: No início, a classificação dos solos só os identificava em rico ou pobre e úmido ou seco.

Para facilitar a propagação desse novo conhecimento, o homem deu nome às classes de solo. Um exemplo dessas primeiras classificações é o termo massapé/massapê. Apesar de esse termo ser utilizado até hoje, ele não é adequado, pois não representa uma classe de solo, mas sim várias.

Em 1979, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) começou a ser estruturado. O SiBCS foi testado através de viagens de correlação e classificação de solos, excursões técnicas e congressos de solos e também nos levantamentos pedológicos executados em várias regiões do Brasil.

A classificação de um solo é obtida a partir dos dados do perfil que o representa:

- morfológicos (Ex.: estrutura);
- físicos (Ex.: textura);
- químicos (Ex.: teor de alumínio);
- mineralógicos (Ex.: percentagem de quartzo na porção areia).

Aspectos ambientais do local do perfil também são utilizados, tais como:

- clima;
- vegetação;
- relevo;
- material originário;
- condições hídricas;
- características externas ao solo;
- relações solo-paisagem.

Todas as características morfológicas são muito úteis para a caracterização e a classificação do solo. No entanto, algumas são particularmente indispensáveis, como a cor úmida e a cor seca dos horizontes superficiais (do horizonte A e do horizonte E) e as cores úmidas dos subsuperficiais, conforme a Carta de Cores Munsell (*Munsell Soil Color Charts*, 1994). Essas cores servem para definir os horizontes diagnósticos no SiBCS. Os horizontes diagnósticos representam um conjunto de propriedades que se associam e determinam uma classe de solo específica.

Vamos ver, agora, como os solos foram organizados no SiBCS.

Níveis categóricos do SiBCS

O SiBCS está dividido em níveis categóricos, com o objetivo de facilitar:

- a organização das informações e
- o entendimento das ordens de solos.

Cada nível representa um conjunto de informações que caracterizam os solos.

O SiBCS está dividido em seis níveis categóricos que obedecem uma ordem, ou seja, uma hierarquia:

1º nível categórico – ordens

2º nível categórico – subordens

3º nível categórico – grande grupo

4º nível categórico – subgrupo

5º nível categórico – família

6º nível categórico – séries

Atualmente, o SiBCS está organizado só até o 4º nível categórico, pois faltam informações necessárias para a caracterização dos 5º e 6º níveis categóricos.

Temos 13 ordens de solos listadas: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos Planossolos, Plintossolos e Vertissolos.

Veja, na **Tabela 4.1**, detalhes sobre a nomenclatura das ordens de solos.

Elemento formativo

O elemento que forma a palavra.

Etimologia

O estudo da origem e do histórico das palavras.

Tabela 4.1: Nomenclatura das ordens de solos.

Ordem	Elemento formativo	Etimologia
ARGISSOLO	ARGI	Esse prefixo tem origem no latim e se refere ao acúmulo de argila nesse tipo de solo.
CAMBISSOLO	CAMBI	*Cambiare* vem do latim, significa trocar.
CHERNOSSOLO	CHERNO	*Cher* tem origem russa, significa preto. Essa cor é característica de solos ricos em matéria orgânica, como o solo Chernozêmico.
ESPODOSSOLO	ESPODO	*Spodos* tem origem no grego, significa cinza madeira.
GLEISSOLO	GLEI	*Gley,* de origem russa, significa massa pastosa de solo. Representa um solo que apresenta excesso de água.

LATOSSOLO	LATO	Do latim *lat*, solo altamente intemperizado.
LUVISSOLO	LUVI	Do latim *luere*, lavar. Solos apresentando acúmulo de argila.
NEOSSOLO	NEO	*Néos*, de origem grega, significa novo, pouco evoluído.
NITOSSOLO	NITO	Do latim *nitidus*, significa brilhante. Solos que apresentam Horizonte B nítico.
ORGANOSSOLO	ORGANO	Do grego *organikós*, produtos oriundos de carbono.
PLANOSSOLO	PLANO	*Planus* do latim, significa plano, horizontal. Solos que apresentam horizonte B plânico.
PLINTOSSOLO	PLINTO	*Plinthos*, do grego, significa ladrilho, tijolo. Solos que possuem horizonte plíntico.
VERTISSOLO	VERTI	*Vertere*, do latim, significa movimento (expansão/ contração) na superfície do solo.

As ordens de solos são determinadas pelos horizontes diagnósticos que as compõem. A **Tabela 4.2** mostra algumas características e os respectivos horizontes diagnósticos de cada uma das 13 ordens do SiBCS.

Tabela 4.2: Tipos de horizontes diagnósticos e características associadas às ordens de solos.

Ordem	Características associadas
ARGISSOLO	Horizonte B textural
CAMBISSOLO	Horizonte B incipiente
CHERNOSSOLO	Horizonte A chernozêmico, preto, rico em bases
ESPODOSSOLO	Horizonte B espódico
GLEISSOLO	Horizonte glei
LATOSSOLO	Horizonte B latossólico
LUVISSOLO	Não apresenta horizonte diagnóstico. Saturado, acumulação de argila Ta (alta atividade).
NEOSSOLO	Não apresenta horizonte diagnóstico. Jovem, em início de formação.
NITOSSOLO	Horizonte B nítico
ORGANOSSOLO	Horizonte H ou O hístico
PLANOSSOLO	Horizonte B plânico
PLINTOSSOLO	Horizonte plíntico
VERTISSOLO	Horizonte vértico

Não fique preocupado com esse monte de nomes estranhos! Nas próximas aulas, discutiremos cada ordem de solo, juntamente com os horizontes diagnósticos que as definem, e suas particularidades, que afetam o manejo dos solos.

As subordens são separadas do 1º nível categórico por propriedades ou características dos solos, que refletem a atuação de outros processos de formação. São características tais como: cores do solo, teor de sódio, profundidade do solo, dentre outras.

Os grandes grupos são separados por características como: tipo de horizontes, atividade de argila, teor de alumínio, dentre outras.

Os subgrupos são diferenciados por características que representam os intermediários para as ordens, subordens e grandes grupos, como: teor de sódio, textura, dentre outras.

Até o momento, vimos que o SiBCS é estruturado em quatro níveis categóricos (ordem, subordem, grande grupo e subgrupo). Sendo que, para os níveis 5 e 6, faltam informações para identificação e caracterização.

A nomenclatura dos SiBCS é padronizada segundo a estruturação destes quatro níveis categóricos:

- ORDEM e SUBORDEM devem ser escritas com letras maiúsculas, uma seguida da outra;
- no Grande Grupo a primeira letra é maiúscula e as demais minúsculas;
- o subgrupo é representado com todas as letras minúsculas.

Vamos dar uma olhada no exemplo para entendermos melhor como é feita essa nomenclatura:

LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vértico

LUVISSOLO = ORDEM

Portanto, deve vir primeiro e com todas as letras em maiúsculo.

CRÔMICO = SUBORDEM

Vem após a Ordem, também em maiúsculas.

Órtico = Grande Grupo

Escrito após a Subordem, apenas com a inicial maiúscula. As demais letras são minúsculas.

vértico = subgrupo

Por fim, com todas as letras minúsculas.

Para classificar um solo corretamente, deve-se utilizar a chave de classificação até o 4º nível categórico do sistema: o subgrupo. Para entrar e prosseguir na chave, os usuários do sistema devem ter um conhecimento razoável das conceituações e definições básicas que compõem a organização do sistema:

- atributos diagnósticos (são características que definem os horizontes diagnósticos e, consequentemente, as ordens);
- horizontes diagnósticos superficiais;
- horizontes diagnósticos subsuperficiais.

Multimídia

Para saber mais sobre o sistema de classificação dos solos, dê uma olhada em www.pedologiafacil.com.br

http://200.20.158.8/blogs/sibcs/?page_id=148

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

Com relação à nomenclatura e organização do SiBCS, relacione as colunas:

1. Ordem	( ) planossólicos
2. Subordem	( ) ARGISSOLOS
3. Grande grupo	( ) AMARELOS
4. Subgrupo	( ) Distrocoesos

Como determinar o primeiro nível categórico do sistema de classificação de solos?

Veja, a seguir, na **Tabela 4.3** para determinação do 1º nível categórico do sistema de classificação de solos: o nível das ordens. Para utilizar essa tabela, você deve fazer a determinação dos horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais inicialmente. Feito isso, você deve seguir a ordem de apresentação das classes, ou seja, uma vez que a característica que define a classe foi atendida, você deve parar a classificação.

Por exemplo: um solo que possui horizonte B textural poderá ser classificado como LUVISSOLOS ou ARGISSOLOS. Mas, seguindo a sequência apresentada na **Tabela 4.3**, LUVISSOLOS vem primeiro e, então, tem preferência sobre os ARGISSOLOS. No entanto, é necessário observar se as demais características para LUVISSOLOS são atendidas. Caso não sejam, o solo poderá ser classificado como ARGISSOLOS.

Então, o que você deve fazer é seguir a sequência das informações apresentadas na **Tabela 4.3**; caso contrário, a classificação será prejudicada.

Tabela 4.3: Ordens e informações requeridas para identificar características de solos (vale lembrar que essa tabela é apenas um resumo da classificação dos solos).

Ordem	Características
ORGANOSSOLOS	Solos que apresentam horizonte hístico.
NEOSSOLOS	Outros solos sem horizonte B diagnóstico.
VERTISSOLOS	Outros solos com relação textural insuficiente para identificar um B textural e que apresentam horizonte vértico entre 25 e 100 cm de profundidade.
ESPODOSSOLOS	Outros solos que apresentam horizonte B espódico imediatamente abaixo dos horizontes E ou A.
PLANOSSOLOS	Outros solos apresentando horizonte B plânico não coincidente com o horizonte plíntico, imediatamente abaixo de horizonte A ou E.
GLEISSOLOS	Outros solos, apresentando horizonte glei, iniciando-se dentro de até 150cm da superfície do solo, imediatamente subjacente a horizontes A ou E ou horizonte hístico com menos de 40cm de espessura, sem horizonte plíntico dentro de 200cm da superfície, ou outro horizonte diagnóstico acima do horizonte glei.
LATOSSOLOS	Outros solos que apresentam horizonte B latossólico imediatamente abaixo do horizonte A.
CHERNOSSOLOS	Outros solos que apresentam horizonte A chernozêmico.
CAMBISSOLOS	Outros solos que apresentam horizonte B incipiente imediatamente abaixo do horizonte A ou de horizonte hístico.

PLINTOSSOLOS	Outros solos que apresentam horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, exceto quando coincidente com horizonte B plânico com caráter sódico.
LUVISSOLOS	Outros solos apresentando horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo do horizonte A ou E.
NITOSSOLOS	Outros solos que apresentam 350g/kg ou mais de argila, inclusive no horizonte A, com horizonte B nítico imediatamente abaixo do horizonte A, com argila de atividade baixa ou caráter alítico na maior parte do horizonte B, dentro de 150cm da superfície do solo.
ARGISSOLOS	Outros solos que apresentam horizonte B textural.

Atividade 2

Atende ao Objetivo 1

Agora, vamos exercitar um pouco. Relacione as colunas.

Ordem	Característica
1 . ARGISSOLOS	( ) presença de horizonte hístico.
2 . CAMBISSOLOS	( ) solos sem horizonte B diagnóstico.
3 . CHERNOSSOLOS	( ) solos com relação textural insuficiente para identificar um B textural e que apresentam horizonte vértico.
4 . ESPODOSSOLOS	( ) presença de horizonte B plânico.
5 . GLEISSOLOS	( ) presença de horizonte B latossólico.
6 . LATOSSOLOS	( ) presença de horizonte A chernozêmico.
7 . LUVISSOLOS	( ) presença de horizonte B incipiente.
8 . NEOSSOLOS	( ) presença de horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário.
9 . NITOSSOLOS	( ) presença de horizonte B espódico.
10 . ORGANOSSOLOS	( ) presença de horizonte glei.
11 . PLANOSSOLOS	( ) presença de horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta.
12 . PLINTOSSOLOS	( ) presença de horizonte B nítico.
13 . VERTISSOLOS	( ) outros solos que apresentam horizonte B textural.

Como uma utilizar a chave de classificação de solos?

A classificação de solos parece complicada, mas se você tiver entendimento das características que definem os níveis categóricos, o uso da chave de classificação é muito fácil.

Para facilitar o entendimento do uso da chave de classificação, nada melhor do que partir de um exemplo. Alguns dos termos que serão mencionados podem parecer estranhos num primeiro momento, mas eles serão detalhados nas próximas aulas.

Vamos supor que um solo possui horizonte B plânico. Seguindo a sequência da **Tabela 4.3**, ele será classificado no primeiro nível categórico como PLANOSSOLOS.

Planossolos

Feita a determinação da ordem, deve-se passar para os próximos níveis categóricos do SiBCS.

Vamos supor agora que o horizonte plânico apresenta caráter sódico.

Para o 2º nível categórico (subordem), temos as seguintes possibilidades:

Classes do 2º nível categórico (subordens)

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS: Solos apresentando horizonte plânico com caráter sódico imediatamente abaixo de um horizonte A ou E.

– PLANOSSOLOS HÁPLICOS: Outros solos que não se enquadram na classe anterior.

Veja que o caráter sódico foi atendido em PLANOSSOLOS NÁTRICOS. Logo, devemos parar nesta subordem. Como mencionado anteriormente, uma vez que a exigência foi atendida, para-se no item em questão.

Feita a determinação da ordem e subordem, vamos passar para os próximos níveis categóricos do SiBCS.

Vamos supor, agora, que o solo possua caráter sálico (CE > 7 dS/m, onde CE é a condutividade elétrica do solos – ela indica a presença de elementos que dificultam o desenvolvimento das plantas) dentro de 120 cm de profundidade.

Para o 3º nível categórico (grande grupo), temos as seguintes possibilidades:

Classes do 3º nível categórico (grandes grupos)

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Carbonáticos: solos com horizonte cálcico ou caráter carbonático, em um ou mais horizontes, dentro de 120cm da superfície do solo (Embrapa, 1977-1979, v.2, p.871, perfil 273).

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos: solos que apresentam caráter sálico (CE > 7 dS/m), em um ou mais horizontes, dentro de 120cm da superfície do solo. (Embrapa, 1975b, p.279, perfil 58).

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Órticos: outros solos que não se enquadram nas classes anteriores.

Veja que o caráter sálico foi atendido em PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos. Logo, paramos nesse grande grupo, uma vez que a exigência foi atendida.

Feita a determinação da ordem, subordem e grande grupo, passaremos para o 4º nível categórico do SiBCS: o subgrupo.

Vamos supor agora que o solo possua textura arenosa desde a sua superfície até o início do horizonte B plânico.

Para o 4º nível categórico (subgrupo), temos as seguintes possibilidades:

Classes do 4º nível categórico (subgrupos)

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos arênicos: Solos com textura arenosa desde a superfície do solo até o início do B plânico que ocorre entre 50 cm e 100 cm de profundidade, dentro de 200 cm da superfície do solo.

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos dúricos: Solos com caráter dúrico em um ou mais horizontes, dentro de 120 cm da superfície do solo.

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos flúvicos: Solos que apresentam ambos ou um dos seguintes requisitos:

- decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 120 cm da superfície do solo; e/ou
- camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 120 cm da superfície do solo.

– PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos típicos: Outros solos que não se enquadram nas classes anteriores.

Logo, no exemplo dado, o solo foi classificado como PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos arênicos.

Atividade 3 Atende ao Objetivo 3

Como seria classificado um solo que apresenta horizonte B plânico, presença de caráter sódico, horizonte cálcico ou caráter carbonático e caráter dúrico?

Lembre que a classificação de solos exige muito estudo e trabalhos de campo bem executados. Erros cometidos em campo não são corrigidos posteriormente. Aqui foi apresentada uma noção da hierarquia e uso da chave de classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS. Esse sistema é uma forma de organização do conhecimento dos solos, que facilita o entendimento e o manejo dos solos.

Resumindo...

- Antes da existência do SiBCS, os solos eram classificados de forma simples, como solos pobres, solos ricos, dentre outras.
- O SiBCS é uma forma de organização do conhecimento dos solos que facilita o entendimento das classes de solos, bem como o manejo destas.
- O SiBCS está dividido em 6 níveis categóricos (ordem, subordem, grande grupo, subgrupo, família e série), mas, atualmente, a classificação é feita somente até o 4º nível categórico (subgrupo).
- O SiBCS é composto de 13 ordens de solos: ARGISSOLOS, CAMBISSOLOS, CHERNOSSOLOS, ESPODOSSOLOS, GLEISSOLOS, LATOSSOLOS, LUVISSOLOS, NEOSSOLOS, NITOSSOLOS, ORGANOSSOLOS, PLANOSSOLOS, PLINTOSSOLOS e VERTISSOLOS.
- A classificação dos solos é feita seguindo a ordem da chave de classificação.

Informações sobre a próxima aula

Na próxima aula, trataremos das particularidades das ordens de solos e suas implicações na agropecuária.

Respostas das Atividades

Atividade 1

Com relação à nomenclatura e organização do SiBCS, relacione as colunas:

1. Ordem	(4) planossólicos
2. Subordem	(1) ARGISSOLOS
3. Grande grupo	(2) AMARELOS
4. Subgrupo	(3) Distrocoesos

Atividade 2

Ordem	Característica
1. ARGISSOLOS	(10) presença de horizonte hístico.
2. CAMBISSOLOS	(8) solos sem horizonte B diagnóstico.
3. CHERNOSSOLOS	(13) solos com relação textural insuficiente para identificar um B textural e que apresentam horizonte vértico.
4. ESPODOSSOLOS	(11) presença de horizonte B plânico.
5. GLEISSOLOS	(6) presença de horizonte B latossólico.
6. LATOSSOLOS	(3) presença de horizonte A chernozêmico.
7. LUVISSOLOS	(2) presença de horizonte B incipiente.
8. NEOSSOLOS	(12) presença de horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário.
9. NITOSSOLOS	(4) presença de horizonte B espódico.
10. ORGANOSSOLOS	(5) presença de horizonte glei.
11. PLANOSSOLOS	(7) presença de horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases alta.
12. PLINTOSSOLOS	(9) presença de horizonte B nítico.
13. VERTISSOLOS	(1) outros solos que apresentam horizonte B textural.

Atividade 3

PLANOSSOLOS NÁTRICOS Sálicos dúricos

Referências bibliográficas

LEPSCH, IGO F. *Formação e Conservação dos Solos*. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

MANUAL técnico de pedologia. Rio de Janeiro: IBGE, [2007]. 316 p. (Manuais técnicos em geociências, n. 4).

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. *Pedologia*: base para distinção de ambientes. Viçosa, MG: Jard Produções Gráficas, 1995. 304p.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.

SiBCS Embrapa Solos. *Blog do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Disponível em: <http://200.20.158.8/blogs/sibcs/?page_id=148>

Vamos começar pelas ordens: argissolos, cambissolos e chernossolos

Aula 5

Adilson de C. Antônio

Meta

Apresentar as ordens de solos: argissolos, cambissolos e chernossolos.

Objetivos

Ao final do estudo desta aula, você deverá ser capaz de:

1. descrever as seguintes ordens de solos:

   – argissolos,

   – cambissolos;

   – chernossolos.

2. diferenciar amostras de cada uma das três ordens de solos vistas nesta aula;

3. relacionar as características das três ordens de solos desta aula com o uso do solo.

Pré-requisitos

Para melhor aproveitamento da aula, você precisa rever:

– como estão distribuídos os horizontes no solo, assunto apresentado na Aula 1;

– CTC e características das argilas silicatas 1:1, assuntos apresentados na Aula 2;

– determinação da textura do solo, assunto apresentado na Aula 3;

– principal característica de ARGISSOLOS, assunto apresentado na Aula 4.

Que nome é esse? O que ele significa?

Na sua infância, você provavelmente brincou de modelar argila. Você deve ter percebido que quando adicionava água à argila, ela ficava mais maleável.

E quando ela ficava mais seca continuava maleável, mas tinha tendência a ficar quebradiça. O alto teor de argila é a principal característica nos argissolos.

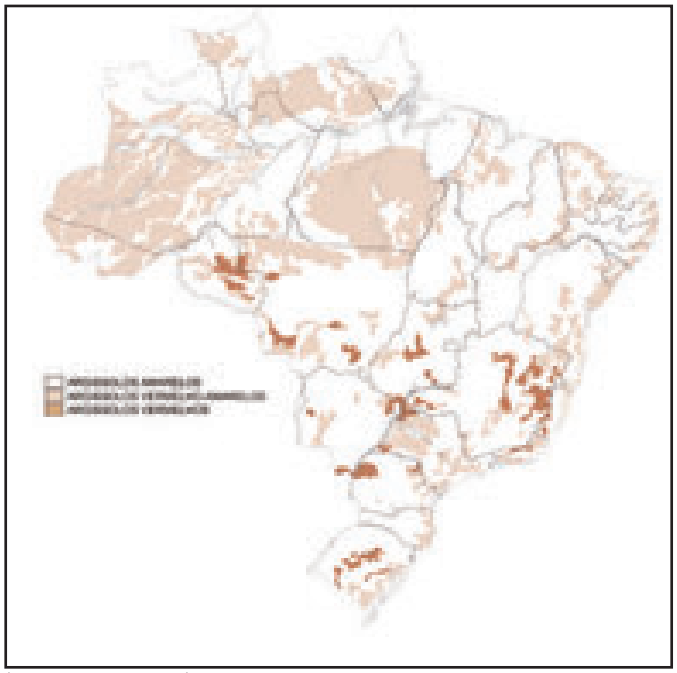
Na aula passada, vimos como os solos são classificados e começamos a nos familiarizar com os diferentes nomes de suas ordens. E bota diferente nisso!

Alguns nomes são de fácil associação à sua característica principal, como, por exemplo, os argissolos. Para outros nomes é preciso uma ajudinha de outras línguas para fazer essa relação, como é o caso dos cambissolos e chernossolos.

Nesta aula, vamos conhecer as características das ordens argissolos, cambissolos e chernossolos e suas implicações na agropecuária.

Argissolos

O nome argissolos é derivado do latim e significa, literalmente, solo de argila, ou seja, solos que acumulam argila. Os argissolos estão distribuídos por todo o território brasileiro, como você pode ver na **Figura 5.1**. A área de abrangência desse tipo de solo apenas é superada pela área de abrangência dos latossolos (outro tipo de solo que você vai aprender nas aulas seguintes).



(Fonte: IBGE – 2007.)

Figura 5.1: Distribuição dos argissolos no Brasil.
Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Você se lembra do que aprendemos na Aula 4? Vimos que os ARGISSOLOS têm como particularidade a presença do horizonte B textural (veja a **Figura 5.2**).

O horizonte B textural é caracterizado pelo alto teor de argila de baixa atividade (argila 1:1). Isso proporcionará um comportamento diferenciado em relação à água e à suscetibilidade à erosão que atuará diretamente no manejo dos solos, como veremos nesta aula.

Nos argissolos, o horizonte B textural pode ocorrer logo abaixo do horizonte A ou E. O horizonte A é um horizonte mineral superficial que ocupa geralmente os primeiros centímetros do solo. Já o horizonte E é caracterizado por perder argila para o horizonte abaixo dele. Quando a água passa através da porosidade dele, leva as partículas de argila para o solo subjacente. O solo que perde argila fica com textura arenosa.

Você viu, na Aula 1, algumas características do horizonte B. Agora, iremos olhar essa identificação mais a fundo! A identificação do horizonte B textural é feita com base nas seguintes características:

- textura franco-arenosa ou mais fina (mais de 15% de argila);
- incremento de argila em relação ao horizonte A ou E;
- espessura de pelo menos 10% da soma das espessuras dos horizontes sobrejacentes, com um mínimo de 7,5 cm;
- mudança textural abrupta;
- relação textural maior que 1,5.

Vamos, então, discutir as características do horizonte B textural, pois elas nos interessam para conhecermos o argissolo.

Figura5.2: Perfil com horizonte B textural. (Adaptado de IBGE, 2007.)

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Textura franco-arenosa ou mais fina (mais de 15% de argila)

Para determinação da textura do solo, reveja a Aula 3. Para que o horizonte apresente textura franco-arenosa ou mais fina, ele deve possuir mais de 15% de argila ou menos de 50% de silte e menos de 50% de areia.

Incremento de argila em relação ao horizonte A ou E

O incremento de argila no horizonte B textural diz respeito à argila vinda dos horizontes acima dele, A ou E.

Essa característica implica horizontes superficiais cada vez mais arenosos e, portanto, mais suscetíveis à erosão.

Espessura de pelo menos 10% da soma das espessuras dos horizontes sobrejacentes, com um mínimo de 7,5 cm

Se um solo possuir, por exemplo, horizontes A e B e a soma das espessuras desses horizontes for 150 cm, o horizonte B, para ser B textural, deve ter pelo menos 15 cm de espessura. Isso porque 10% de 150 cm são 15 cm. Caso essa espessura dê um valor abaixo de 7,5 cm, o solo será classificado em outra ordem.

Mudança textural

A mudança textural abrupta consiste em aumento no teor de argila em uma pequena distância na vertical (menor que 2,5 cm) na região de transição entre o horizonte A ou E e o horizonte B (**Figura 5.3**). No geral, esse aumento no teor de argila é o dobro do horizonte A ou E para o horizonte B em uma distância de 7,5 cm. Geralmente, a espessura da região de transição é determinada pela semelhança de cor de cada horizonte.

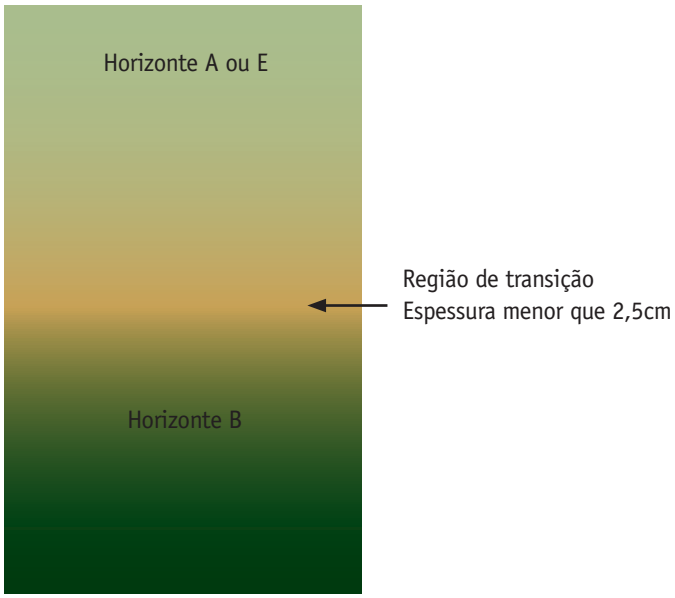


Figura 5.3: Esquema mostrando a mudança textural abrupta característica do horizonte B textural dos argissolos. A variação da cor que ocorre entre os horizontes está representando o acúmulo de argila, onde a argila proveniente do horizonte A ou E migra para o horizonte B.

Ao tentarmos delimitar um horizonte do outro num barranco, poderemos encontrar dificuldades para demarcar o início e o fim entre dois horizontes. Isso se deve à região de transição entre dois horizontes descrita na figura anterior. Essa região sofre variação quanto à espessura, podendo receber as seguintes denominações:

– abrupta: quando a faixa de separação é menor que 2,5 cm;

– clara: quando a faixa de separação varia entre 2,5 e 7,5 cm;

– gradual: quando a faixa de separação varia entre 7,5 e 12,5 cm;

– difusa: quando a faixa de separação é maior que 12,5 cm.

A presença de mudança textural implica a limitação de uso do solo. Isso porque essa diferença no teor de argila faz com que a água infiltre com mais facilidade no horizonte A ou E e com maior dificuldade no horizonte B, potencializando as chances de ocorrer erosão.

Geralmente, os argissolos ocorrem no terço inferior das encostas. Nessa região, a água da enxurrada passa em alta velocidade. Essa característica do terreno, associada à mudança textural, diminui a resistência dessa classe de solos à erosão.

Relação textural maior que 1,5

Ao classificar o solo, às vezes temos dúvidas em relação aos limites dos horizontes. Para solucionar isso e conseguir determinar a relação textural, fazemos a seguimentação de um horizonte como se fossem vários. Em seguida, coletamos amostras nesses segmentos. Então, trabalhamos a média desses horizontes. Quando não temos dúvidas, utilizamos simplesmente o valor de um horizonte.

A relação textural maior que 1,5 representa a relação do teor médio de argila entre o horizonte B e o horizonte A. Seu cálculo é a média aritmética do teor de argila do horizonte B dividida pela média aritmética do teor de argila do horizonte A:

$$\frac{\text{Média aritmética do teor médio de argila do horizonte B}}{\text{Média aritmética do teor médio de argila do horizonte A}}$$

Por esse cálculo, conseguimos saber se a argila que sai do horizonte A está acumulando no horizonte B. Se o valor aumenta ao longo do tempo, quer dizer que B está recebendo argila e que A está perdendo argila.

Essa relação serve para certificar-se de que está havendo descida de argila no perfil do solo.

A fertilidade dos argilossolos pode variar

Os argissolos possuem grande diversidade quanto às características de interesse para uso agrícola, como a fertilidade. Esse tipo de solo varia de baixa até alta fertilidade. Quando apresentam baixa fertilidade, são denominados solos distróficos; quando apresentam alta fertilidade, são denominados solos eutróficos.

Para os solos distróficos, a limitação de fertilidade deve ser superada com práticas intensas de conservação do solo, para evitar perdas de fertilizantes e **CORRETIVOS** por erosão. Como exemplo de práticas de conservação do solo, temos:

– o manejo adequado da adubação química e **CALAGEM;**

– a adição de matéria orgânica.

Para os solos eutróficos não existe limitação quanto à fertilidade, mas a retirada constante de nutrientes pelos cultivos e a erosão em áreas de declive mais acentuado podem reduzir o teor de nutrientes no solo.

Corretivos

Produtos que adicionamos aos solos para corrigir alguma limitação, como falta de sais, ou reduzir a acidez do solo.

Calagem

Etapa de preparo do solo para o cultivo agrícola, em que se aplica calcário. É uma forma de neutralizar o alumínio (tóxico para as plantas) e corrigir o pH do solo.

Lynne Lancaster

Maja

Fonte: www.sxc.hu

Figura 5.4: O termo "eutrófico" significa boa quantidade de alimento. Assim, solos eutróficos são solos bastante férteis.

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

Assinale V para verdadeiro e F para falso. Corrija a frase quando for falsa:

( ) Argissolos são caracterizados pelo gradiente textural no perfil.

( ) É a ordem de solos mais presente no Brasil.

( ) A espessura da região de transição é demarcada, em campo, pela semelhança de cores.

( ) Relação textural menor que 1,0 indica que há descida de argila do horizonte A ou E para o horizonte B.

Cambissolos

(Fonte: IBGE – 2007.)

Figura 5.5: Distribuição dos CAMBISSOLOS no Brasil.

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

O prefixo do nome cambissolos vem do latim *cambiare,* que significa trocar. Conhecendo o significado, o que você espera de um solo com tal nome? Isso é um indicativo de que é um solo em formação, transformação, pouco degradado pelo intemperismo.

Os cambissolos estão localizados principalmente na região sul e sudeste do Brasil (veja a **Figura 5.5**).

Os cambissolos têm como particularidade a presença de horizonte B incipiente, ou seja, a rocha que deu origem ao horizonte foi pouco intemperizada.

O horizonte B incipiente deve ter:

- no mínimo 10 cm de espessura;
- textura franco-arenosa ou mais fina;
- desenvolvimento de estrutura do solo, ou ausência da estrutura da rocha original, em 50% ou mais do seu volume.

Mas o que seriam desenvolvimento de estrutura do solo e ausência da estrutura da rocha original?

O desenvolvimento de estrutura quer dizer que o solo deve apresentar qualquer tipo de estrutura (bloco, prismática, laminar etc.).

Já a ausência de estrutura da rocha original significa que não encontramos fragmentos de rocha em mais de 50% do volume.

Figura 5.6: Horizonte B incipiente.

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf .

(Fonte: IBGE – 2007.)

O horizonte B incipiente, por ter sofrido pouca ação do intemperismo, apresenta variação muito grande de suas características, o que torna impossível estabelecer um padrão de comportamento desse tipo de solo. Sua fertilidade varia de muito alta até muito baixa, podendo, inclusive, apresentar teores elevados de alumínio, apresentando, nesse caso, acentuada toxicidade às plantas.

É comum que os solos com horizonte B incipiente apresentem elevado conteúdo de silte. Tais solos apresentam facilidade de formação de selo superficial (encrostamento), que aumenta a sua erodibilidade por diminuir a infiltração de água. Não entendeu o que é selo superficial? Calma, vamos à explicação!

O selo superficial ou encrostamento se forma após uma chuva. As gotas d'água se chocam com o solo e provocam desagregação das partículas de areia, argila e silte superficiais que ficam dispersas na água acumulada na superfície. À medida que a água infiltra no solo, as partículas vão sedimentando. As mais densas sedimentam primeiro, formando uma crosta na superfície do solo. Essa crosta é composta de camadas de areia (fundo), silte e argila (superfície), e reduz a infiltração de água e emergência de PLÂNTULAS.

PLÂNTULA

Vegetal no início do seu desenvolvimento ainda associado à sua semente.

A infiltração de água é reduzida devido à justaposição de partículas de areia, argila e silte por sedimentação, que reduz o diâmetro dos poros e, por conseguinte, a passagem da água.

Diversas culturas podem ser cultivadas nesse tipo de solo, desde que haja água e nutrientes suficientes para o desenvolvimento delas. Espécies de sistema radicular longo (como a laranjeira e o limoeiro) podem morrer no período das secas, por não conseguirem retirar água em profundidade.

Algumas das dificuldades que podem ser encontradas por você como técnico em agropecuária no manejo desse solo é a presença de rocha logo abaixo do horizonte B incipiente. Caso isso aconteça, terá dificuldade para trabalhar com implementos, como arado, grade, subsolador, dentre outros. Além disso, as plantas sentirão mais a falta de água no período das secas.

Atividade 2 Atende aos Objetivos 1 e 2

Como responsável técnico por duas fazendas (Camanducaia e Jardineira), você pede aos produtores para contratar uma empresa de consultoria para fazer a classificação dos solos das fazendas. Acompanhando o trabalho da empresa de consultoria na fazenda Camanducaia, você pede para ler um dos relatórios, no qual consta:

"Solos apresentando horizonte B textural imediatamente abaixo do E, com argila de atividade baixa, distrófico na maior parte do horizonte B."

No relatório da fazenda Jardineira consta:

"Solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente,

abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial."

Qual ordem de solos corresponde à das fazendas Camanducaia e Jardineira, respectivamente?

Chernossolos

Ao estudarmos os cambissolos, notamos que conhecer a origem desse nome nos deu uma boa pista para saber como o solo é, não é mesmo? Vamos, então, fazer o mesmo com os chernossolos! *Chern* vem do russo e significa negro. A primeira característica está aí: chernossolos são solos escuros, o que indica que são ricos em matéria orgânica.

Os chernossolos são solos poucos expressivos no Brasil, ocorrendo em pequenas áreas distribuídas do sul ao nordeste do país (veja a **Figura 5.7**).

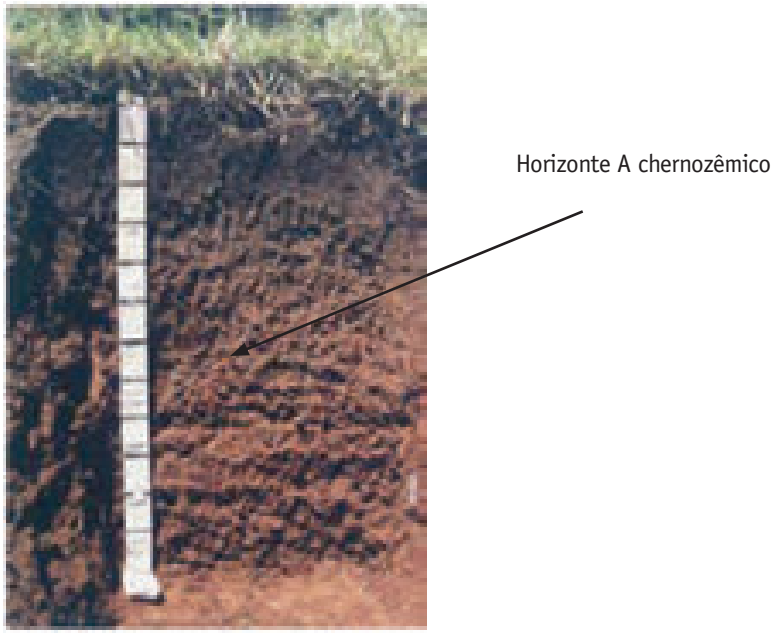
(Fonte: IBGE – 2007.)

Figura 5.7: Distribuição dos chernossolos no Brasil.

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

É uma pena que a ocorrência dos chernossolos não seja elevada em nosso país, já que a classe apresenta solos de alta fertilidade e considerável teor de matéria orgânica.

Chernossolos são identificados pela presença do horizonte A chernozêmico (veja a **Figura 5.8**), que é um horizonte mineral superficial medianamente espesso (> 10 cm), de cor escura (devido à presença de matéria orgânica) e de elevada fertilidade.



(Fonte: IBGE – 2007.)

Figura 5.8: Horizonte A chernozêmico.

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

A fertilidade é indicada pela saturação por bases, representada pela letra "V", que é obtida atrás da análise química de solo.

A saturação por bases informa quanto da CTC (Capacidade de Troca Catiônica) está saturado por bases (Ca2+, Mg2+, K+, Na+), permitindo inferir sobre a fertilidade dos solos. Sendo assim, quanto maior o valor da saturação por bases (limite de 100%, a unidade da saturação por bases é a porcentagem), maior o conteúdo de bases no solo e, portanto, maior fertilidade. Solos eutróficos possuem valor de saturação por base maior que 65%; os distróficos, menor que 65%.

As principais dificuldades que podem ser encontradas pelo técnico em agropecuária no manejo desse solo estão relacionadas com a correção da fertilidade (características químicas) deles.

Nesta aula, vimos as particularidades dos ARGISSOLOS, CAMBISSOLOS e CHERNOSSOLOS. Vimos que o horizonte diagnóstico dos argissolos é o B textural, do cambissolos é o B incipiente e dos chernossolos é o horizonte A chernozêmico.

Atividade 3

Atende ao Objetivo 2

Enumere as colunas:

1. ARGISSOLOS ( ) Presença de horizonte escuro, fértil, com presença expressiva de matéria orgânica.
2. CAMBISSOLOS ( ) Presença de gradiente textural, ou seja, o horizonte B recebe argila do horizonte acima.
3. CHERNOSSOLOS ( ) Presença de horizonte pouco intemperizado, podendo ocorrer fragmentos de rochas.

Atividade 4

Atende aos Objetivos 1 e 2

Complete a tabela com as características de cada ordem de solo:

Característica	ARGISSOLOS	CAMBISSOLOS	CHERNOSSOLOS
Mudança textural			
Tipo de horizonte			
Fertilidade			
Suscetibilidade à erosão			
Distribuição geográfica			
Origem do nome			

Atividade 5

Atende ao Objetivo 3

Imagine que você já completou o seu curso e conseguiu um excelente emprego com manejo de solos, em uma grande indústria chamada Plantudodá. No primeiro mês de trabalho, você pediu a seus funcionários que fizessem um relatório dos principais problemas enfrentados pelo solo das fazendas Plantudodá. Veja a lista que foi entregue a você:

a. Há um ARGISSOLO em relevo ondulado, e temos que usá-lo para plantio de culturas anuais (milho, feijão etc.).

b. Após o plantio de milho em um CAMBISSOLO, ocorreu uma chuva intensa.

O milho teve dificuldade de emergir, ficando falhada a fileira de plantio.

c. Apesar da fertilidade notável dos CHERNOSSOLOS de nossas propriedades, tivemos dificuldades com seu uso para fins de agricultura.

Agora é a hora de você aplicar os conhecimentos adquiridos durante nosso curso. Mãos à obra! Como você vai solucionar os problemas *a, b e c*?

Resumindo...

- ARGISSOLOS são solos com presença de horizonte B textural, gradiente textural, argila de atividade baixa, fertilidade variável e suscetíveis à erosão.
- CAMBISSOLOS são solos ditos jovens por terem sofrido pouca atuação dos agentes do intemperismo. São caracterizados pela presença de horizonte B incipiente.
- CHERNOSSOLOS são solos com expressiva presença de matéria orgânica e boa fertilidade. São caracterizados pela presença de horizonte A chernozêmico.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, veremos as ordens NITOSSOLOS, VERTISSOLOS e ESPO-DOSSOLOS.

Respostas das Atividades

Atividade 1

(V) Argissolos são caracterizados pelo gradiente textural no perfil.

(F) É a ordem de solos mais presente no Brasil.

Argissolos não é a ordem de solos mais presente no Brasil, e sim latossolos.

(V) A espessura da região de transição é demarcada, em campo, pela semelhança de cores.

(F) Relação textural menor que 1,0 indica que há descida de argila do horizonte A ou E para o horizonte B.

Relação textural de argissolos é maior que 1,5, indicando que há descida de argila do horizonte A ou E para o horizonte B.

Atividade 2

Fazenda Camanducaia – argissolos.

Fazenda Jardineira – cambissolos.

Atividade 3

(3) Presença de horizonte escuro, fértil, com presença expressiva de matéria orgânica.

(1) Presença de gradiente textural, ou seja, o horizonte B recebe argila do horizonte acima.

(2) Presença de horizonte pouco intemperizado, podendo ocorrer fragmentos de rochas.

Atividade 4

Característica	ARGISSOLOS	CAMBISSOLOS	CHERNOSSOLOS
Mudança textural	sim	Não	não
Tipo de horizonte	B textural	B incipiente	A chernozêmico
Fertilidade	Variável	Variável	Alta
Suscetibilidade à erosão	Alta	Moderada	Moderada
Distribuição geográfica	Todo o país	Sul e sudeste	Pequenas áreas no sul e nordeste
Origem do nome	Do latim: argila	Do latim: trocar	Do russo: negro

Atividade 5

a. Os ARGISSOLOS são solos suscetíveis à erosão hídrica. Com isso, devemos evitar a movimentação desses solos (aração, gradagem) para plantio, principalmente em locais muito inclinados, de culturas de ciclo curto como milho, feijão etc.

b. Os CAMBISSOLOS são suscetíveis ao encrostamento. Sabendo disso, devemos evitar plantio em solo descoberto e revolvido antes de chuvas intensas.

c. Os CHERNOSSOLOS são caracterizados pelo alto teor de matéria orgânica, o que gera acidez. É necessária a correção da acidez para pleno desenvolvimento das culturas.

Referências bibliográficas

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia: número 4. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007. 320p.

LEPSCH, Igo F. Formação e Conservação dos Solos. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

RESENDE, M. et al. Pedologia: base para distinção de ambientes. Viçosa: Jard Produções Gráficas, 1995. 304p.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306 p.

Nitidus, Vertere, Spodos! Palavras mágicas?

Aula 6

Adilson de C. Antônio

Meta

Apresentar as ordens de solos NITOSSOLOS, VERTISSOLOS e ESPODOSSOLOS.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. descrever as ordens NITOSSOLOS, VERTISSOLOS e ESPODOSSOLOS;

2. comparar as características destas três ordens;

3. relacionar as características destas três ordens com seus usos do solo.

Pré-requisitos

Para melhor aproveitamento desta aula, você precisa rever:

- como estão distribuídos os horizontes no solo, assunto apresentado na Aula 1;
- tipos de estrutura de solo, assunto apresentado na Aula 2;
- características e tipos de argilas, assunto apresentado na Aula 2.

Ai, que saudades da minha terrinha...

Lembro das aulas de Geografia em que o professor explicava sobre os tipos de solos do Brasil. Em uma destas aulas, ele falava que os imigrantes italianos chamavam de terra roxa um tipo de terra vermelha encontrada ao sul do país. Hoje, denominamos essa terra NITOSSOLOS. Além da coloração, ele explicava que esse solo era muito utilizado em culturas como milho, feijão e pastagem.

Não me recordo de ter ouvido falar sobre as ESPODOSSOLOS e VERTISSOLOS nas aulas. Mas, um dia, estudando para a prova de Geografia, descobri que alguns solos tinham a capacidade de contração e expansão e que é importante estar atento para essa característica antes da construção de casas, curral etc. Imagine você construindo um galpão e, depois de pronto, ele começa a rachar todo, pois, no solo, surgem rachaduras largas. Isso acontece com os VERTISSOLOS.

Nesse mesmo dia de estudo, li um breve texto que relatava solos de coloração escura e ácidos, referindo-se aos ESPODOSSOLOS.

Nesta aula, veremos estas três ordens: VERTISSOLOS, NITOSSOLOS e ESPODOSSOLOS.

Nitossolos

Essa ordem foi criada a partir de reuniões técnicas de pesquisadores de diversas instituições entre os anos de 1999 e 2006.

O nome NITOSSOLOS é derivado do latim *nitidus*, que significa brilhante.

Os NITOSSOLOS são caracterizados por apresentar:

- solos com superfícies brilhantes em UNIDADES ESTRUTURAIS;
- um horizonte B nítico.

O horizonte B nítico é:

- subsuperficial (horizonte logo abaixo da camada superficial);
- não HIDROMÓRFICO;
- de textura argilosa ou muito argilosa, com relação textural sempre menor que 1,5;
- composto ordinariamente (obrigatoriamente) de argila de atividade baixa.
- ambiente bem drenado com temperatura baixa.

UNIDADE ESTRUTURAL

A individualização da estrutura do solo. A unidade estrutural apresenta forma e tamanho definidos.

HIDROMÓRFICO

Refere-se a solos que estão em locais alagados, encharcados.

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 6.1: Perfil com horizonte B nítico (adaptado de IBGE, 2007).

Os NITOSSOLOS já foram também denominados Terras Roxas Estruturadas. Eles ocorrem em diferentes locais do país, sendo muito expressivos em terras do estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (veja a **Figura 6.2**).

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 6.2: Distribuição dos NITOSSOLOS no Brasil (IBGE, 2007).

Os NITOSSOLOS apresentam estrutura em blocos ou prismática bem desenvolvida no horizonte B. Isso permite maior retenção e disponibilidade de água às plantas por períodos mais longos.

Geralmente esses solos são intensamente utilizados para culturas anuais, como feijão, soja, milho etc.

Ao ser utilizado em relevo ondulado, deve ser dada maior atenção para não ocorrer erosão. Para não compactar o solo, é necessário evitar o tráfego intenso de maquinário, uma vez que esse tipo de solo possui alto teor de argila.

A fertilidade desse solo pode variar entre alta ou baixa. Ela depende da retenção de nutrientes pelas argilas.

Saiba mais...

"Peraí", por que o nome da terra é roxa se ela tem cor vermelha?

Ao fim do século XIX, começaram a chegar os imigrantes italianos em nosso país. A Itália passava por problemas de falta de emprego devido ao aumento da população. Esses imigrantes compraram terras ao Sul, pois eram de fácil acesso e mais baratas. Lá eles encontraram a terra roxa, que, na verdade, não tem essa cor. Acontece que os italianos chamavam de terra rosa (pronuncia-se: rossa), que significa vermelho. Mas, quando nós, brasileiros, escutávamos, soava como roxa e passamos a chamá-la dessa forma. Os italianos tiveram papel importante na agricultura brasileira por desenvolverem o cultivo de uva e café ao sul do país.

Fonte: http://www.cultura.rs.gov.br/noticias/familia%20italiana.bmp

Agora, vamos dar uma pausa e fazer uma breve atividade.

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

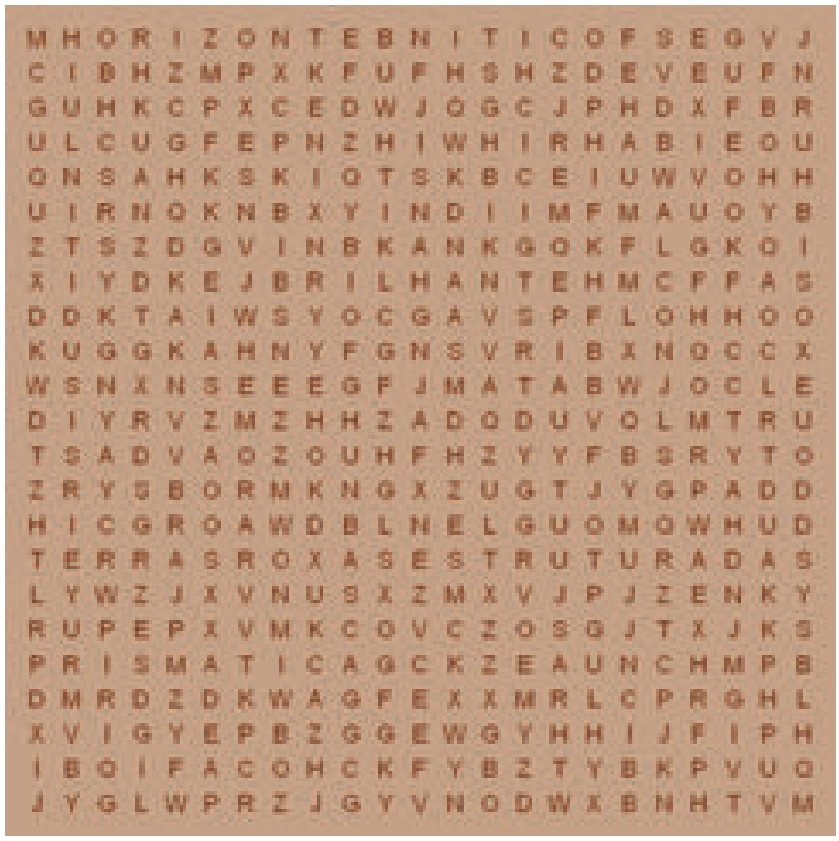
Com apoio do caça-palavras, procure preencher as lacunas sobre as características dos NITOSSOLOS:

a. O nome NITOSSOLOS é derivado do latim _____, que significa _____.

b. A ordem dos NITOSSOLOS foi recém-criada e é caracterizada pela presença de _____.

c. Os NITOSSOLOS já foram denominados _____.

d. Os NITOSSOLOS apresentam estrutura em _____ ou _____.



Vertissolos

O prefixo de VERTISSOLOS vem do latim *vertere*, que significa movimento de expansão e contração na superfície do solo. Os VERTISSOLOS representam solos com movimento de expansão/contração na superfície, como aqueles com trincas profundas que dificultam a fixação das raízes no solo. São solos pouco representativos no Brasil (veja a **Figura 6.3**). Essa ordem é encontrada em algumas localidades no Sul, no Mato Grosso do Sul e também em Goiás.

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 6.3: Distribuição dos VERTISSOLOS no Brasil (IBGE, 2007).

Os VERTISSOLOS são solos:

- minerais;
- que apresentam horizonte vértico;
- de cores diversas, desde escuras a amareladas;
- com fendas (rachaduras) no perfil (originadas pela expansão e contração do material argiloso).

Vamos ver melhor cada uma dessas características?

O horizonte vértico está presente em solos que apresentam 30% de argila nos primeiros 20 cm de solo. Essa argila é expansível, como a 2:1, montmorilonita. Ela apresenta teor de argila relativamente alto (> 20%).

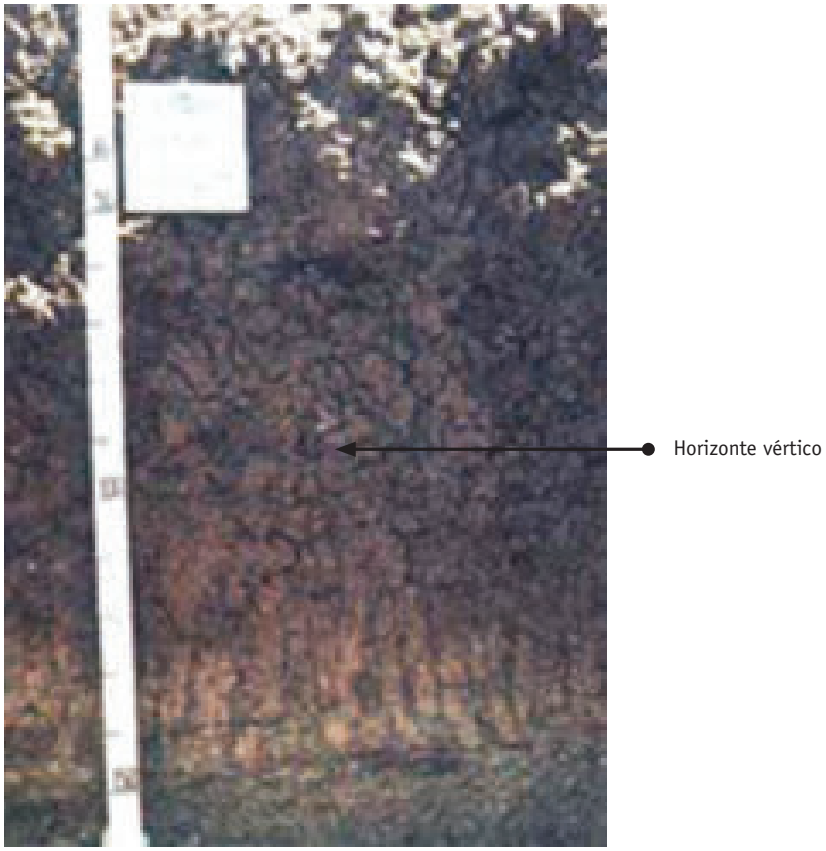


Figura 6.4: Perfil com horizonte vértico (adaptado de IBGE, 2007).

Como já vimos, as cores são variadas nesse tipo de solo. Elas são dadas devido à presença de elementos pigmentantes, desde matéria orgânica (cor escura) até hidróxido de ferro (cor amarela).

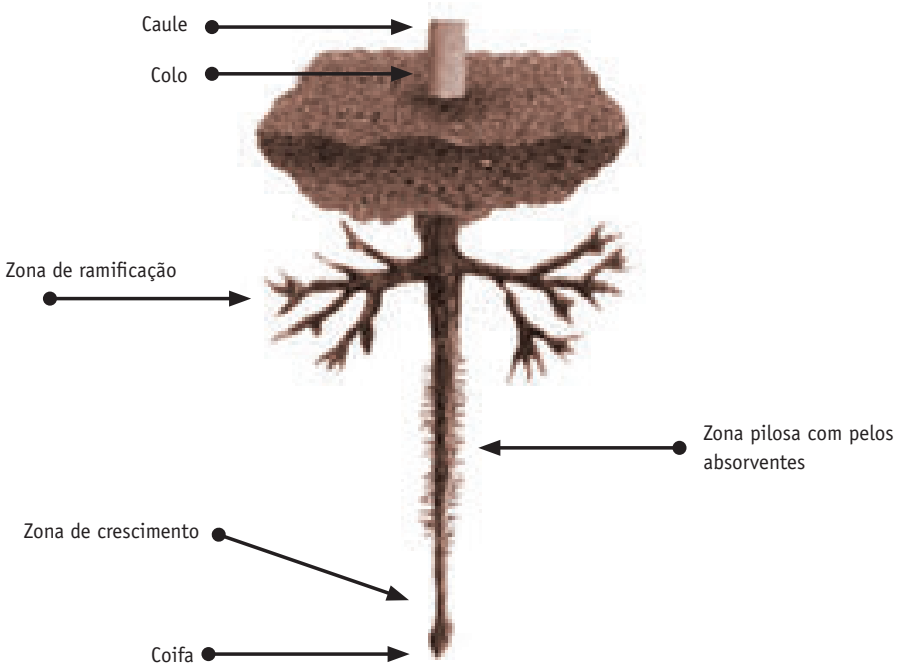
As fendas formadas nos VERTISSOLOS são influenciadas pela fração argilosa e podem atingir largura e profundidade expressivas. Mas o quanto seria expressivo? Seria ter fendas verticais no período seco, com pelo menos 1 cm de largura, atingindo, no mínimo, 50 cm de profundidade. Porém, no caso de solos rasos, o limite mínimo é de 30 cm de profundidade e a largura de 1 cm seria mantida.

Essas fendas propiciam elevada condutividade hidráulica inicial, ou seja, a infiltração inicial de água no solo é elevada. No entanto, à medida que o solo se torna mais úmido, as argilas do tipo 2:1 (exemplo: esmectitas) se expandem, reduzindo a infiltração de água no solo.

As características que acabamos de ver trazem consequências para o manejo dos solos. A seguir, são apresentadas algumas dessas consequências.

As raízes mais grossas das plantas (como as das árvores) apresentam dificuldades de crescimento nos VERTISSOLOS. Isso acontece devido à predominância de poros muito pequenos (microporos) no horizonte vértico. Durante o desenvolvimento radicular, as raízes aumentam o seu diâmetro. E isso exige um solo com poros maiores, para que formem canais largos que possibilitem o crescimento dessas raízes. Veja, na **Figura 6.5**, como se dá o crescimento das raízes de uma planta.

A presença da argila nesse tipo de solo influencia a presença de microporos. Quanto mais argiloso é um solo, maior é a presença de microporos.



Fonte: http://www.prof2000.pt/users/jlebre/Image50.gif

Figura 6.5: As raízes têm suas regiões mais jovens e mais finas nas extremidades e as regiões mais antigas são mais grossas. Então, ao longo do desenvolvimento, as raízes engrossam e, para isso, precisam que o solo seja maleável e com poros de maior diâmetro. Uma dificuldade encontrada pelo cultivo feito nos VERTISSOLOS é a presença de microporos em seu horizonte, o que impede o desenvolvimento do sistema radicular.

Outra consequência é que o preparo desses solos para plantio requer considerável força de tração e fragmentação dos torrões que se formam com a aração. Isso acontece porque esses solos são de textura argilosa, com predomínio de argilas de alta atividade, o que aumenta a força de coesão entre os agregados de argila. Além disso, a trafegabilidade de máquinas, implementos e automóveis nesses solos é limitada pelo teor de água, uma vez que apresentam acentuada plasticidade e pegajosidade.

Atividade 2

Atende aos Objetivos 1 e 2

a. Avalie as afirmações a seguir como (V) verdadeiras ou (F) falsas.

( ) Os VERTISSOLOS representam solos com movimento de expansão/contração na superfície.

( ) Os VERTISSOLOS são solos orgânicos caracterizados pela presença de horizonte vértico.

( ) As fendas formadas nos VERTISSOLOS pela expansão e contração superficial do solo são influenciadas pela fração areia.

( ) As fendas propiciam elevada condutividade hidráulica inicial, ou seja, a infiltração inicial de água no solo é elevada.

Atividade 3

Atende ao Objetivo 3

João é proprietário de uma grande área. Suas terras são constituídas por VERTISSOLOS e NITOSSOLOS. Quando chove, ele sente bastante dificuldade ao dirigir seu trator sobre a área composta por VERTISSOLOS. Por que, após uma chuva, é mais difícil trafegar com um trator em um VERTISSOLO do que em um NITOSSOLO?

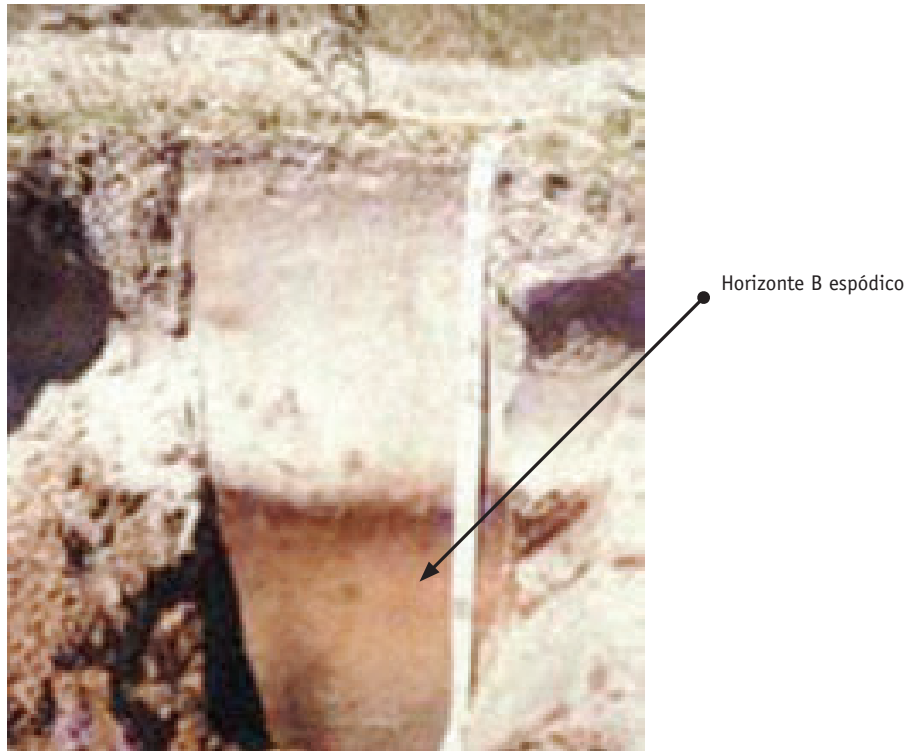
Espodossolos

ESPODOSSOLOS é um nome derivado do grego *spodos*, que significa material orgânico. Esse tipo de solo possui cor cinza, caracterizada pela acumulação de materiais orgânicos. No Brasil, os ESPODOSSOLOS ocorrem principalmente no norte do Amazonas e do Mato Grosso do Sul (**Figura 6.6**).

Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 6.6: Distribuição dos ESPODOSSOLOS no Brasil (IBGE, 2007).

Os ESPODOSSOLOS caracterizam-se pela presença de horizonte B espódico, ou seja, um horizonte subsuperficial com acumulação iluvial de matéria orgânica. O termo iluvial refere-se à descida de material de um horizonte para outro. No caso em questão, refere-se à descida de matéria orgânica do horizonte superficial para o horizonte subsuperficial.



Fonte: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 6.7: Perfil com horizonte B espódico (adaptado de IBGE, 2007).

Os ESPODOSSOLOS precisam de correção das características químicas para plantio, uma vez que são solos ácidos e com baixíssimos teores de bases trocáveis (cálcio, magnésio e potássio), requerendo aplicações de insumos (adubos e corretivos) para a obtenção de boa produtividade.

Geralmente, a textura desse tipo de solo é arenosa, o que condiciona boa condutividade hidráulica, ou seja, esses solos apresentam grande capacidade de infiltração de água.

No geral, os ESPODOSSOLOS não apresentam contraindicação para agricultura. Para uso agrícola, a limitação seria química, como comentado anteriormente. E, por serem arenosos, podem levar contaminantes até rios e córregos com maior facilidade.

Os VERTISSOLOS são caracterizados pela presença de argilas de atividade alta (expansão/contração), enquanto os NITOSSOLOS, pela estrutura em blocos ou prismática com boa retenção de água e os ESPODOSSOLOS, pela acumulação de matéria orgânica e acidez.

Agora, que você já viu as características dessas três ordens, vamos colocá-las em prática nos exercícios a seguir.

Atividade 4

Atende ao Objetivo 3

Marcos é um empreendedor. Resolveu aplicar o dinheiro que juntou na compra de terras e se tornar um agricultor. Como ele não tem experiência nesse novo negócio, precisa da sua ajuda para escolher dentre os três terrenos a seguir.

Terreno 1 – VERTISSOLOS

Terreno 2 – NITOSSOLOS

Terreno 3 – ESPODOSSOLOS

a. Com base no que você aprendeu nesta aula, diga quais desses terrenos é o mais indicado para a prática de agricultura. Não se esqueça de apresentar duas justificativas para a sua escolha.

b. Sobre os outros dois terrenos menos indicados, dê duas justificativas para Marcos não comprá-los.

Atividade 5

Atende aos Objetivos 1 e 2

Complete a tabela utilizando os termos a seguir:

alta, baixa, média, B nítico, horizonte vértico, B espódico, Paraná, Mato Grosso do Sul, Amazonas, *nitidus, vertere, spodos*.

Característica	NITOSSOLOS	VERTISSOLOS	ESPODOSSOLOS
Tipo de horizonte			
Fertilidade			
Distribuição geográfica			
Origem do nome			

Resumindo...

- Os NITOSSOLOS são caracterizados por apresentar solos com superfícies brilhantes em unidades estruturais e pela presença de um horizonte B nítico.
- Os NITOSSOLOS Vermelhos já foram denominados Terras Roxas Estruturadas e Terras Roxas Estruturadas Similares.
- Os VERTISSOLOS são solos minerais caracterizados pela presença de horizonte vértico e cores diversas, desde escuras a amareladas, sendo comum a presença de fendas no perfil (originadas pela expansão e contração do material argiloso).
- As fendas formadas nos VERTISSOLOS pela expansão e contração superficial do solo são influenciadas pela fração argilosa.
- ESPODOSSOLOS é um nome derivado do grego *spodos*. Esse tipo de solo possui cor cinza caracterizada pela acumulação de materiais orgânicos.
- Os ESPODOSSOLOS caracterizam-se pela presença de horizonte B espódico, ou seja, um horizonte subsuperficial com acumulação iluvial de matéria orgânica.

Informação sobre a próxima aula

Na próxima aula, veremos as ordens dos LUVISSOLOS, NEOSSOLOS e GLEISSOLOS.

Respostas das Atividades

Atividade 1

a. O nome NITOSSOLOS é derivado do latim *nitidus*, que significa brilhante.

b. A ordem dos NITOSSOLOS foi recém-criada e é caracterizada pela presença de um horizonte B nítico.

c. Os NITOSSOLOS já foram denominados Terras Roxas Estruturadas.

d. Os NITOSSOLOS apresentam estrutura em blocos ou prismática.

Atividade 2

(V) Os VERTISSOLOS representam solos com movimento de expansão/contração na superfície.

(F) Os VERTISSOLOS são solos orgânicos caracterizados pela presença de horizonte vértico.

(F) As fendas formadas nos VERTISSOLOS pela expansão e contração superficial do solo são influenciadas pela fração areia.

(V) As fendas propiciam elevada condutividade hidráulica inicial, ou seja, a infiltração inicial de água no solo é elevada.

Atividade 3

Os VERTISSOLOS apresentam argila de atividade alta que potencializa a consistência pegajosa destes solos após uma chuva.

Atividade 4

a. Os NITOSSOLOS, pois apresentam maior riqueza em bases tocáveis (fertilidade) e estrutura prismática ou em blocos, retendo mais água.

b. Os VERTISSOLOS apresentam dificuldades no preparo para plantio devido ao alto teor de argila de alta atividade. O preparo destes solos para plantio requer considerável força de tração e fragmentação dos torrões, que se formam com a

aração. Além disso, a trafegabilidade de máquinas, implementos e automóveis nestes solos é limitada pelo teor de água, uma vez que apresentam acentuada plasticidade e pegajosidade.

Já os ESPODOSSOLOS apresentam fertilidade baixa e alta acidez, requerendo maiores investimentos para melhorar suas características químicas.

Atividade 5

Característica	NITOSSOLOS	VERTISSOLOS	ESPODOSSOLOS
Tipo de horizonte	B nítico	horizonte vértico	B espódico
Fertilidade	alta	média	baixa
Distribuição geográfica	Paraná	Mato Grosso do Sul	Amazonas
Origem do nome	*nitidus*	*vertere*	*spodos*

Referências bibliográficas

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Pedologia. n.4, 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 320 p.

LEPSCH, IGO F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos. 2002. 178 p.

RESENDE, M. et al. *Pedologia: base para distinção de ambientes*. Viçosa: Jard Produções Gráficas. 1995. 304 p.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos / EMBRAPA, 2006. 306 p.

Agora é a vez de solos lavados, novos e alagados!

Aula 7

e-Tec Brasil – Solos

Adilson de C. Antônio

Meta

Apresentar as ordens de solos: LUVISSOLOS, NEOSSOLOS e GLEISSOLOS.

Objetivos

Após o estudo desta aula, você deverá ser capaz de:

1. descrever as características das ordens:

– LUVISSOLOS,

– NEOSSOLOS e

– GLEISSOLOS.

2. comparar as características das três ordens de solos apresentadas nesta aula;

3. relacionar as características das três ordens de solos desta aula com o uso do solo.

Pré-requisitos

Para um melhor aproveitamento desta aula, você precisa rever:

- como estão distribuídos os horizontes no solo, assunto apresentado na Aula 1;
- o conceito de estrutura do solo, assunto apresentado na Aula 2;
- como a água concorre com o ar nos poros do solo, assunto apresentado na Aula 3.

Será que você já viu algum desses solos por aí?

Nesta aula, conheceremos mais três ordens de solos: LUVISSOLOS, NEOSSOLOS e GLEISSOLOS. Os nomes ficam cada vez mais estranhos, não é mesmo? Mas não precisa se assustar! É provável que, mesmo não sabendo o nome, você já tenha visto algum desses tipos de solo.

Os LUVISSOLOS são comuns na região do interior do Nordeste. Já os NEOSSOLOS são encontrados junto a encostas de rochedos, onde existe vegetação sem raízes profundas. São solos que podem ser encontrados em todo o país.

Os GLEISSOLOS são encontrados em regiões alagadas. São bastante comuns na bacia do Amazonas e na China. Provavelmente, você já viu uma imagem como a da **Figura 7.1**, onde temos uma grande área alagada e chineses coletando arroz.

Fonte: www.sxc.hu

Figura 7.1: Os GLEISSOLOS são vitais para algumas regiões do mundo, como a China. Lá mora um quarto da população mundial e o arroz é um importante cultivo agrícola. Não é difícil perceber por que o arroz é um dos principais alimentos consumidos por eles, não é verdade?

Agora, que você já foi apresentado às três ordens de solo desta aula, vamos aprender as características de cada uma delas para podermos diferenciá-las.

Luvissolos

O prefixo de LUVISSOLOS vem do latim *luere*, que significa lavar. Os LUVISSOLOS compreendem solos com acumulação de argila proveniente de horizontes superiores.

Aqui, no Brasil, a ordem dos LUVISSOLOS apresenta maior expressão na região Nordeste (**Figura 7.2**).

Fonte: IBGE (2007). ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 7.2: Distribuição dos LUVISSOLOS no Brasil.

Os LUVISSOLOS apresentam as seguintes características:

- são semelhantes aos argissolos quanto à distribuição de argila no perfil;
- podem apresentar mudança textural abrupta, isto quer dizer que ocorre grande variação de textura dentro de poucos centímetros de solo (7,5 cm);
- horizonte Bt (B textural).

Além dessas características, os LUVISSOLOS apresentam gradiente textural ao longo do perfil, ou seja, o teor de argila aumenta do horizonte A para o Bt (veja a **Tabela 7.1**).

Tabela 7.1: Variação da textura do solo em profundidade

Profundidade (cm)	Horizonte	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)
0-20	A	20	15	65
20-45	Bt	50	7	43
45-55	BC	40	11	49
55-90	C	35	20	45

Na **Tabela 7.1**, podemos perceber que, à medida que aprofundamos no solo, há um aumento no teor de argila do horizonte A (20%) para o horizonte Bt (50%). Se fizermos a divisão do teor de argila em Bt pelo teor em A, teremos o valor da relação entre o teor de argila do horizonte Bt e A (Bt/A):

$$50/20 = 2,5$$

Para caracterização do horizonte Bt, esta relação deve ser maior que 1,8. Essa relação foi convencionada por pesquisadores. Neste exemplo de situação, a relação é 2,5; portanto, caracteriza horizonte Bt.

Essa característica afeta a infiltração de água no perfil, sendo mais rápida no horizonte superficial e mais lenta no Bt. Dessa forma, o horizonte Bt retém água por mais tempo, o que é importante para as plantas.

Quanto à fertilidade, os LUVISSOLOS são solos eutróficos, ou seja, são solos férteis. Esse tipo de solo deve apresentar argila de alta atividade no horizonte B, ou seja, com CTC maior ou igual a 27 $CMOL_c.KG^{-1}$ de argila.

$CMOL_c.KG^{-1}$

Centimol de carga por quilo.

Você deve estar se perguntando de onde veio esse valor da CTC. Vamos aprender como calculá-lo?

Para o cálculo da CTC em $cmol_c.kg^{-1}$ de argila, devemos fazer o seguinte:

$$\frac{\text{Valor da CTC (em } cmol_c.kg^{-1} \text{ de solo) x 100 (considerando 100\% de argila)}}{\text{Porcentagem de argila no solo}}$$

Para o cálculo da CTC em $cmol_c.kg^{-1}$ de argila, em um solo que possui determinada porcentagem dela, devemos extrapolar o percentual de argila para 100%. Extrapolar o percentual de argila no solo para 100% significa considerarmos um solo totalmente argiloso e calcular o valor da CTC por quilo de argila.

Vamos calcular a CTC em $cmol_c.kg^{-1}$ de argila para um solo que possui 2,75 $cmol_c.kg^{-1}$ de solo e 24,5% de argila.

$$2{,}75\ cmol_c.kg^{-1} \text{ ---------- } 24{,}5\% \text{ de argila}$$

$$X\ cmol_c.kg^{-1} \text{ ---------- } 100\% \text{ de argila}$$

$$x = \frac{2{,}75 \times 100}{24{,}5}$$

$$X = 11{,}22\ cmol_c.kg^{-1} \text{ de argila.}$$

Logo, este solo não possui predomínio de argila de alta atividade.

Solos que apresentam CTC $\geq$ 27 $cmol_c.kg^{-1}$ de argila no horizonte B apresentam argila de atividade alta (Ta).

No geral, os LUVISSOLOS apresentam nutrientes em grande quantidade para as plantas, devido aos altos valores de saturação por bases. A saturação por bases representa um grupo de cátions (cálcio, magnésio, potássio e sódio) que ficam retidos às argilas e são liberados às plantas. Quanto mais cátions estiverem envolvidos na CTC (aderidos às argilas), mais cátions serão liberados às plantas. Isso indica solos com maior potencial nutritivo.

Raphael Caram

Fonte: www.sxc.hu

Figura 7.3: Os LUVISSOLOS são solos muito férteis por apresentarem altos valores de saturação de bases.

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

Suelen está estagiando numa empresa de agropecuária. Ela está se preparando para obter o título de técnica nessa área. Sua chefa estava muito ocupada e lhe pediu para rever um relatório. Veja um trecho desse documento:

O solo em questão apresenta as seguintes características:

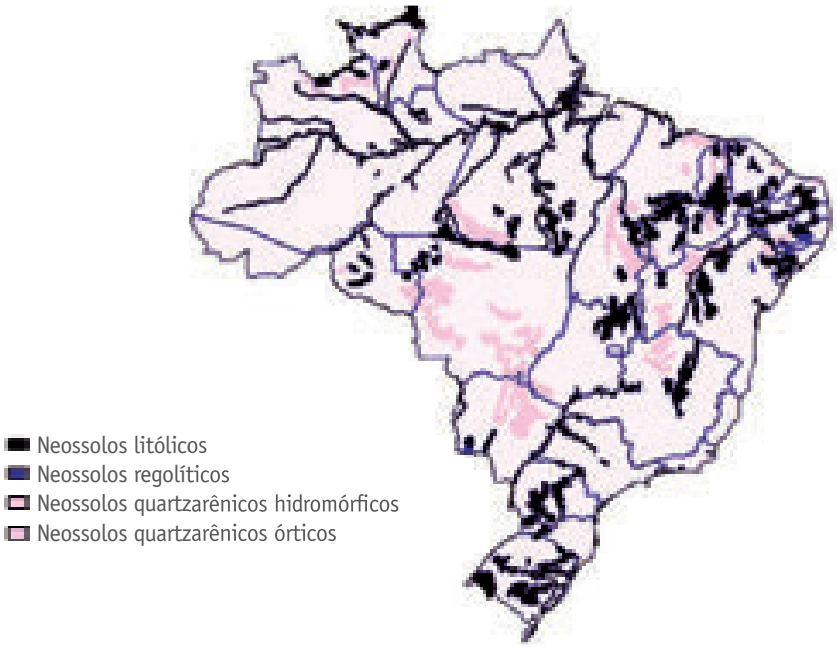
- mudança textural abrupta;
- horizonte B arenoso;
- argila de atividade alta.

Concluímos que se trata de uma amostra de LUVISSOLOS.

Provavelmente você encontrou alguma informação contrária àquelas que aprendeu até agora nesta aula. Identifique-a no texto e corrija-a.

Neossolos

O radical grego *néos* significa novo, jovem, em início de formação. Assim, os NEOSSOLOS são solos que sofreram pouca ação do intemperismo. Esse tipo de solo está distribuído por diversas regiões do país (veja a **Figura 7.4**).



Fonte: IBGE (2007). ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 7.4: Distribuição dos NEOSSOLOS no Brasil.

Como são solos jovens e pouco intemperizados, os NEOSSOLOS apresentam profundidade inferior a 20 cm e, por isso, o horizonte B encontra-se ausente. Sua constituição pode ser mineral (argila, areia) ou orgânica (húmus).

O fato dos NEOSSOLOS serem solos jovens implica outra característica: possuem partículas variadas, como arenosa, média e argilosa. A quantidade dessas partículas varia com a profundidade. Para os NEOSSOLOS, as argilas e silte não são importantes, pois não houve tempo suficiente para formação dessas partículas em proporção representativa.

Solo distrófico

Refere-se a solos que possuem cátions trocáveis em relação à CTC menor que 50%, ou seja, a saturação por bases é inferior a 50%.

Além dessa característica, os NEOSSOLOS podem ser eutróficos ou **distróficos**.

Esses solos têm boa permeabilidade para água, mas apresentam baixa retenção de água e nutrientes. Além disso, os NEOSSOLOS são mais suscetíveis à erosão devido:

- à textura arenosa;
- à baixa CTC;
- ao teor de matéria orgânica.

Getye1

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 7.5: Vegetação desenvolvendo-se sobre solos rasos e jovens, ou seja, NEOSSOLOS.

Quando a rocha mãe está próxima da superfície, os NEOSSOLOS limitam o desenvolvimento do sistema radicular (sistema de raízes) das plantas e a infiltração de água. Essa característica faz com que esse tipo de solo seque rapidamente após as chuvas. Esses solos são conhecidos como NEOSSOLOS Litólicos. Geralmente, nestes locais, a vegetação é subcaducifólia, ou seja, 20 – 50% das folhas das árvores caem com a falta de água.

Sérgio Hideiti Shimizu

Fonte: IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 7.6: Perfil de um neossolo Litólico.

Os NEOSSOLOS podem apresentar textura arenosa, característica dos NEOSSOLOS Quartzarênicos (**Figura 7.7)**. Esses são solos com predomínio de areias quartzosas (de origem do quartzo), muito semelhantes às areias de construção civil.

Fonte: IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 7.7: Perfil de um NEOSSOLO Quartzarênico.

Atividade 2

Atende aos Objetivos 1 e 2

Com base na tabela a seguir, responda às seguintes perguntas:

Teor de argila no horizonte A e B de dois solos (A e B).

Solo	Horizonte	Teor de argila (%)
Solo A	A	29
	B	64
Solo B	A	23,5
	B	25,2

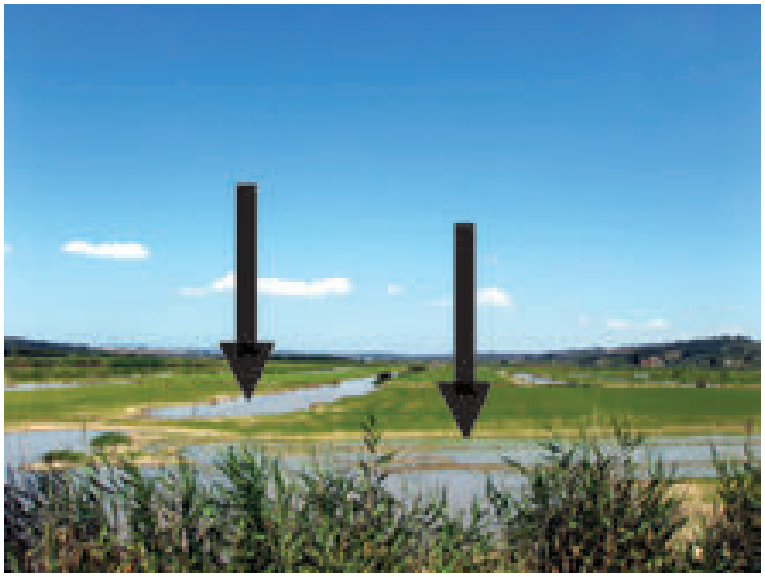
a. Calcular a relação textural para o solo A e B.

b. Com base no que você calculou no item anterior, qual solo possui horizonte B textural?

c. Agora, imagine um solo que possui 25% de argila e CTC = 8 $cmol_c.kg^{-1}$ de solo. Com essas características, esse solo apresenta argila de atividade alta? Por quê?

Gleissolos

O radical de GLEISSOLOS tem origem do russo *gley*, que significa massa de solo pastosa, indicativo de locais alagados (com excesso de água).



C Pedro

Fonte: www.sxc.hu

Figura 7.8: As setas apontam para a área alagada, local de ocorrência dos GLEISSOLOS.

Os GLEISSOLOS estão distribuídos ao longo de cursos d'água e/ou em **BAIXADAS**, onde ocorre acúmulo de água por longo período. Aqui, no Brasil, esse tipo de solo é predominante ao logo do rio Amazonas (região Norte).

BAIXADA

Termo utilizado para representar áreas planas próximas aos cursos d'água ou locais propensos ao acúmulo de água.

Fonte: IBGE (2007). ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 7.9: Distribuição dos GLEISSOLOS no Brasil. A maior parte dos GLEISSOLOS está próxima aos rios (cursos d'água) na região Norte.

Os GLEISSOLOS são caracterizados pela presença de horizonte glei, um horizonte formado em ambiente redutor, sob forte influência do lençol freático, com baixa oxigenação.

Mas você sabe o que é um ambiente redutor? Lembra-se de quando falamos da porosidade do solo, na Aula 3? Você viu que o espaço poroso é ocupado pela água e ar. Quando o ambiente está saturado por água, os poros ficam completamente preenchidos por ela e praticamente não sobra espaço para o ar (gás oxigênio, gás carbônico etc.). Quando os poros ficam saturados com água, não sobrando espaço para o ar, dá-se o nome de ambiente redutor.

No ambiente redutor, ocorre a reação do elemento ferro aderido ao solo com a água. O ferro, na forma iônica Fe^{3+} (pouco solúvel em água), ganha um elétron da água, passando para a forma iônica Fe^{2+} (que é solúvel em água). Nessa forma iônica, o ferro se desprende do solo e vai para a água, podendo ser carregado para outro local (planícies). Essa reação faz com que o ferro presente no solo seja liberado para a água, o que provoca alteração na coloração do solo. Este volta a apresentar coloração escura, dada pela presença de matéria orgânica.

A reação comentada é facilmente perceptível em curso d'água (rio). É comum na beira de um curso d'água observar uma "nata" metálica na superfície da água. Se bebermos dessa água é possível sentir um forte gosto de ferro. Isso acontece devido à presença da forma iônica do ferro na água que bebemos (Fe^{2+}), aquela que se desprendeu do solo e foi para a água.

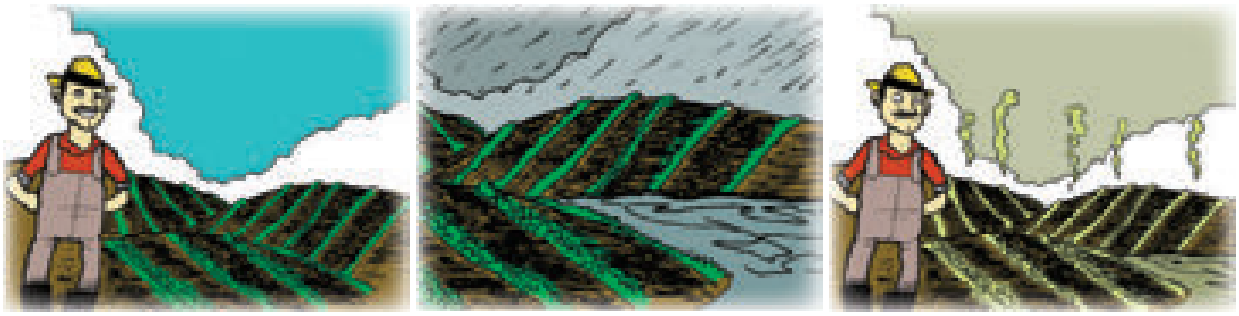
Fonte: Adaptado de IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia_manual_tecnico_pedologia.pdf

Figura 7.10: Perfil de solo com horizonte glei.

O manejo dos GLEISSOLOS está condicionado à seleção de plantas adaptadas à condição de alagamento, como o arroz.

De modo geral, o excesso de água e a baixa aeração são fatores preocupantes. As plantas necessitam de boa aeração do sistema radicular. Além disso, o excesso de água favorece a decomposição anaeróbica dos restos vegetais. Durante essa

decomposição há liberação de gases, como o metano e o etileno, que afetam o desenvolvimento das plantas.



Bodil Persson

Fonte: www.sxc.hu

Figura 7.11: Plantas desenvolvendo-se em ambiente alagado.

Saiba mais...

O arroz alimenta mais da metade da população mundial!

Como já vimos durante esta aula, o arroz tem presença marcante na alimentação do povo asiático. Tem-se notícias de que esse alimento é cultivado há, pelo menos, sete mil anos na China. E não é à toa que ele está presente à mesa de quase todo mundo, pois ele é rico em carboidratos (ou açúcar, importante fonte de energia) e vitaminas. O arroz integral é o que contém mais nutrientes quando comparado ao branco parboilizado.

Em muitas culturas da Ásia, é comum que uma mãe dê ao recém-nascido alguns grãos de arroz já mastigados. Esse ritual significa sua chegada à vida. No Vietnã,

o cereal está tão integrado aos camponeses, que muitos fazem questão de ser sepultados nos arrozais. Desde a época da China antiga, jogar arroz em recém-casados é um ato que representa votos de abundância ao novo casal.

Conclusão

Nesta aula, vimos as ordens LUVISSOLOS, NEOSSOLOS e GLEISSOLOS, e concluímos que algumas características são identificadoras das ordens. Os LUVISSOLOS apresentam horizonte B textural e fertilidade alta. Os NEOSSOLOS são solos jovens, rasos e de fertilidade variável, e não apresentam horizonte B. Os GLEISSOLOS são localizados em ambientes alagados e planos.

Atividade 3 Atende ao Objetivo 1

Assinale V para verdadeiro ou F para falso:

( ) Os LUVISSOLOS são solos saturados por água na maior parte do ano.

( ) Os GLEISSOLOS apresentam horizonte B textural.

( ) Os NEOSSOLOS não apresentam horizonte B diagnóstico.

( ) Os LUVISSOLOS apresentam acúmulo de argila em subsuperfície.

( ) Os NEOSSOLOS são solos profundos, permitindo o cultivo de espécies arbóreas.

( ) Os GLEISSOLOS localizam-se em maior proporção ao longo do rio Amazonas.

Atividade 4 Atende ao Objetivo 2

Complete a tabela, relacionando as características com as ordens de solos. Utilize as seguintes palavras: Bt, Horizonte glei, ausente, alta, variável, baixa, Nordeste, Norte, todo o país, do latim luere, do grego néos, do russo gley.

Característica	LUVISSOLOS	NEOSSOLOS	GLEISSOLOS
Tipo de horizonte			
Fertilidade			
Suscetibilidade à erosão			
Distribuição geográfica			
Origem do nome			

Atividade 5

Atende ao Objetivo 3

Imagine que você foi recentemente contratado pelo sr. Antônio para coordenar as áreas produtivas de sua propriedade. De início foram selecionadas três áreas para plantio de milho.

Área 1 – LUVISSOLOS

Área 2 – GLEISSOLOS

Área 3 – NEOSSOLOS LITÓLICOS

Explique para o sr. Antônio qual a principal característica de cada área e qual a melhor área para o plantio de milho. Saiba que o milho não se adapta a regiões alagadas e não se desenvolve sobre rocha.

Resumindo...

- Os LUVISSOLOS compreendem solos com acumulação de argila.
- A ordem LUVISSOLOS apresenta maior expressão na região Nordeste do Brasil.
- Os NEOSSOLOS são solos que sofreram pouca ação do intemperismo.
- Quando a rocha está próxima da superfície, os NEOSSOLOS limitam o desen-volvimento do sistema radicular das plantas e a infiltração de água, conhecidos como NEOSSOLOS Litólicos.
- Os GLEISSOLOS estão distribuídos ao longo de cursos d'água e/ou em baixadas, onde ocorre acúmulo de água por longo período.
- Os GLEISSOLOS são caracterizados pela presença de horizonte glei, um horizonte formado em ambiente redutor, sob forte influência do lençol freático, com baixa oxigenação.

Informações sobre a próxima aula

Na próxima aula, veremos as ordens ORGANOSSOLOS, PLINTOSSOLOS, LATOSSOLOS e PLANOSSOLOS.

Respostas das Atividades

Atividade 1

Das características listadas, horizonte B arenoso não condiz com a ordem dos LUVISSOLOS. Os LUVISSOLOS apresentam o horizonte B argiloso.

Atividade 2

a. Relação textural = 2,2. Solo A.

b. Sim, pois a CTC em $cmol_c.kg^{-1}$ de argila é superior a 27 $cmolc.kg^{-1}$ de argila.

c. Sim, apresenta argila de atividade alta. Fazendo a conversão de 8 $cmol_c.kg^{-1}$ de solo e 25% de argila para $cmol_c.kg^{-1}$ de argila, tem-se 32 $cmol_c.kg^{-1}$ de argila.

Atividade 3

(F) Os LUVISSOLOS são solos saturados por água na maior parte do ano.

(F) Os GLEISSOLOS apresentam horizonte B textural.

(V) Os NEOSSOLOS não apresentam horizonte B diagnóstico.

(V) Os LUVISSOLOS apresentam acúmulo de argila em subsuperfície.

(F) Os NEOSSOLOS são solos profundos, permitindo o cultivo de espécies arbóreas.

(V) Os GLEISSOLOS localizam-se em maior proporção ao longo do rio Amazonas.

Atividade 4

Característica	LUVISSOLOS	NEOSSOLOS	GLEISSOLOS
Tipo de horizonte	Bt	ausente	Horizonte glei
Fertilidade	alta	variável	variável
Suscetibilidade à erosão	alta	variável	variável
Distribuição geográfica	Nordeste	todo o país	Norte
Origem do nome	do latim *luere*	do grego *néos*	do russo *gley*

Atividade 5

Os LUVISSOLOS apresentam horizonte B textural, que dificulta a infiltração de água, sendo muito importante avaliar a profundidade de ocorrência desse horizonte, uma vez que proporciona alta retenção de água.

Os NEOSSOLOS Litólicos possuem pouca profundidade, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular e infiltração de água.

Os GLEISSOLOS caracterizam-se pelo encharcamento por longo período, dificultando o desenvolvimento das plantas.

No caso em questão, a área de LUVISSOLOS seria a melhor opção para o plantio de milho.

Referências bibliográficas

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Pedologia:* n. 4. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007.

LEPSCH, IGO F. *Formação e Conservação dos Solos*. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002.

RESENDE, M. et al. *Pedologia:* base para distinção de ambientes. Viçosa: Jard Produções Gráficas, 1995.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

Agora, as quatro ordens que faltam!

Aula 8

Adilson de C. Antônio

Meta

Apresentar as seguintes ordens de solos: ORGANOSSOLOS, PLINTOSSOLOS, LATOSSOLOS e PLANOSSOLOS.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. descrever as ordens dos:

– ORGANOSSOLOS,

– PLINTOSSOLOS,

– LATOSSOLOS e

– PLANOSSOLOS;

2. comparar as características dessas quatro ordens de solos;

3. relacionar as características das quatro ordens de solos com o uso do solo.

Pré-requisitos

Para melhor aproveitamento desta aula, você precisa rever:

- o conceito de fração mineral na Aula 2 e
- o conceito de classe textural e cor do solo na Aula 3.

Outros quatro solos para conhecermos

Imagine a construção de um galpão para guardar o maquinário de uma fazenda, sobre um solo que sofre grande variação de volume. Se esse solo será a sustentação dessa construção, a instabilidade dele não ajudará o galpão a ficar de pé, não é mesmo? Essa tremenda dor de cabeça pode ser evitada se for feita a avaliação do solo antes de construir. E esse é um dos problemas apresentados pelos ORGANOSSOLOS devido a suas características como veremos mais a frente nesta aula.

Agora, pense num terreno que é avermelhado, característica que já vimos estar associada à presença de ferro. Mas, ao fazer o cultivo nesse solo, percebeu que as plantas não cresciam e seu sistema de raízes encontrava-se pouco desenvolvido. Com um olhar mais atento, você percebeu a ocorrência de regiões endurecidas de cor vermelho-amarelada e que possivelmente essa foi a razão para o seu prejuízo. Tratava-se de um PLINTOSSOLOS.

Alguns solos, mesmo com a consistência, textura e estrutura facilitadoras para o manejo do solo, se não passarem por correções nutricionais, podem não servir para cultivo, como é o caso dos LATOSSOLOS.

Já os PLANOSSOLOS podem causar problemas na área de cultivo por terem a capacidade de manter o terreno encharcado. O excesso de água colabora para o crescimento de fungos que causam doenças no plantio.

Nessa aula, entenderemos como as características desses solos levam a essas situações anteriores.

Então vamos ao que interessa! Vamos começar nossa aula!

Organossolos

O prefixo da ordem ORGANOSSOLOS vem do grego *organikós*, que significa compostos de carbono. Isso quer dizer que o solo que veremos agora apresenta constituição orgânica elevada.

Os ORGANOSSOLOS apresentam pouca distribuição no país. São encontrados em algumas áreas ao longo de rios, como a Iguaçu e Paraná, no estado do Paraná.

Além da elevada quantidade de matéria orgânica, os ORGANOSSOLOS apresentam as seguintes características:

- horizonte hístico,
- elevada CTC e
- elevada capacidade de reter água.

Para ocorrer o acúmulo de material orgânico e, consequente, formação dos organossolos, é necessária uma dessas duas condições:

- ambiente mal drenado ou alagado ou
- ambiente bem drenado com temperatura baixa.

Essas duas condições são importantes para acúmulo de material orgânico, pois, nesses casos, ocorre diminuição na taxa de decomposição.

Devido ao acúmulo de material orgânico, dizemos que esse tipo de solo apresenta horizonte hístico. Esse horizonte apresenta as seguintes características:

- teor de carbono orgânico maior que 80g.kg-1 de solo;
- espessura maior ou igual a 20cm;
- pode ocorrer em superfície ou estar soterrado por material mineral.

Os ORGANOSSOLOS são solos que apresentam elevada CTC (capacidade de troca catiônica), devido aos ácidos orgânicos produzidos durante decomposição dos restos vegetais. Esses ácidos possuem cargas negativas e são capazes de absorver elementos químicos de cargas positivas (Ca^{+2}, Mg^{+2}, K^{+}).

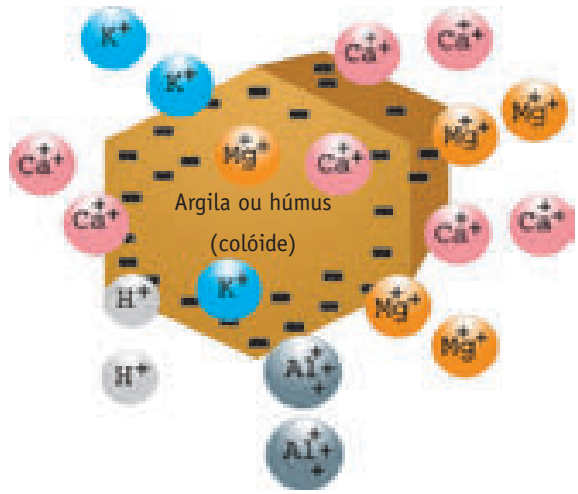


Figura 8.1: Esquema da argila ou húmus apresentando cátions (Ca^{+2}, K^{+}, Al^{+3}, H^{+}, Mg^{+2}) atraídos e retidos eletronicamente pelas cargas negativas de sua superfície.

Além disso, os ORGANOSSOLOS são solos com elevada capacidade de retenção de água. Isso acontece porque o material orgânico existente nesse tipo de solo apresenta alta capacidade de reter água. E, consequentemente, ao reter água, o solo aumenta o seu volume.

A elevada capacidade de reter água confere a esse solo uma característica conhecida como subsidência. Mas o que é subsidência?

É um fenômeno que envolve a água e o volume de solo. Veja bem: o volume de solo não é a quantidade dele! Ao receber água, os ORGANOSSOLOS aumentam de volume. E, ao perder água, o volume é reduzido em maior proporção do que em outros solos. Isso leva a uma grande variação de volume quando o solo está seco e quando está úmido.

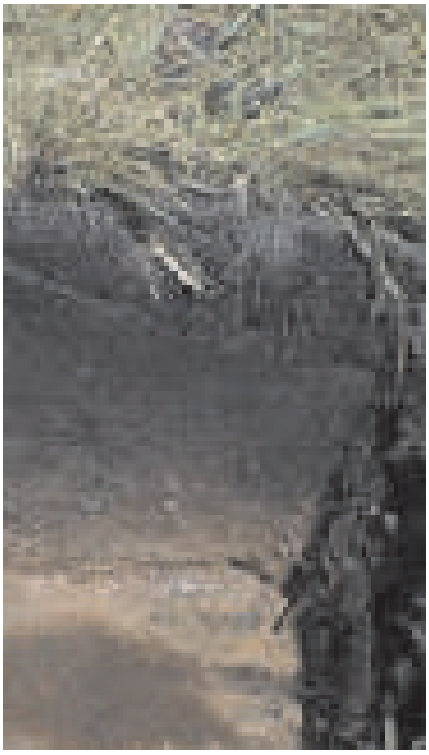
A ocorrência da subsidência pode ocasionar rachaduras de paredes de uma casa (**Figura 8.2**) e redução do volume de solo para as plantas.

A redução do volume de solo para as plantas pode levar à oxidação do sistema radicular. E se as rachaduras provocadas no solo forem muito largas e profundas, podem ocasionar a redução de água e nutrientes.

Henrique Lopes

Fonte: www.sxc.hu

Figura 8.2: Construir sobre ORGANOSSOLOS não é uma boa ideia. Por causa do fenômeno de subsidência, os solos passam por redução de volume e acabam por influenciar na estrutura das construções.



A fertilidade dos ORGANOSSOLOS depende da decomposição do material orgânico e do controle de sua acidez. Em consequência disso, é difícil dizer qual cultura desenvolve bem nesse tipo de solo.

Figura 8.3: Perfil de ORGANOSSOLOS.

(Fonte: Adaptado de IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

Complete as lacunas das frases abaixo. Para isso, utilize as seguintes opções:

- Subsidência
- CTC
- Ambiente mal drenado ou alagado
- Ácidos orgânicos
- Ambiente bem drenado com temperatura baixa
- Matéria orgânica

a. Os ORGANOSSOLOS são caracterizados por apresentar elevado teor de _____.

b. Para acúmulo de material orgânico e formação dos ORGANOSSOLOS são necessárias duas condições: _____ e _____.

c. Os ORGANOSSOLOS são solos que apresentam elevada _____, devido aos _____ produzidos durante decomposição dos restos vegetais.

d. A elevada capacidade de reter água confere aos ORGANOSSOLOS a característica conhecida como _____.

Plintossolos

PLINTOSSOLOS é um nome derivado do grego *plinthos*, que significa material argiloso endurecido. Esse tipo de solo representa solos argilosos, coloridos e endurecidos. São solos que sofreram pouca ação do intemperismo.

Os plintossolos ocorrem em diversas regiões do Brasil, sendo as mais representativas as regiões Norte, Centro-oeste e Nordeste.

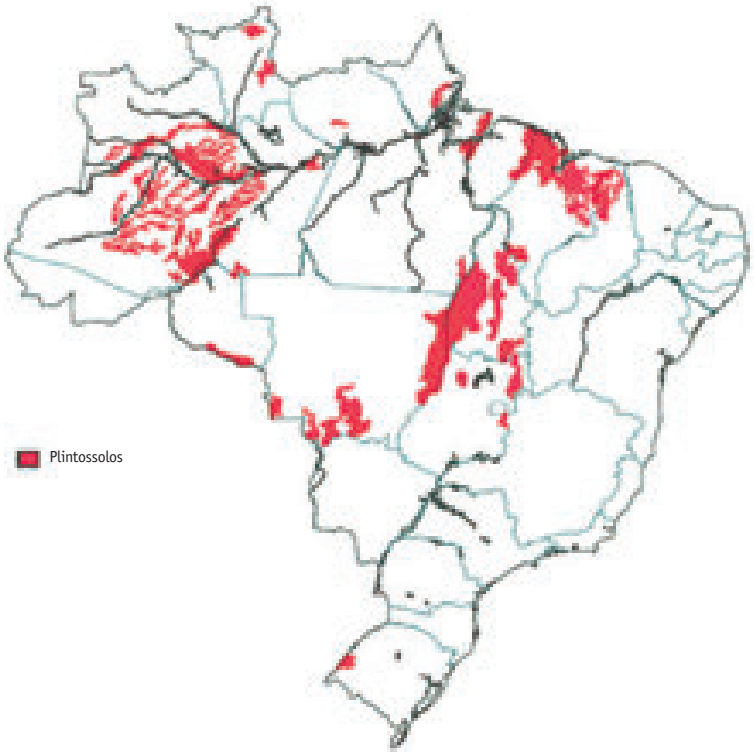


Figura 8.4: Distribuição dos PLINTOSSOLOS no Brasil.

(Fonte: IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

Os PLINTOSSOLOS são diagnosticados pela presença de horizonte plíntico. Esse horizonte é caracterizado pela presença de PLINTITA. A **Figura 8.4** mostra a presença de plintita em um PLINTOSSOLOS. A coloração vermelha da região apontada indica a presença de ferro. Porém a coloração desse solo pode variar, devido à condição em que o solo se encontra ou do tipo de argila.

Paulo Klinger Tito Jacomine

Quanto ao manejo, alguns plintossolos podem limitar o desenvolvimento do sistema radicular (sistemas de raízes da planta) devido ao endurecimento da plintita, o que diminui a infiltração de água.

Figura 8.5: Perfil de solo com horizonte plíntico.

(Fonte: Adaptado de IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

Atividade 2

Atende aos Objetivos 2 e 3

Sandra é técnica em agropecuária. Hoje, ela tem que realizar um relatório a respeito de dois terrenos distintos. Veja as características que foram encontradas no terreno A e B.

Terreno A

Solo argiloso, podendo apresentar torrões endurecidos de coloração vermelho-amarelado.

Terreno B

Solo com alto teor de matéria orgânica, elevada CTC e ácido.

a. Segundo Sandra, o terreno A caracteriza PLINTOSSOLO e o terreno B ORGANOSSOLO. Você concorda com ela?

b. Se fosse sugerir um desses terrenos para cultivo, qual seria mais indicado?

c. Dê um motivo para a sua escolha da resposta anterior.

Latossolos

O nome LATOSSOLOS tem sua origem do latim *lat*, que significa solo altamente alterado. Representa solos muito alterados pelo intemperismo. É a ordem de solo que ocupa maior extensão no país (**Figura 8.6**).

(Fonte: IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

Figura 8.6: Distribuição dos LATOSSOLOS no Brasil.

Os LATOSSOLOS são caracterizados:

- pela presença do horizonte B latossólico, muito intemperizado e profundo (mais de 50 cm),
- pela presença de argilas oxídicas e argilas silicatadas 1:1 (caulinita) e
- por apresentarem boa permeabilidade à água.

Devido à presença de argilas de baixa atividade (silicatadas 1:1 e oxídicas), são solos com baixa capacidade de armazenamento de nutrientes e, por serem muito intemperizados, possuem baixa reserva nutricional.

Quanto ao preparo do solo para plantio, são solos fáceis de serem trabalhados por implementos, como arado e grades. Isso é possível por possuírem baixa atividade da fração argila, o que condiciona baixa força de coesão e adesão entre as partículas de argila no solo.

Figura 8.7: Perfil com horizonte B latossólico.

(Fonte: Adaptado de IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

Atividade 3 Atende ao Objetivo 1

Identifique quais dessas características pertencem aos LATOSSOLOS:

( ) Solo argiloso, podendo apresentar torrões endurecidos de coloração vermelho-amarelado.

( ) Solo com alto teor de matéria orgânica, elevada CTC e ácido.

( ) Solos altamente intemperizados, profundos, presença de argilas silicatadas 1:1 e oxídicas.

Planossolos

O nome PLANOSSOLOS tem origem do latim *planus*, que significa plano, horizontal. Representa solos formados em locais planos e saturados por água durante algum período de tempo.

Esta ordem ocorre com maior frequência no Nordeste do país e em menor proporção no Sul e Centro-oeste (**Figura 8.8**).

Figura 8.8: Distribuição dos PLANOSSOLOS no Brasil.

(Fonte: IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

Os planossolos são caracterizados pela presença de horizonte B plânico. Esse horizonte é semelhante a um B textural, pois também apresenta mudança textural abrupta. Além disso, apresentam baixa permeabilidade devido à mudança textural abrupta, o que proporciona a formação temporária de lençol de água suspenso.

E o que seria um lençol de água suspenso? Significa dizer que a água subterrânea ocupa uma parte da zona de aeração. Ou seja, a água subterrânea aumenta de volume e alcança as áreas mais próximas à superfície do solo (zona de aeração), deixando o solo ficar encharcado temporariamente.

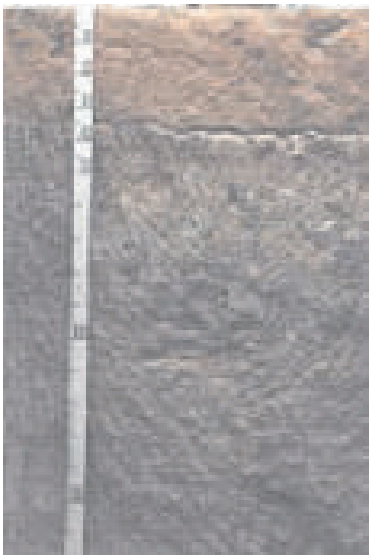


Figura 8.9: Perfil com horizonte B plânico

(Fonte: Adaptado IBGE, 2007. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursosnaturais/pedologia/manual_tecnico_pedologia.pdf)

A profundidade de ocorrência do horizonte B plânico é muito importante para o desenvolvimento de algumas culturas como citros e cafeeiro (**Figura 8.9**), que são culturas não adaptadas a situações de solos encharcados. Então, quanto mais distante da superfície este horizonte estiver, melhor para essas culturas, pois isso reduz a possibilidade de ocorrência de doenças (como aquelas provocadas por fungos) causadas exatamente pelo excesso de água.

Rooter

Martin Boulanger

Fonte: www.sxc.hu

Figura 8.10: A cultura de café não se adapta ao solo encharcado.

Além dessa característica, o horizonte B plânico apresenta elevada força de coesão devido ao alto teor de argila. Essa característica também contribui para a retenção de água, já que a coesão entre as partículas de argila é alta. Ao mesmo tempo, isso dificulta a penetração e expansão de raízes neste horizonte e limita a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

Atividade 4

Atende ao Objetivo 2

Cada uma das quatro ordens de solos que vimos nessa aula apresenta estrutura diferente. Isso confere um comportamento específico a cada uma delas em uma situação de excesso ou falta de água.

Por que os PLANOSSOLOS permanecem encharcados com água (chegando a formar poças d'água na superfície) no período chuvoso e os LATOSSOLOS não?

Atividade 5

Atende aos Objetivos 1 e 3

Relacione a coluna da esquerda com a da direita. Observação: pode haver repetição de itens.

1. ORGANOSSOLOS	( ) Solos altamente intemperizados.
2. PLINTOSSOLOS	( ) Alto teor de matéria orgânica.
3. LATOSSOLOS	( ) Presença de B plânico.
4. PLANOSSOLOS	( ) Presença de horizonte hístico.
	( ) Presença de horizonte B latossólico.
	( ) Presença de plintita.

Resumindo...

- Os ORGANOSSOLOS são solos que apresentam elevada CTC (capacidade de troca catiônica), devido aos ácidos orgânicos produzidos durante decomposição dos restos vegetais.
- A elevada capacidade de reter água confere aos ORGANOSSOLOS a característica conhecida como subsidência.
- Os PLINTOSSOLOS são diagnosticados pela presença de horizonte plíntico.
- O horizonte plíntico é caracterizado pela presença de plintita.
- Os LATOSSOLOS representam solos altamente intemperizados.
- Os LATOSSOLOS são caracterizados pela presença do horizonte B latossólico.
- Os LATOSSOLOS são os solos de maior expressão no Brasil.
- Os PLANOSSOLOS são caracterizados pela presença de horizonte B plânico.
- Os PLANOSSOLOS apresentam baixa permeabilidade devido à mudança textural abrupta, o que proporciona a formação temporária de lençol de água suspenso.

Informações sobre a próxima aula

Na próxima aula, veremos conservação do solo. Serão discutidas a ação de agentes degradantes dos solos e as práticas conservacionistas.

Respostas das Atividades

Atividade 1

a. Os ORGANOSSOLOS são caracterizados por apresentar elevado teor de matéria orgânica.

b. Para acúmulo de material orgânico e formação dos ORGANOSSOLOS são necessárias duas condições: ambiente mal drenado ou alagado ou ambiente bem drenado com temperatura baixa.

c. Os ORGANOSSOLOS são solos que apresentam elevada CTC devido aos ácidos orgânicos produzidos durante decomposição dos restos vegetais.

d. A elevada capacidade de reter água confere aos ORGANOSSOLOS a característica conhecida como subsidência.

Atividade 2

a. Sim.

b. ORGANOSSOLOS.

c. Por causa das restrições ao aprofundamento do sistema radicular e à infiltração de água, possivelmente apresentada pelos PLINTOSSOLOS.

Atividade 3

Solos altamente intemperizados, profundos, presença de argilas silicatadas 1:1 e oxídicas.

Atividade 4

Porque os PLANOSSOLOS apresentam gradiente textural, ou seja, presença de horizonte B plânico, um horizonte argiloso. Nesse horizonte, a água infiltra com maior dificuldade (menor velocidade), porque os poros são menores. Já os LATOSSOLOS não apresentam gradiente textural, com isso a água infiltra quase que uniformemente ao longo do perfil.

Atividade 5

(3) Solos altamente intemperizados.

(1) Alto teor de matéria orgânica.

(4) Presença de B plânico.

(1) Presença de horizonte hístico.

(3) Presença de horizonte B latossólico.

(2) Presença de plintita.

Referências bibliográficas

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual Técnico de Pedologia:* n. 4. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007.

LEPSCH, IGO F. *Formação e Conservação dos Solos*. [S.l.]: Oficina de Textos, 2002.

RESENDE, M. et al. *Pedologia*: base para distinção de ambientes. Viçosa: Jard Produções Gráficas, 1995.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

Antes de degradar, dá para pensar em como conservar!

Aula 9

Adilson de C. Antônio

Meta da Aula

Apresentar as principais causas de degradação dos solos e as principais práticas conservacionistas.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. Identificar os principais agentes de degradação dos solos;

2. Definir as causas e conseqüências dos principais agentes de degradação dos solos;

3. Reconhecer as principais práticas de conservação dos solos;

4. Aplicar as principais práticas de conservação dos solos.

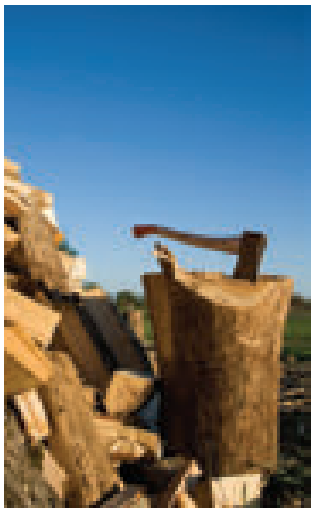
Pré-requisitos

Para um melhor aproveitamento dessa aula, você precisa rever o conceito de intemperismo, apresentado na Aula 1.

Exploração à vista!

Ao chegarem ao Brasil, em 1500, os portugueses abriam trilhas para se locomoverem no meio das florestas. Com as árvores derrubadas, faziam uso de sua madeira para diversos fins, como:

- lenha,


Hans Thoursie

Gabriela González

Fonte: www.sxc.hu

- construção de casas, armazéns, embarcações,

Kevin McCool

Fonte: www.sxc.hu

Antonio Jiménez Alonso

Fonte: www.sxc.hu

Antonio Jiménez Alonso

Mateusz Stachowski.

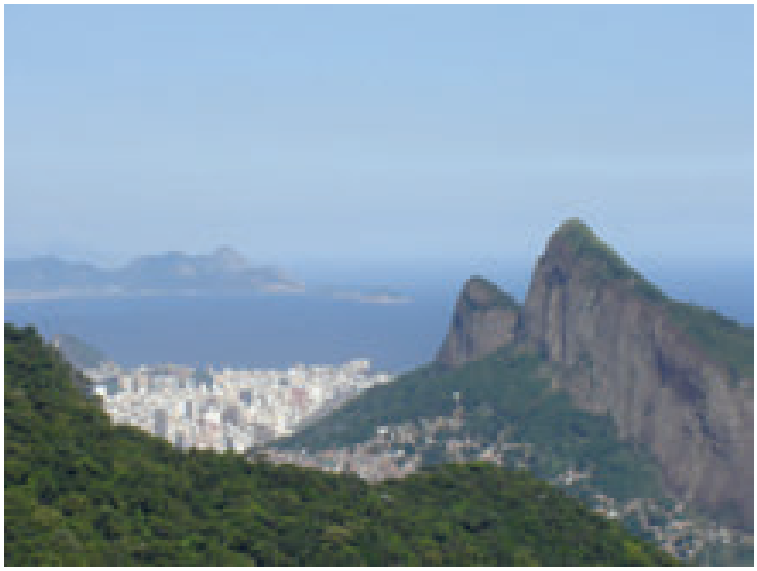
- dentre outros.

Opa! Então os portugueses já chegaram desmatando o Brasil? Infelizmente, sim. A busca exacerbada pelo pau-brasil colaborou para a diminuição da Mata Atlântica.

Fonte: http://www.tupa.sp.gov.br/planejamento/atlas_verde/vegetacao_regional/01_esp_arborea_Tupa/pau_brasil/pau_brasil_02.jpg

Figura 9.1: Árvore de pau-brasil. Hoje, ela é rara de ser encontrada, mas na época do descobrimento era abundante na Mata Atlântica. Ela era usada para fazer móveis e retirar corante. Esse corante era utilizado para tingir roupas e tintas para pinturas e desenhos.

Para você ter idéia, desde então os portugueses iniciaram a cultura de explorar a Mata Atlântica, que dura até hoje. O pouco que resta sobreviveu aos ciclos de cultura da cana-de-açúcar e do café, além de ao crescimento das cidades. Segundo a organização não governamental *World Wildlife Fund* (WWF – Fundo Mundial para a Natureza), apenas 7,3% da área original da Mata Atlântica sobrevivia até 2000.



Leonardo Barbosa

Fonte: www.sxc.hu

Figura 9.2: Vista do Morro Dois Irmãos, no Rio de Janeiro. O crescimento do número de prédios e das favelas diminui rapidamente a área da Mata Atlântica.

A outra vítima, a Floresta Amazônica, vem sendo devorada também pela ganância humana. Seu desmatamento aumentou desde 1970, quando foi inaugurada a rodovia Transamazônica. Apesar de leis que protegem essa área, a busca por lucros através da extração ilegal de madeira se mantém, e ela vem desaparecendo dos mapas.

Não só o desmatamento proporciona a degradação dos solos. Nesta aula, veremos alguns outros agentes causadores da degradação do solo e as principais práticas de conservação. Vamos lá?

Principais agentes de degradação do solo

Como vimos no início da aula, o desmatamento é um dos agentes de degradação do solo. Mas existem outros agentes. São exemplos deles:

- o intemperismo,
- as queimadas,
- a agricultura itinerante e
- a erosão do solo.

Como vimos anteriormente, os agentes de degradação do solo atuam diretamente sobre a agricultura e, em conseqüência, na pecuária.

Agora, vamos ver mais informações sobre cada um deles.

Intemperismo

Como vimos, a degradação dos solos é iniciada na sua formação ou gênese. Você se lembra disso? Vimos sobre esse assunto na Aula 1. É através da degradação da rocha pela atuação do intemperismo que temos a formação do solo.

O homem pode acelerar o intemperismo ao fazer uma escavação e expor uma camada inferior de solo. Uma vez exposta, esta região sofre ação dos agentes intemperizantes (água, temperatura etc.) e ela é degradada mais intensamente do que quando estava encoberta.

A seguir, veremos sobre o desmatamento. Você vai perceber como ele está bastante relacionado com o intemperismo.

Desmatamento

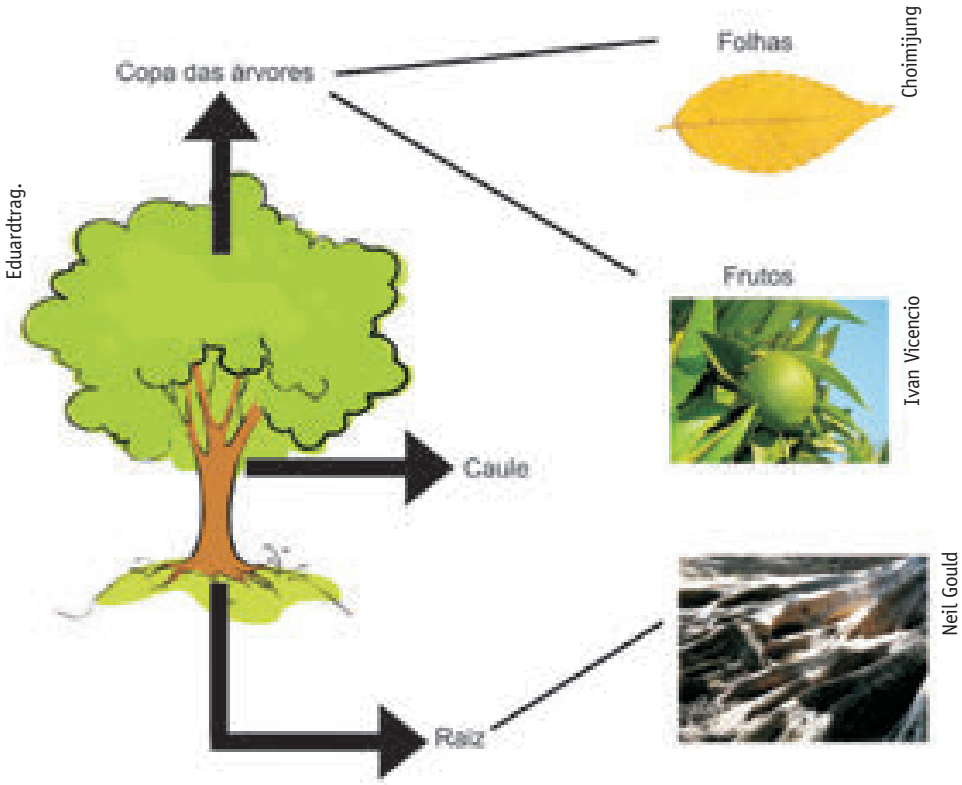
Como vimos no início da aula, o desmatamento foi uma das primeiras ações dos portugueses aqui no Brasil. Desde então, essa prática não deixou de ser praticada, mesmo com o surgimento de leis buscando proteger essas áreas naturais.

Você pode apontar dois motivos para não se fazer a retirada das árvores?

Uma árvore é composta de:

Adam Ciesielski

Fonte: www.sxc.hu



Fonte: www.sxc.hu

As **COPAS DAS ÁRVORES** têm um papel importante, pois atuam como guarda-chuvas. Assim como os guarda-chuvas, as copas das árvores protegem os solos em relação à exposição direta ao sol e às gotas de chuva.

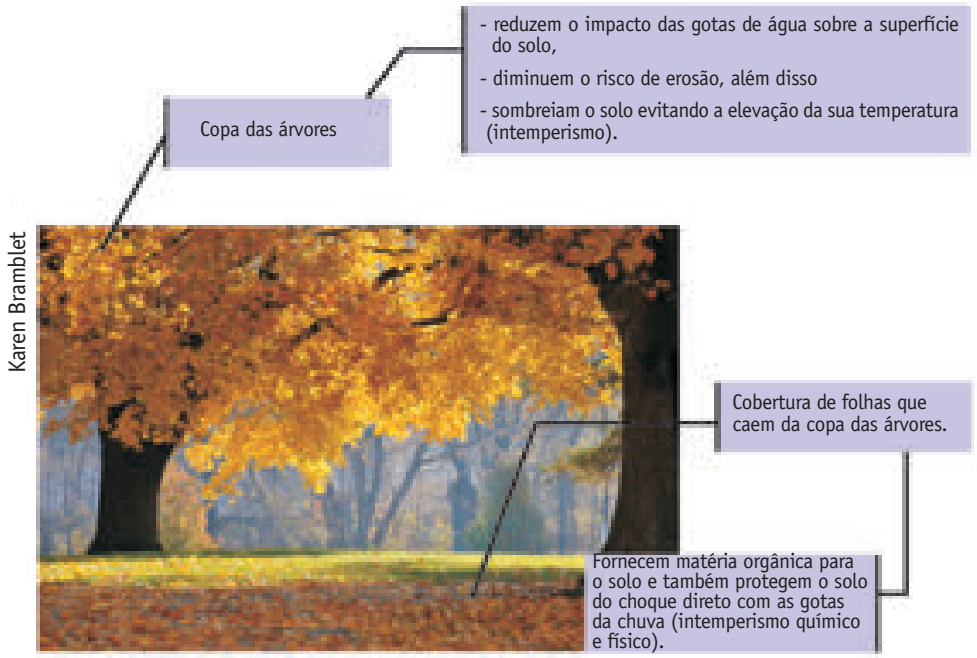
Ao cortar uma árvore em uma floresta, a sombra que ela fazia deixa de existir e o solo fica exposto a uma maior radiação solar. O solo desprotegido terá uma maior variação de temperatura entre o dia e a noite, o que favorece o intemperismo físico.

O controle da variação da temperatura no solo é importante, se pensarmos que pode existir água entre as trincas das rochas ou do solo. Dependendo da diminuição da temperatura e da quantidade de água no solo, é possível que essa água existente no solo aumente de volume e promova quebra das partículas do solo. Além disso, a temperatura baixa reduz a velocidade de reações químicas e da atividade biológica. A conseqüência disso é a redução da taxa de intemperismo e volume de solo formado.

COPA DA ÁRVORE

Região superior da árvore formada pelo conjunto de folhas, também chamada de dossel.

A falta da copa das árvores também permite o contato direto do solo com as gotas de água das chuvas. Isso leva à separação e ao transporte de partículas do solo.



Fonte: www.sxc.hu

Figura 9.3: Relação entre os componentes das árvores e o solo.

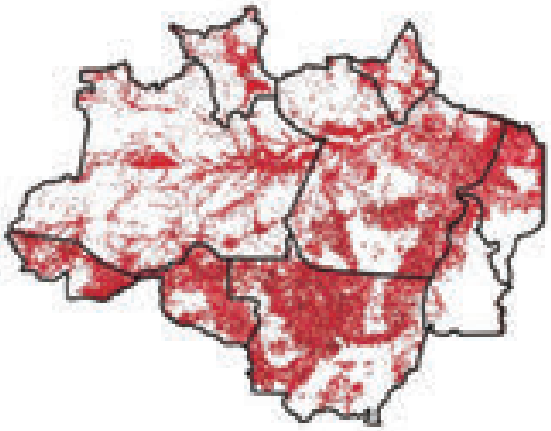
Já as raízes das árvores auxiliam na condução de água no solo. Ao retirar as árvores, há uma redução da infiltração da água no solo.

O desmatamento não afeta somente o solo, mas também a diversidade da fauna e flora, causando a redução de ambos. O desmatamento para comércio ilegal de madeira e carvão leva à desertificação das áreas e tais práticas não se preocupam em manter as características químicas e físicas dos solos. Diante disso, os solos perdem a capacidade de suprir as necessidades químicas das plantas, as quais não conseguem desenvolver-se nestas áreas, levando a um desequilíbrio ecológico.

Mapa Brasil distribuição da Mata Atlântica

Fonte: http://www.jornaldosamigos.com.br/mata_atlantica.jpg.

Amazônia devastada



Fonte: http://3.bp.blogspot.com/_5w7Fz_h2xQg/SQPeXXHoTaI/AAAAAAAADRc/ilx2Qod8-UA/s1600-h/AMAZONIA+DESMATAMENTO+2006+DETER.JPG

Figura 9.4: Os dados são bastante preocupantes. Veja que no mapa da direita, do Descobrimento aos dias de hoje, mais de 93% da Mata Atlântica foi devastada. O mapa da esquerda mostra a área da Amazônia devastada entre os anos de 2001 e 2006.

A queimada também é uma forma de desmatamento. A seguir veremos mais informações a respeito.

Queimadas

O fogo, desde os tempos mais remotos, tem sido a prática mais utilizada para limpeza das áreas de plantio. Prática condenável! Ela leva à redução da matéria orgânica e dos seres vivos (animais, vegetais, microrganismos) que habitam os solos.

Algumas pessoas defendem o uso do fogo justificando que as plantas desenvolvem melhor após a queimada. E, em parte, isso é verdade, porque ocorre a mineralização da matéria orgânica e rápida liberação de nutrientes para as plantas. Porém, com o passar dos anos, ocorre o esgotamento dos nutrientes no solo. Isso ocorre porque a matéria orgânica mineralizada é mais fácil de ser carregada pela água da chuva, e o solo empobrece mais rápido, deixando poucos nutrientes para serem absorvidos pelas plantas.

Vale lembrar que as queimadas podem ocorrer de forma natural, ou seja, sem ação direta do homem. Podem acontecer pela incidência dos raios solares na mata seca ou por causa de raios na vegetação.

Bill Silvermintz

Fonte: www.sxc.hu

Figura 9.5: As queimadas são praticadas ainda nos dias de hoje. Em um primeiro momento, elas aumentam a disponibilidade de nutrientes no solo. Porém, quando ocorrem as chuvas, os nutrientes saem com maior facilidade do solo.

O fogo também é utilizado para a abertura de áreas clandestinas de cultivo na mata. Veja, a seguir, como se dá essa prática.

Agricultura itinerante

A agricultura itinerante é aquela praticada por pessoas que não possuem terras próprias. Elas abrem clareiras no meio da mata com o uso do fogo no local onde realizarão o cultivo (milho, soja). Como não há investimento para manutenção da fertilidade do solo, quando ele não tem mais nutrientes, a área é abandonada e uma nova é procurada para iniciar o ciclo.

Esse tipo de agricultura é muito comum na região amazônica, sendo considerada uma prática itinerante, pois a cultura migra de um lugar para outro. Não é necessário muito investimento nem há preocupação com a conservação do solo.

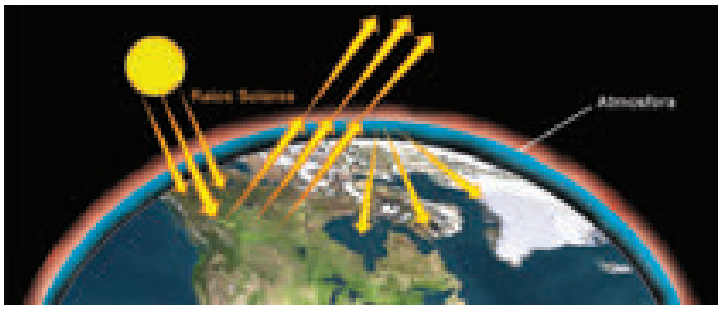
Saiba mais...

Queimadas e agricultura itinerante contribuem para o aquecimento global

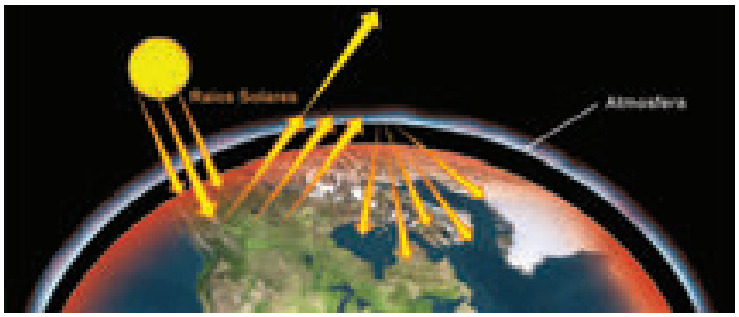
O calor da Terra é proveniente da luz solar e a Terra, diferentemente de outros planetas, consegue aprisionar esse calor. Isso é possível por acontecer um efeito em nossa atmosfera, chamado efeito estufa, causado por uma série de gases existentes na atmosfera, principalmente o CO2 (gás carbônico). É a presença deles que permite que parte do calor solar seja mantido e haja vida na Terra. No entanto, a Terra vem aumentando sua temperatura.

Como vimos nesta aula, as queimadas e a agricultura itinerante são práticas que envolvem fogo. Essas duas práticas contribuem para o aquecimento global devido à emissão de fuligem, de gás carbônico (CO2) e de outras partículas para a atmosfera durante a combustão das matas. Esse material sobe na forma de fumaça e fica na atmosfera, formando uma camada de poluentes. Essa camada impede a dispersão do calor da Terra para o espaço, contribuindo para o aquecimento global.

Processo natural do efeito estufa



Efeito estufa agravado pela camada de poluentes



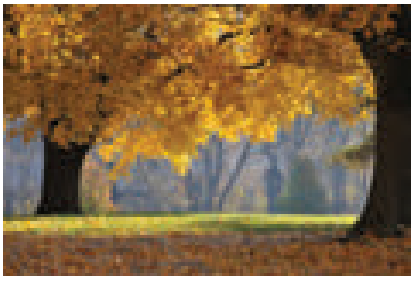
Fonte: http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL18843-5603,00.html

Atividade 1

Atende ao Objetivo 1

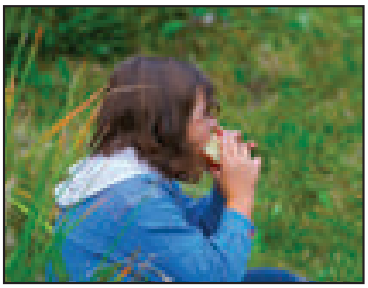
Leia a história a seguir:

Samuel sempre gostou de sua cidade natal. Tinha orgulho por ter crescido em uma cidade pequena e ter contato direto com a natureza. Sua cidade era bem arborizada e tinha um grande bosque nos arredores.



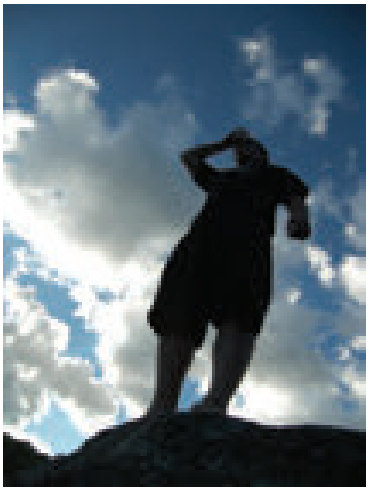
John Nyberg

Fonte: www.sxc.hu



Mateusz Stachowski.

Fonte: www.sxc.hu



Sebastian Fissore.

Fonte: www.sxc.hu

De uns anos para cá, a cidade cresceu. Deixou de ter aquela brisa do fim de tarde e pouco restou do bosque. Junto a ele apareceu uma área desertificada. Ele ouviu dizer que isso aconteceu devido à retirada das árvores, que acabou por modificar o solo, não permitindo o desenvolvimento das plantas.

Explique ao Samuel como aconteceu o processo de modificação do solo após a retirada das árvores. Para isso, ordene as etapas a seguir:

( ) Incidência direta dos raios solares sobre o solo.

( ) Corte das árvores.

( ) Empobrecimento do solo.

( ) Redução da fauna e flora.

( ) Surgimento de erosão.

( ) Carreamento de nutrientes pelas águas das chuvas.

Erosão do solo

A erosão é a remoção do solo de um lugar para ser depositado em outro por um agente (vento, água). A erosão causada pela água recebe o nome de erosão hídrica e pode ser de três níveis:

- laminar,
- sulco e
- voçoroca.

A erosão hídrica sofre intensa influência:

- da declividade do terreno,
- do volume de água que escoa e
- da velocidade de escoamento da água.

Quanto maior a declividade do terreno, maior o volume de água que escoa. Quanto maior for a velocidade da água em escoamento, maior será a capacidade de erosão.

Na erosão laminar, o desgaste do solo ocorre a cada chuva. De forma lenta, é formada uma camada em declive, bem fina e paralela à superfície.

Fonte: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado/figurasolos4.htm

Figura 9.6: Após algumas chuvas, esse terreno apresentou a formação de um declive fino e paralelo à superfície do solo. Isso caracteriza a erosão laminar.

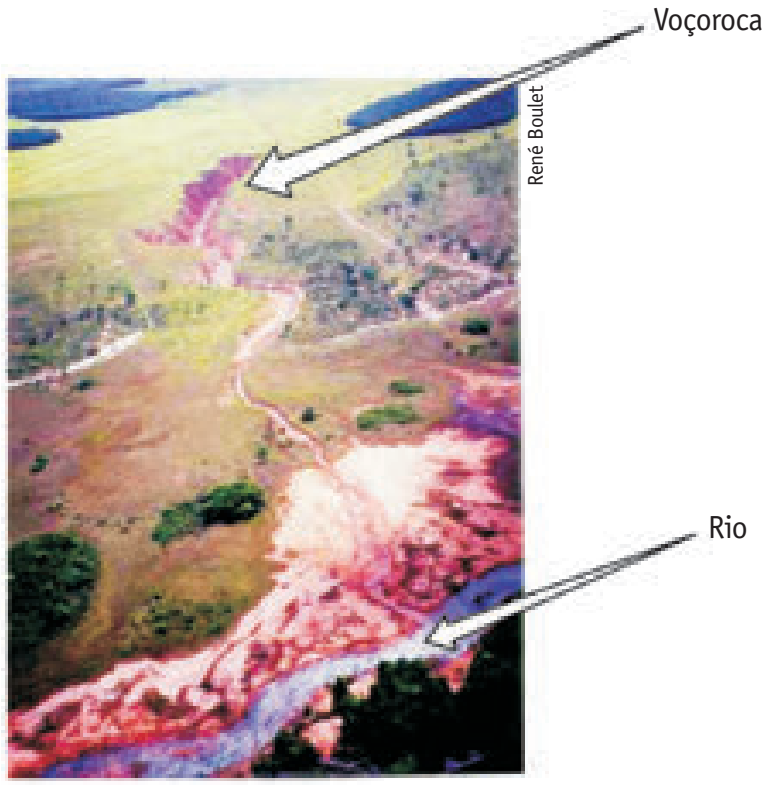
A erosão em sulcos ocorre em solos desprotegidos com declives acentuados. Como já vimos, isso favorece a velocidade de escoamento da água das chuvas e aumenta a ocorrência de pequenos sulcos na superfície do solo.

A erosão em voçoroca é um estágio avançado da erosão em sulcos. Com o aumento da declividade e o volume de água das chuvas escoando com maior velocidade, são formados sulcos cada vez mais profundos, denominados voçorocas. Esse tipo de erosão não permite o uso de maquinário nem o uso agrícola da área devido à formação de grandes fendas.

Uma erosão desta dimensão é favorecida pela retirada de mata, mas o tipo de solo também exerce importante contribuição.

Por exemplo, solos que apresentam horizonte B textural próximo à superfície dificultam a infiltração de água, que, conseqüentemente, ficará retida por um período maior no horizonte superficial.

Além disso, o mau manejo de pastagem pode levar à situação da Figura 9.7. Isso acontece quando a pastagem não é suficiente para a alimentação animal. O pasto acaba, o solo fica exposto e ocorre a erosão.



Fonte: http://www.cnpma.embrapa.br/projetos/index.php3?sec=guara:::45

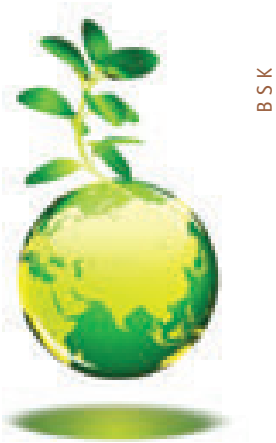
Figura 9.7: Voçoroca formada após uma chuva, conduzindo água para o rio.

Agora, vamos fazer uma atividade para ver se você identifica os tipos de agentes de degradação dos solos que acabamos de estudar. Em seguida veremos como evitar a degradação dos solos.

Saiba mais...

A degradação de solos vai muito além...

A produção agrícola vem aumentando para atender uma população mundial que só tem crescido. Para atender esse aumento, foi necessário desenvolver novas variedades vegetais e fazer uso intenso de insumos, como fertilizantes, pesticidas, água e (alta) tecnologia. No que diz respeito à tecnologia, temos investido em plantas geneticamente modificadas (OGM) e na utilização de maquinários pesados.



Fonte: www.sxc.hu

No entanto, nem todos os efeitos desse aumento de produção são positivos. Ele vem acompanhado de efeitos negativos, dentre eles: a poluição da superfície da Terra e das águas subterrâneas, a perda de biodiversidade, a erosão da crosta terrestre e o declínio da fertilidade do solo.

É preciso estar atento aos problemas da agricultura, pois eles deixaram de ser pontuais e, hoje, são mundiais!

Atividade 2 Atende ao Objetivo 1

Relacione as colunas:

1 – Intemperismo ( ) Retirada de árvores, promovendo maior variação de emperatura entre o dia e a noite, favorecendo o intemperismo físico.

2 – Queimadas ( ) Muito comum na região amazônica. É uma prática que vai de um lugar para outro, sem muito investimento e preocupação com conservação do solo.

3 – Agricultura itinerante	( ) Remoção de solo por um agente (vento, água) de um lugar para ser depositado em outro.
4 – Desmatamento	( ) Prática comum em todo país. É responsável por aumentar rapidamente os nutrientes do solo, mas os perde ao serem lavados pela água da chuva. Promove também a redução dos seres vivos que habitam os solos.
5 – Erosão do solo	( ) É como ocorre naturalmente a origem dos solos. Pode acontecer por ação do vento e da água.

Práticas de conservação do solo

As práticas de conservação do solo ou práticas conservacionistas são atividades exercidas com o objetivo de manter ou tornar o solo produtivo. Dentre as principais práticas conservacionistas, temos:

Gleba
Uma porção homogênea de área de terra.

- ajustamento da GLEBA à capacidade uso;
- rotação de culturas;
- cobertura morta;
- adubação;
- adubação verde;
- calagem;
- plantio direto,
- sistemas agroflorestais;
- sistemas agrossilvopastoril;
- plantio em nível;
- carpas alternadas;
- faixa de retenção;
- escarificação;
- subsolagem.

Não entendeu alguns termos? Não se preocupe. Veremos cada uma dessas práticas conservacionistas a seguir.

Quando essas práticas são exercidas para controlar a erosão baseiam-se em dois princípios:

- diminuir o volume e a velocidade de escoamento das águas das chuvas e
- proteger o solo contra o impacto direto das gotas das águas da chuva.

Essas práticas podem também ser exercidas para controlar alguns outros aspectos, como:

- recompor os nutrientes ao solo;
- aumentar a porosidade;
- aumentar infiltração da água no solo etc.

A seguir, veremos as principais práticas conservacionistas.

Ajustamento da gleba à capacidade uso

Esta prática baseia-se no princípio de que solos diferentes devem ser utilizados considerando-se a capacidade de sustentação de cada um. Ou seja, deve-se considerar o teor nutricional de cada tipo de solo. Por exemplo, um solo fértil deve ser destinado para culturas como milho ou feijão. Essas culturas necessitam de grande quantidade de nutrientes para desenvolvimento. Se alguma dessas culturas for colocada em um solo com baixo teor nutricional, podem acontecer duas coisas:

- não se desenvolverão ou
- terão um desenvolvimento abaixo do esperado, apresentando grãos menores ou mal formados.

As duas possibilidades representam prejuízo para o agropecuário.

Outra situação pode ser descrita pelo uso de solos de áreas inclinadas (com declives superiores a 12%) com culturas anuais (milho, feijão, soja), pois o uso intenso de maquinário pode favorecer a erosão.

O maquinário atua de duas formas:

- compactando o solo e aumentando o volume de água que escoa na superfície, ou
- através do revolvimento intenso do solo, levando a intensa desagregação.

Então o que seria o ajustamento da gleba à capacidade de uso? Seria ajustar o solo para o que se deseja cultivar, levando em consideração o teor nutricional do solo ou suas características físicas, como o declive.

Rotação de culturas

É o rodízio planejado de culturas numa mesma área. Nesse tipo de cultivo, quando o ciclo de uma cultura acaba, em seguida inicia-se uma nova.

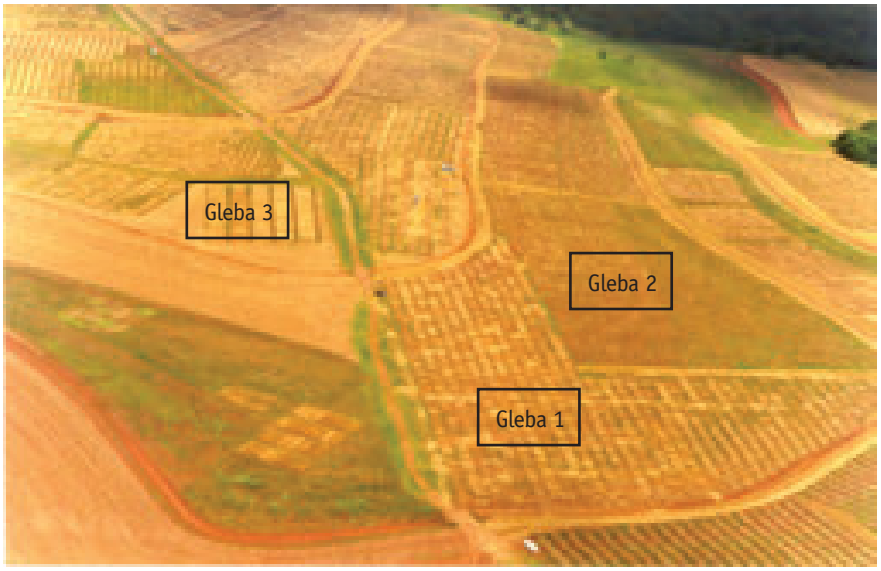
Veja, a seguir, um exemplo de rotação de culturas.

Tabela 9.1: Rotação de culturas.

Ano	1999	2000	2001	2002	2003
Gleba 1	Milho	Batata	Algodão	Feijão	Milho
Gleba 2	Feijão	Milho	Batata	Algodão	Feijão
Gleba 3	Algodão	Feijão	Milho	Batata	Algodão
Gleba 4	Batata	Algodão	Feijão	Milho	Batata

Na **Tabela 9.1**, temos o ano de plantio das culturas e as glebas onde foram plantadas. Observe que, no ano de 1999, na gleba 1 plantaram o milho, na gleba 2 o feijão, na gleba 3 o algodão e na 4 a batata.

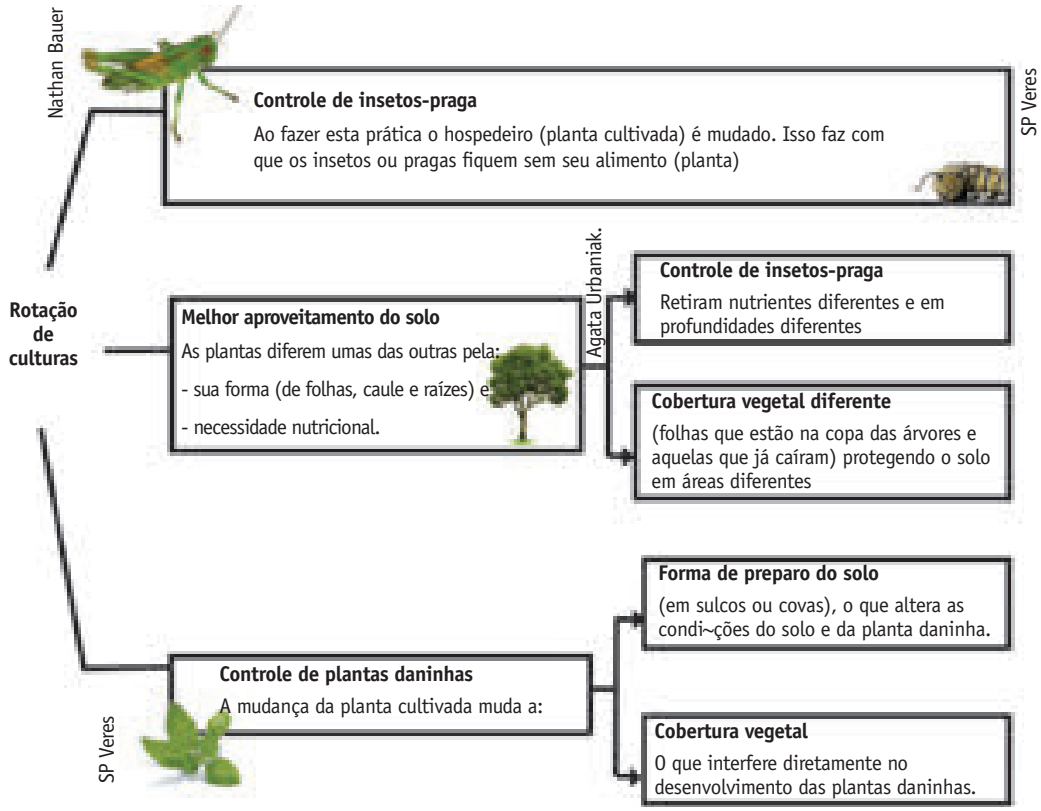
No ano seguinte (2000), na gleba 1, onde havia sido plantado o milho, plantaram a batata. Na gleba 2, onde havia sido plantado feijão, agora está com milho. Na gleba 3, em vez de algodão plantaram o feijão. E, por fim, na gleba 4, em vez de batata agora há com algodão. Veja, neste exemplo, que cada área recebe culturas diferentes de um ano para outro.



Fonte: http://www.cnpt.embrapa.br/imagens/campo_exp1.jpg.

Figura 9.8: Veja a variedade de glebas no sistema de rotação de culturas. Marcamos três delas, mas cada retângulo com textura diferente na imagem é uma gleba.

As vantagens da rotação de culturas são:



Fonte: www.sxc.hu

Cobertura morta

A cobertura morta consiste em cobrir o solo com capins, palhas, restos vegetais em decomposição etc.

Ao fazer essa cobertura, protegemos o solo contra o impacto direto das gotas de água e a incidência dos raios solares. Além disso, essa cobertura aumenta a umidade e diminui a variação de temperatura do solo.

Atividade 3 Atende ao Objetivo 3

Complete a conversa entre João e Pedro utilizando as seguintes palavras:

a) cobertura morta

b) rotação de culturas

c) ajustamento da gleba à capacidade de uso

– Olá Pedro! Como vai?

– Vou bem João e você?

– Também vou bem. Agora que resolvi plantar milho naquela área mais plana da fazenda e deixar a mais inclinada para plantar árvores e as intermediárias para pastagem tudo vai melhor que antes.

– Então que dizer, João, que você está fazendo _____, como indicou o Técnico em Agropecuária, o sr. Sebastião?

– Isso mesmo, Pedro. Mas não é só. Sabe aquela área próxima do curral onde só plantava milho? Agora estou plantando feijão e milho. Segundo o sr. Sebastião isso chama-se _____.

– Outra coisa boa que estou fazendo é na minha horta. Estou usando os restos vegetais e esterco sobre o solo. Segundo o sr. Sebastião, isso melhora a fertilidade e a retenção de água do solo, além de controlar plantas daninhas. Ele chama essa prática de conservação de solo de _____.

Adubação

A adubação pode ser:

- mineral ou
- orgânica.

A adubação mineral (ou química) consiste em adicionar ao solo compostos como sulfato de amônio para liberação de nitrogênio e enxofre para absorção pelas plantas.

Sulfato de amônio + água → íons de amôni + íons de sulfato

(fonte de nitrogênio - N) (fonte de enxofre - S)

$$(NH_4)_2SO_4 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + SO_4^{2-}$$

A adubação orgânica consiste em adicionar ao solo compostos orgânicos, como esterco de curral. Através da decomposição por microrganismos, o esterco de curral libera no solo nutrientes essenciais (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio) ao desenvolvimento das plantas.

Adubação verde

É a incorporação de plantas ou partes de plantas ao solo com o objetivo de melhorar suas características (químicas, físicas e mineralógicas). Essa incorporação é feita enterrando-se ou misturando-se restos de plantas ao solo.

Quando a planta incorporada é da família das leguminosas (soja, feijão), os resultados alcançados são melhores. Estas plantas retiram o nitrogênio do ar, que passa a fazer parte das células da planta. Ao passarem pela decomposição, os nutrientes da leguminosa ficarão disponíveis para a cultura comercial (milho, feijão, etc.) em SUCESSÃO.

SUCESSÃO

Refere-se a uma seqüência de eventos; no caso, uma seqüência de culturas.

Como exemplos de espécies de leguminosas usadas como adubo verde temos: mucuna preta, mucuna cinza, lab-lab, guandu, *Crotalaria juncea*, feijão de porco etc.

São características desejáveis das plantas para uso como adubo verde:

- crescimento rápido e eficiente cobertura do solo (ou seja, proteger bem o solo);
- cobertura abundante;
- grande quantidade de MASSA VERDE e de MATÉRIA SECA;
- fixar nitrogênio (N_2) do ar;
- pouca exigência nutricional;
- resistência a insetos-pragas e doenças comuns às culturas comerciais (soja, milho);

MASSA VERDE

A planta fresca, recém-cortada.

MATÉRIA SECA

A planta seca em estufa à temperatura constante por determinado período.

- sistema radicular agressivo e amplo (ou seja, plantas que apresentam raízes com capacidade de desenvolver em solo duro e compactado, além de alcançarem uma área extensa);
- facilidade de obtenção de sementes;
- facilidade de plantio e extinção.

Atividade 4 Atende ao Objetivo 4

Coloque F para falso e V para verdadeiro:

( ) A adubação química é aquela na qual os resíduos de plantas são incorporados aos solos para melhorar a fertilidade.

( ) Na adubação verde os restos vegetais são utilizados para melhorar a fertilidade do solo.

( ) As plantas da família das gramíneas (grama de pastagens) são as mais utilizadas para adubação verde.

Calagem

É a prática de incorporação de materiais alcalinos ao solo. O mais comum é a adição de calcário. A adição desse material alcalino objetiva:

- corrigir a acidez do solo,
- aumentar a CTC,
- aumentar a disponibilidade e assimilação de nutrientes,
- estimular o desenvolvimento da vida microbiana.

Nessa prática, uma parte do calcário é espalhada sobre o solo. Em seguida, passa-se o arado ou a grade, misturando o calcário ao solo. Ao fazer isso, o calcário adiciona cátions ao solo e, por conseqüência, aumenta a CTC e diminui a acidez do solo. A diminuição da acidez do solo estimula o desenvolvimento dos micróbios.

Plantio direto

O plantio direto é o processo de semeadura direta em solo. Preferencialmente, o solo é coberto com palha do cultivo anterior e depois a semente é colocada em sulcos ou covas. Isso elimina as operações de aração, gradagem e outros métodos convencionais de preparo do solo.

A movimentação feita no solo somente nos sulcos de plantio onde são distribuídas as sementes e adubos é suficiente para germinação e desenvolvimento das plantas.

O plantio direto é mais difundido no sul do país (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do sul).

Algumas das vantagens do plantio direto são:

- conduz à agricultura sustentável;
- proporciona a preservação do meio ambiente;
- evita o preparo convencional (aração e a gradagem) do solo a cada cultivo;
- gera economia, rapidez e melhores resultados na colheita, já que não haverá as operações de aração e gradagem, aumentando a vida útil das máquinas;
- recompõe as características físicas e químicas do solo.

O plantio direto possibilita a agricultura sustentável, uma vez que diminui o revolvimento do solo. Conseqüentemente, evita a desestruturação e perda de solo por erosão. Além disso, promove a rotação de culturas para a formação de palhada.

Além dessas medidas que proporcionam a preservação do meio ambiente, não é necessário realizar queimadas. Isso é possível devido à decomposição das culturas anteriores, onde há a liberação de nutrientes e ácidos orgânicos. A reposição deles no solo aumenta a CTC e estrutura os solos. Ainda podemos acrescentar que com a redução de etapas, como aração e gradagem, há um gasto menor de combustível fóssil.

Sistemas agroflorestais

É uma forma de uso e manejo do solo que utiliza árvores e/ou arbustos (frutíferas, madeireiras) em associação com culturas comerciais em uma mesma área. Isso pode acontecer simultaneamente ou em uma seqüência temporal. Um exemplo seria o plantio de feijão entre as plantas de laranja em um pomar.

Sistemas agrosilvopastoril

Consiste na associação de espécies florestais (eucalipto, teça, cedro australiano) ou frutíferas (laranja, manga, abacate, coco) com animais (bovinos e eqüinos) em uma área de pastagem. Essa área não tem limite definido.

Esse sistema diversifica o uso do solo e promove a reciclagem dos nutrientes. Nele os animais digerem o capim. O produto final dessa digestão são as fezes, que retornam ao solo com os nutrientes (não utilizados pelos animais). Dessa forma os nutrientes voltam a ficar disponíveis para as plantas, inclusive o capim.

Para desenvolver esse sistema, é necessário ter bom conhecimento das culturas e manejo das criações.

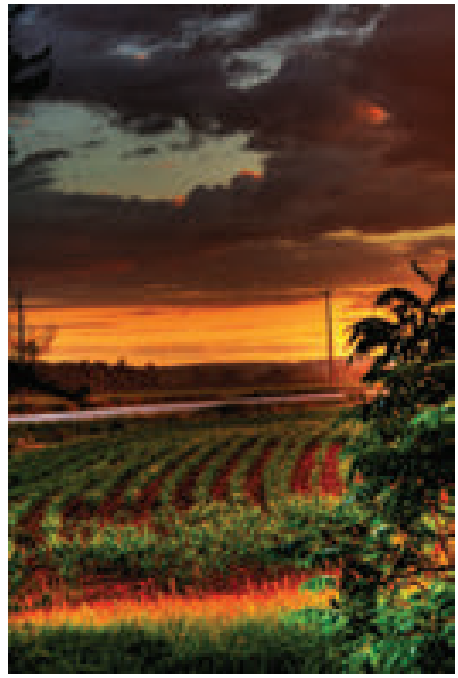
Plantio em nível

Prática que consiste em fazer as operações de preparo do solo, como arações, gradagens, plantios e CAPINAS, seguindo as curvas de níveis do terreno.

CAPINA

O mesmo que capinagem, retirada de mato.

Ao fazer o plantio em curvas de níveis, a força de descida da água é reduzida e distribuída pelo solo.



Maxime Perron Caissy

Fonte: www.sxc.hu

Figura 9.9: Plantio em curva de nível. Veja como as fileiras de plantio estão cortando o declive do terreno e, conseqüentemente, o escoamento da água.

Multimídia

Como deve ser feito o plantio em nível?

Se quiser saber mais detalhes sobre como se faz o plantio em nível, veja o site

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoes/elementos_representacao.html

As curvas de nível são consideradas uma prática conservacionista por evitar o escoamento de água pelo terreno e com isso diminuir a força de arraste de partículas de solo. A água só escoa no terreno se houver variação de altitude no mesmo de período em período. Caso não ocorra variação de altitude a água não tem para onde escoar e infiltra no solo.

Atividade 5

Atende ao Objetivo 3

Relacione as colunas:

1 – Calagem	( ) Prática que consiste em fazer as operações de preparo do solo, como arações, gradagens, plantios e capinas, seguindo as curvas de níveis do terreno.
2 – Plantio direto	( ) Consiste na associação de espécies florestais (eucalipto, teça, cedro australiano) ou frutíferas com animais (bovinos e eqüinos) em uma área de pastagem.
3 – Sistema agroflorestal	( ) É o processo de semeadura direta em solo. Preferencialmente, o solo é coberto com palha do cultivo anterior e a semente é colocada em sulcos ou covas.
4 – Sistema agrossilvopastoril	( ) É a prática de incorporação de materiais alcalinos ao solo.
5 – Plantio em nível	( ) É uma forma de uso e manejo do solo que utiliza árvores e/ou arbustos (frutíferas, madeireiras) em associação com culturas comerciais em uma mesma área.

Carpas alternadas

É a realização de capinas do mato de uma rua sim, outra não. Ou seja, entre duas ruas carpidas, uma rua inteira fica sem carpir. As ruas deixadas com mato servem de barreira. Elas seguram a terra arrastada pela água das chuvas das ruas carpidas. Ao final dos serviços, metade das ruas estará limpa e metade estará no mato, de forma alternada.

As carpas alternadas são usadas em locais mais inclinados e em substituição à capina em área total, que expõem o solo ao contato direto com as gotas de água de chuva.

Faixa de retenção

É o cultivo em faixas de plantas densas, como a cana-de-açúcar e o capim colonião. Elas são consideradas densas por cobrirem bem o solo e dar-lhe boa proteção. No geral, as faixas são estritas, com largura de aproximadamente dois a três metros. As faixas são espaçadas de 30 a 50 metros entre si e alocadas em nível no terreno, para reter a terra que a água da chuva arrasta. Ou seja, geralmente o terreno é inclinado e elas são colocadas em diferentes faixas (em nível), como no exemplo da **Figura 9.10**.

Fonte: http://www.cnpgl.embrapa.br/nova/publicacoes/circular/CT79.pdf

Figura 9.10: Esquema de faixa de retenção em área inclinada. A área mais escura está representando a área com um cultivo de cana de açúcar. A mais clara seria a que tem culturas anuais, como feijão ou milho.

Escarificação

Em solos mais siltosos é comum a formação, na superfície, de uma camada impermeável após uma chuva. Ela dificulta:

- a penetração da água das chuvas,
- a germinação de sementes e
- as trocas gasosas entre o ar dos poros do solo e o ar atmosférico.

A escarificação é uma prática realizada por meio de arado, grades e escarificadores com o objetivo de romper essas camadas impermeáveis e, dessa forma, permitir a infiltração da água no solo.

Fonte: http://www.concordia.sc.gov.br/imagens/op_2003_2004/regiao08/alvorada1gd.jpg.

Figura 9.11: Escarificadores utilizados para facilitar a infiltração de água em solos mais siltosos.

Subsolagem

Em solos cultivados intensamente, pode haver a formação de uma camada densa e impermeável a certa profundidade. Isso pode acontecer por causa do peso dos implementos que provocam pressão no solo e aumentam a densidade do mesmo. A conseqüência disso é a dificuldade de penetração da água e das raízes das plantas, havendo assim uma limitação no uso desses solos.

Para solucionar este problema é feita a subsolagem, que é a quebra das camadas endurecidas. Ela é realizada por equipamentos chamados de subsoladores.

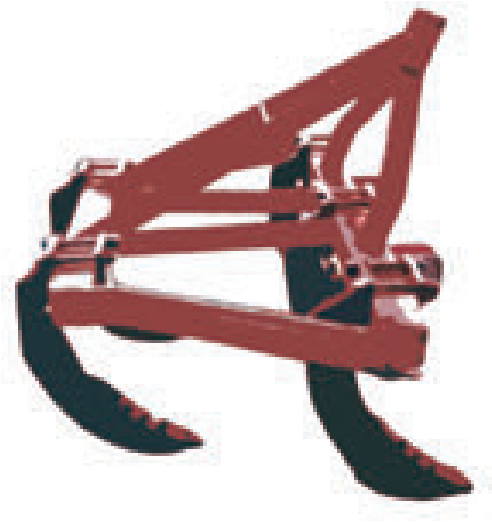


Figura 9.12: Subsolador é o equipamento utilizado para reduzir camadas endurecidas do solo.

Por tudo o que vimos até aqui, percebemos que não basta querermos produzir alimentos, temos que conservar os solos, o que é mais difícil do que degradá-lo.

Atividade 6 Atende ao Objetivo 3

Relacione as colunas:

1 - Carpas alternadas	( ) É uma prática que deve ser utilizada quando surgem camadas impermeáveis que dificultam o desenvolvimento das plantas.
2 - Faixa de retenção	( ) Esta prática deve ser utilizada quando o objetivo é quebrar camadas endurecidas (adensadas) de solo.
3 - Escarificação	( ) É uma prática indicada para áreas inclinadas plantadas com culturas perenes, como o café.
4 - Subsolagem	( ) Utilizada em áreas inclinadas destinadas ao plantio de culturas anuais propensas à erosão.

Atividade 7

Atende ao Objetivo 3

Assinale V para verdadeiro e F para falso:

( ) Rotação de culturas é uma prática que baseia-se no princípio de que solos diferentes devem ser utilizados considerando-se a capacidade de sustentação de cada um.

( ) Ajustamento da gleba à capacidade de uso é o rodízio planejado de culturas em uma mesma área, de modo a não plantar em sucessão a mesma cultura na mesma área.

( ) Cobertura morta consiste em cobrir o solo como capins, palhas, restos vegetais em decomposição etc.

( ) Calagem refere-se à incorporação ao solo de plantas ou partes de plantas com o objetivo de melhorar suas características (químicas, físicas e mineralógicas).

( ) Adubação verde é a prática de incorporação ao solo de materiais (alcalinos), sendo mais comum o calcário, que, objetivando corrigir a acidez do solo, o aumento de CTC e da disponibilidade e assimilação de nutrientes, estimula o desenvolvimento da vida microbiana.

( ) Plantio direto é o processo de semeadura direta em solo não revolvido pelo uso de implementos como arado ou grade. Preferencialmente, o solo é coberto com palha do cultivo anterior, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, evitando as operações de aração, gradagem e outros métodos convencionais de preparo do solo.

( ) Sistemas agroflorestais é uma forma de uso e manejo do solo que utiliza árvores e/ou arbustos (frutíferas, madeireiras) em associação com culturas comerciais numa mesma área simultaneamente ou numa seqüência temporal.

Atividade 8

Atende ao Objetivo 4

Veja a figura a seguir. Ela ilustra uma área plantada com algodão sofrendo forte influência da erosão hídrica. Sugira pelo menos duas práticas conservacionistas para conter a erosão desta área explicando como atuaram para tal, não esquecendo que a área será plantada com algodão.

José da Cunha Medeiros

Fonte: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/solos4.jpg

Resumindo...

- Nesta aula, vimos que a degradação dos solos brasileiros iniciou-se com a colonização. Os principais agentes de degradação dos solos são: intemperismo, desmatamento, queimadas, agricultura itinerante e erosão dos solos.
- Dentre os agentes de degradação, o intemperismo é o que tem menor poder de controle, devido à sua natureza.
- O fogo, desde os tempos mais remotos, tem sido a prática mais utilizada para limpeza das áreas de plantio. Prática condenável, leva à redução da matéria orgânica e dos seres vivos (animais, vegetais, microrganismos) que habitam os solos.

- A agricultura itinerante é muito comum na região Amazônica.
- A erosão é a remoção do solo de um lugar para ser depositado em outro por um agente (vento, água).
- As principais práticas conservacionistas para redução dos efeitos dos agentes de degradação são: ajustamento da gleba à capacidade de uso, rotação de culturas, cobertura morta, adubação (química e orgânica), adubação verde, calagem, plantio direto, sistemas agroflorestais, sistemas agrosilvopastoril, plantio em nível, carpas alternas, faixa de retenção, escarificação e subsolagem.
- O ajustamento da capacidade de uso é uma prática baseada no princípio de que solos diferentes devem ser utilizados considerando-se a capacidade de sustentação de cada um.
- A rotação de culturas é o rodízio planejado de culturas em uma mesma área, de modo a não plantar em sucessão a mesma cultura.
- Cobertura morta consiste em cobrir o solo com capins, palhas, restos vegetais em decomposição etc.
- Calagem é a prática de incorporação ao solo de materiais (alcalinos). O mais comum o calcário. Essa prática objetiva corrigir a acidez do solo, aumentar a CTC, aumentar a disponibilidade e a assimilação de nutrientes e estimular o desenvolvimento da vida microbiana.
- Adubação verde refere-se à incorporação ao solo de plantas ou partes de plantas. Tem o objetivo de melhorar características químicas, físicas e mineralógicas do solo.
- Plantio direto é o processo de semeadura direta em solo não revolvido pelo uso de implementos, como arado ou grade. Preferencialmente, o solo é coberto com palha do cultivo anterior, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas.
- Sistemas agroflorestais é uma forma de uso e manejo do solo que utiliza árvores e/ou arbustos (frutíferas, madeireiras) realizados em associação com culturas comerciais em uma mesma área simultaneamente ou em uma seqüência temporal.

- Para a conservação do solo, quanto mais práticas conservacionistas forem utilizadas melhor será o resultado.
- A conservação dos solos deve ser realizada de forma contínua e associando-se diversas práticas para a obtenção mais rápida de resultados, uma vez que é um processo lento.

Respostas das Atividades

Atividade 1

(2) Incidência direta dos raios solares sobre o solo.

(1) Corte das árvores.

(4) Empobrecimento do solo.

(6) Redução da fauna e flora.

(5) Surgimento de erosão.

(3) Carreamento de nutrientes pelas águas das chuvas.

Atividade 2

(4) Retirada de árvores, promovendo maior variação de emperatura entre o dia e a noite, favorecendo o intemperismo físico.

(3) Muito comum na região amazônica. É uma prática que vai de um lugar para outro, sem muito investimento e preocupação com conservação do solo.

(5) Remoção de solo por um agente (vento, água) de um lugar para ser depositado em outro.

(2) Prática comum em todo país. É responsável por aumentar rapidamente os nutrientes do solo, mas os perde ao serem lavados pela água da chuva. Promove também a redução dos seres vivos que habitam os solos.

(1) É como ocorre naturalmente a origem dos solos. Pode acontecer por ação do vento e da água.

Atividade 3

Ajustamento da gleba à capacidade de uso

Rotação de culturas

Cobertura morta

Atividade 4

(F) A adubação química é aquela na qual os resíduos de plantas são incorporados aos solos para melhorar a fertilidade.

(V) Na adubação verde os restos vegetais são utilizados para melhorar a fertilidade do solo.

(F) As plantas da família das gramíneas (grama de pastagens) são as mais utilizadas para adubação verde.

Atividade 5

(5) Prática que consiste em fazer as operações de preparo do solo, como arações, gradagens, plantios e capinas, seguindo as curvas de níveis do terreno.
(4) Consiste na associação de espécies florestais (eucalipto, teça, cedro australiano) ou frutíferas com animais (bovinos e eqüinos) em uma área de pastagem.
(2) É o processo de semeadura direta em solo. Preferencialmente, o solo é coberto com palha do cultivo anterior e a semente é colocada em sulcos ou covas.
(1) É a prática de incorporação de materiais alcalinos ao solo.
(3) É uma forma de uso e manejo do solo que utiliza árvores e/ou arbustos (frutíferas, madeireiras) em associação com culturas comerciais em uma mesma área.

Atividade 6

(3)	É uma prática que deve ser utilizada quando surgem camadas impermeáveis que dificultam o desenvolvimento das plantas.
(4)	Esta prática deve ser utilizada quando o objetivo é quebrar camadas endurecidas (adensadas) de solo.
(1)	É uma prática indicada para áreas inclinadas plantadas com culturas perenes, como o café.
(2)	Utilizada em áreas inclinadas destinadas ao plantio de culturas anuais propensas à erosão.

Atividade 7

(F) Rotação de culturas é uma prática que baseia-se no princípio de que solos diferentes devem ser utilizados considerando-se a capacidade de sustentação de cada um.

(F) Ajustamento da gleba à capacidade de uso é o rodízio planejado de culturas em uma mesma área, de modo a não plantar em sucessão a mesma cultura na mesma área.

(F) Cobertura morta consiste em cobrir o solo como capins, palhas, restos vegetais em decomposição etc.

(F) Calagem refere-se à incorporação ao solo de plantas ou partes de plantas com o objetivo de melhorar suas características (químicas, físicas e mineralógicas).

(F) Adubação verde é a prática de incorporação ao solo de materiais (alcalinos), sendo mais comum o calcário, que, objetivando corrigir a acidez do solo, o aumento de CTC e da disponibilidade e assimilação de nutrientes, estimula o desenvolvimento da vida microbiana.

(V) Plantio direto é o processo de semeadura direta em solo não revolvido pelo uso de implementos como arado ou grade. Preferencialmente, o solo é coberto com palha do cultivo anterior, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, evitando as operações de aração, gradagem e outros métodos convencionais de preparo do solo.

(V) Sistemas agroflorestais é uma forma de uso e manejo do solo que utiliza árvores e/ou arbustos (frutíferas, madeireiras) em associação com culturas comerciais numa mesma área simultaneamente ou numa seqüência temporal.

Atividade 8

Independentemente da prática conservacionista que você indicou, vamos fazer um breve resumo delas. Duas boas possibilidades seriam o plantio direto e a rotação de culturas. O plantio direto reduzi o revolvimento de solo preservando as características físicas e químicas. A rotação de cultura promove maior eficiência de uso do solo, uma vez que plantas diferentes exploram de forma diferente os recursos do solo.

Referências bibliográficas

BERTONI, J.; LOMBRADI NETO, F. *Conservação do solo*. Piracicaba: Livroceres. 1985. 368p.

FERREIRA, P. H. de M. *Princípios de manejo e de conservação do solo*. São Paulo: Nobel. 1984. 135 p.

Amostragem do solo

Aula 10

Adilson de C. Antônio

e-Tec Brasil - Solos

Meta

Apresentar como é realizada a amostragem de solos.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. distinguir estratos utilizando diferentes parâmetros;
2. reconhecer os equipamentos utilizados para amostragem de solos;
3. aplicar o procedimento de amostragem de solos.

O que é amostragem?

A amostragem é um procedimento estatístico onde, através de informações de uma porção representativa de uma população em estudo, tiramos conclusões do todo.

Um exemplo são as pesquisas eleitorais de intenção de votos de um político. Nessa amostragem, uma porção da população de um município, estado ou país é entrevistada. E com base nas informações da entrevista espera-se que o resto da população acompanhe os resultados da pesquisa. Ou seja, se um político qualquer obtiver 55% das intenções de votos em uma pesquisa eleitoral municipal, espera-se que no resultado final das eleições este político obtenha 55% dos votos válidos.

Fonte: http://stream.agenciabrasil.gov.br/media/imagens/2008/10/03/0957AC0017.image_media_horizontal.jpg

Figura 10.1: A pesquisa de intenção de votos é uma forma de amostragem. Nela, uma parte da população responde à pesquisa e presume-se que o valor estimado seja o resultado da eleição.

No caso dos solos também é assim que se faz. Selecionamos uma área a ser amostrada e coletamos um número predefinido de amostras que representa toda a área.

Como dissemos, a amostragem é um procedimento estatístico e não deve ser realizada de qualquer modo, pois as informações de uma porção representarão o todo. Veja a seguir como realizar a amostragem do solo.

Como realizar a amostragem do solo?

Topografia

Descrição exata e detalhada de um lugar, determinando as dimensões, elementos existentes, variações altimétricas, acidentes geográficos etc.

Antes de iniciarmos as amostragens de solos, precisamos conhecer a variabilidade das características dos solos como cor, fertilidade, **topografia** etc.

Opa! Como vamos identificar esta variação? Veja a figura a seguir. Tente separar em áreas diferentes levando em consideração apenas a vegetação e relevo.

Ruth Harris

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 10.2: Identifique na paisagem áreas que se distinguem por sua vegetação e relevo.

Você conseguiu fazer a separação?

Veja que, com base na vegetação e relevo, podemos separar em pelo menos quatro áreas distintas para amostragem.

Ruth Harris

Modificado de: www.sxc.hu.

Figura 10.3: Nesta paisagem, pelo menos quatro áreas distintas podem ser identificadas.

Como os solos são tridimensionalmente variáveis, precisamos reduzir a variabilidade para realizarmos a amostragem. Para reduzir a variabilidade, iremos subdividir uma área em áreas menores mais homogêneas, denominadas unidades de amostragem, estratos ou glebas. Nessas áreas homogêneas é que são realizadas as coletas de amostras de solos.

Saiba mais...

1D, 2D e 3D... O que isso quer dizer?

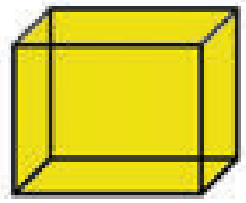
Bom, essas são formas de chamarmos as imagens. Elas podem ser de:

uma dimensão – 1D;

duas dimensões – 2D e

três dimensões – 3D.

Veja como elas são diferentes:

1D	2D	3D
		
Onde não há dimensão. Só é considerada a largura ou a altura. Um exemplo é um risco em um papel.	O desenho de uma porta, mas sem levar em conta a profundidade. Veja que o desenho apresenta largura e altura. É uma representação bidimensional.	Este cubo apresenta altura, largura e profundidade. Portanto, são três dimensões. É uma representação tridimensional.

No exemplo anterior, quando fizemos a divisão da área total em áreas menores, subdividimos a área nas áreas 1, 2, 3 e 4. Essas áreas são os estratos (unidades de amostragem).

Então, para divisão em áreas mais homogêneas, levamos em consideração a:

- uniformidade da vegetação,
- topografia,
- drenagem,
- cor do solo, e
- textura.

Esses fatores são levados em consideração independentemente da dimensão que cada área possa ocupar o estrato. Ao fazermos isso, estamos trabalhando com áreas mais homogêneas, ou seja, áreas com características mais semelhantes.

Dentre os fatores utilizados para a estratificação de uma área, destacamos a:

- vegetação,
- topografia, e
- cor do solo.

A vegetação é um dos principais fatores de estratificação, porque ela informa características dos solos, como:

- riqueza (bacuri, aroeira e jequitibá) e carência em nutrientes (taboa, capim barba de bode)

a

Fonte: http://www.nobres.mt.gov.br/2009/images/phocagallery/Flora/bacuri.jpg

b

Fonte: http://www.santaritadopassaquatro.sp.gov.br/turismo/jequitiba.htm

c

Fonte: http://www.ceplac.gov.br/noticias/200510/not00143.htm

d

Figura 10.4: (a) Bacuri ou bacurizeiro (*Platonia insignis*), (b) jequitibá (*Cariniana sp*), (c) aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) são exemplos de vegetações que indicam solo rico. Já a taboa (*Typha domingensis*) existe em solos pobres (indicada na letra d).

- presença de camadas endurecidas (maria mole, capim rabo de raposa) etc.

Figura 10.5: A maria mole (*Senecio brasiliensis*) é um exemplo de vegetação encontrada em solos endurecidos.

Para fins de amostragem de solos, deve ser considerada a vegetação passada, a atual e também a futura. Isso é importante porque o uso do solo é variável em função da vegetação, como quantidade de fertilizantes, defensivos etc.

Dora Pete

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 10.6: Note a diferença de vegetação na região mais plana, e a que está localizada entre essas duas regiões. Através da vegetação, podemos dizer algumas características do solo ali presente.

A topografia é um fator tão importante que pode determinar a presença de diferentes solos. Além de determinar variações em fertilidade e de disponibilidade de água.

Em áreas mais inclinadas, ocorre a saída de elementos químicos. Já em áreas planas, abaixo das áreas inclinadas, ocorre a entrada de elementos químicos. Estas duas ações promovem alteração na formação dos solos.

A quantidade de água é regulada pela energia solar e a gravidade. Ao cair sobre solo, a água infiltra lentamente impulsionada pela força da gravidade. Sendo assim, vem de regiões mais elevadas para as mais planas e baixas da paisagem.

Mister Phil

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 10.7: Terrenos localizados nos topos de morros tendem a apresentar baixo armazenamento de água.

Como já vimos em aulas passadas, a cor do solo pode indicar presença de matéria orgânica, manganês, ferro e alumínio.

Asif Akbar

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 10.8: Solos vermelhos indicam a presença de ferro na forma hematita.

Ao fazermos a amostragem de solo para avaliação da fertilidade, procuramos estimar a fertilidade média do estrato. Para obtermos esta estimativa para variações a pequenas distâncias, coletamos várias amostras, denominadas de amostras simples, em um mesmo estrato. As amostras simples devem possuir o mesmo volume de solo.

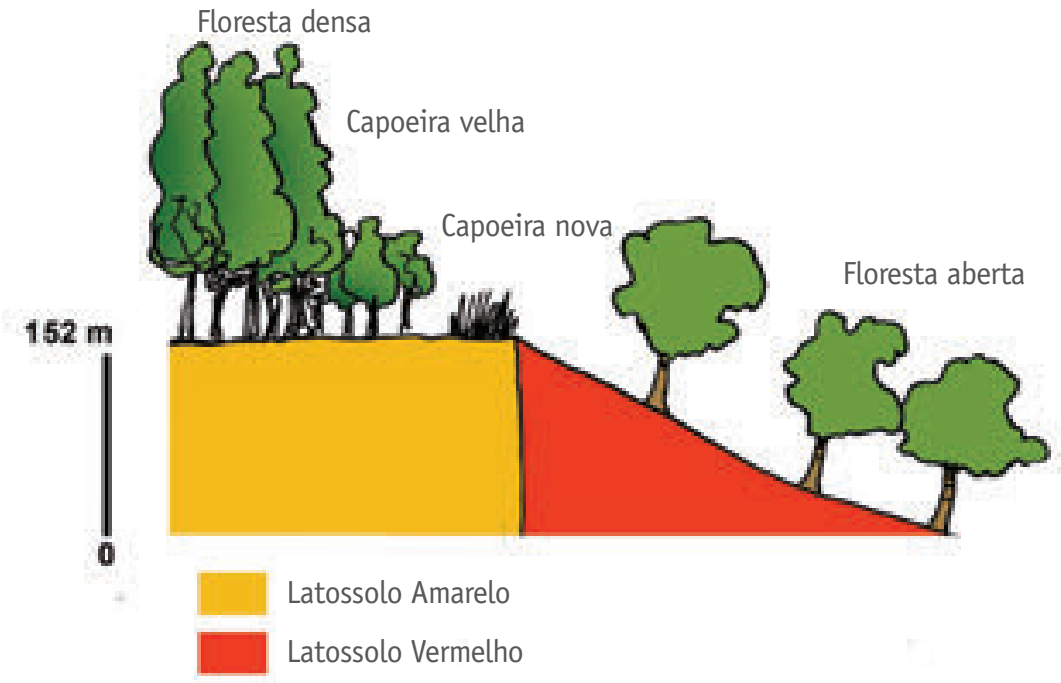
A variação das características existentes no solo faz com que sejam retirados de áreas estratificadas (unidades de amostragem) certos números de amostras simples para formar uma amostra composta. E, com isso, forma-se uma amostra composta em cada unidade de amostragem.

O número de amostras simples deve variar em função da intensidade de variação das características da área, e não da área das unidades de amostragem.

Outro fator importante que deve ser considerado na retirada de amostras de solos é a variabilidade vertical do solo, pois a presença das camadas e/ou horizontes geralmente apresenta transições paralelas à superfície. Essas transições muitas vezes são abruptas, razão pela qual diferenças de poucos centímetros em profundidade levam à amostragem de diferentes horizontes. Para evitarmos a influência da variabilidade em profundidade das amostras simples em uma unidade de amostragem, estas devem ser coletadas a uma mesma profundidade do solo.

Atividade 1 Atende ao Objetivo 1

De acordo com o esquema a seguir:



a. Indique três parâmetros para realizar a estratificação do solo.

Parâmetro 1: _____

Parâmetro 2: _____

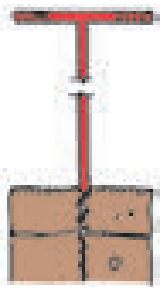
Parâmetro 3: _____

b. Como seria a estratificação no terreno sobre LATOSSOLO amarelo?

Gleba 1	Gleba 2	Gleba 3

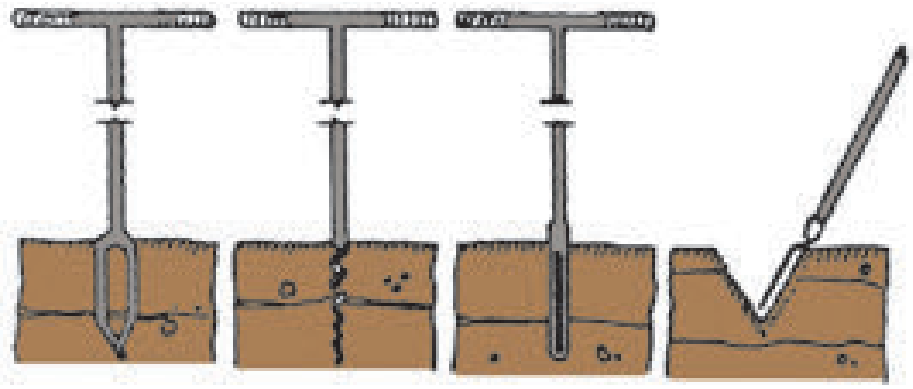
Materiais utilizados na coleta de solo para amostragem

Para fazermos a retirada das amostras de solo, podemos utilizar diversos equipamentos, tais como:

Trado holandês	Trado de rosca	Calador	Pá de corte
			

O trado holandês, de rosca e o calador retiram volume de solo menor do que a pá de corte. Para utilizar esses três trados, basta rosqueá-los no solo para retirar a amostra. Já a pá de corte é necessária para fazer um buraco no solo para depois retirar a amostra.

Em situações de seca, em que o solo fica duro, a coleta de amostras é mais fácil com a pá de corte do que com os trados.



Fonte: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_2ed/solos_amostra.htm.

Figura 10.9: Os trados holandês, de rosca e calador devem ser rosqueados (como um saca-rolhas) no solo. Enquanto com a pá de corte, primeiro faz-se um buraco, para depois retirar as amostras do solo em fatias.

A retirada da amostra de solo desses equipamentos pode ser feita com ajuda de faca ou espátula.

dantesz

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 10.10: Uma faca pode ser utilizada para auxiliar na retirada da amostra de equipamentos como o trado holandês e pá de corte.

As amostras coletadas de um estrato podem ser colocadas em recipientes, como baldes.

Maggie Molloy.

Fonte: www.sxc.hu.

Figura 10.11: Baldes podem ser utilizados para reunir amostras de solos.

Atividade 2 Atende ao Objetivo 2

Você dispõe do trado holandês e pá de corte para coletar amostra em um solo úmido de textura média. Qual você utilizaria visando maior agilidade?

Passo a passo da amostragem de solo

1. O primeiro passo no procedimento da amostragem é a estratificação da área, com o propósito de reduzir a heterogeneidade do terreno. Lembra do exercício que fizemos no início da aula?

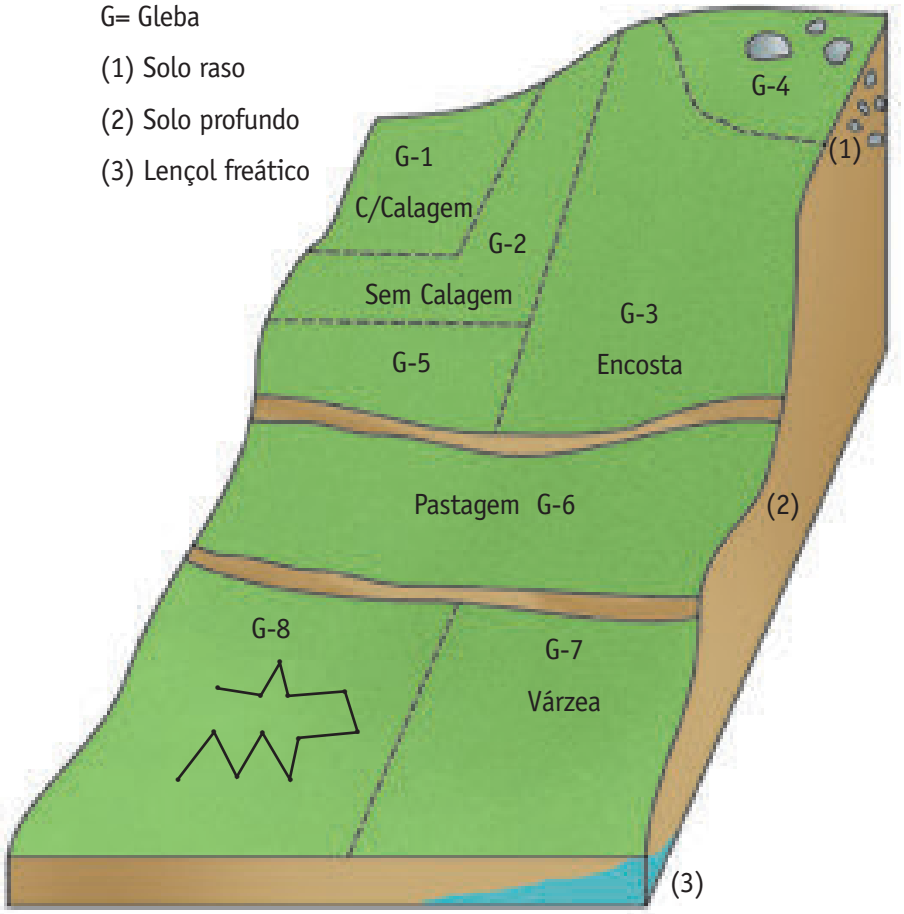
Sophie

Fonte: www.sxc.hu.

Atenção!

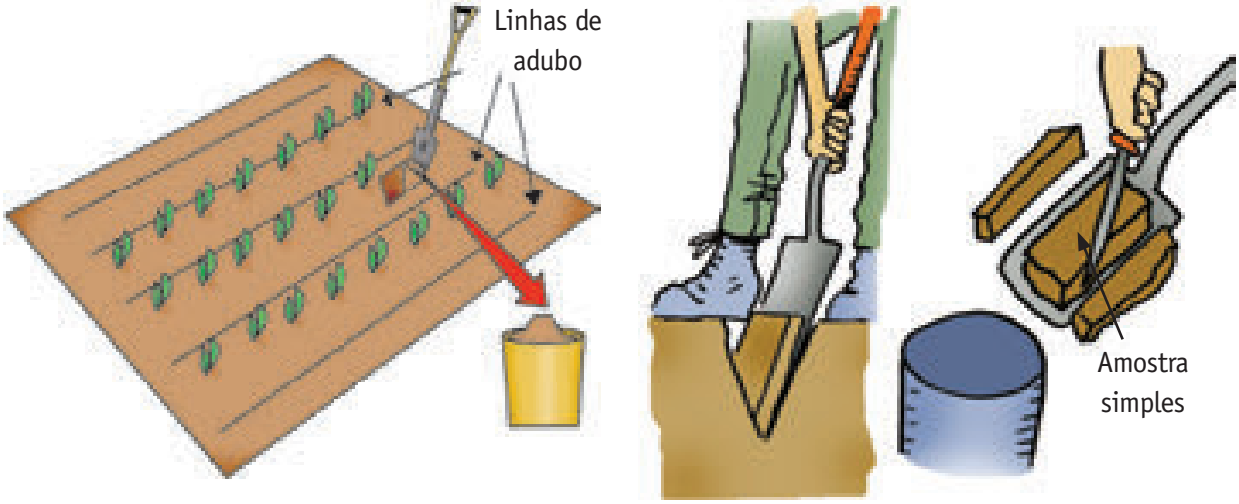
Observação: a estratificação não deve ser feita em função do tamanho da área.

2. É recomendável que os estratos não sejam muito grandes (acima de 20 hectares), pois dificultará a coleta de amostras. Sendo assim, estratos muito grandes devem ser subdivididos em menores (áreas entre 10 a 20 hectares).



3. Antes de coletar as amostras simples de solo, deve-se fazer uma limpeza superficial do terreno para remover o excesso de restos culturais. Não é necessário raspar o solo com uma enxada, senão retiramos os primeiros centímetros de maior teor de matéria orgânica.

4. Para cada estrato devem ser coletas de 20 a 40 amostras simples com ajuda dos trados ou da pá de corte. A escolha do equipamento depende das características do solo, como vimos anteriormente. Quanto maior a variabilidade dentro da unidade de amostragem, maior deve ser o número de amostras simples (até o limite de 40 amostras) e vice-versa. As amostras simples devem ter cerca de 300g.



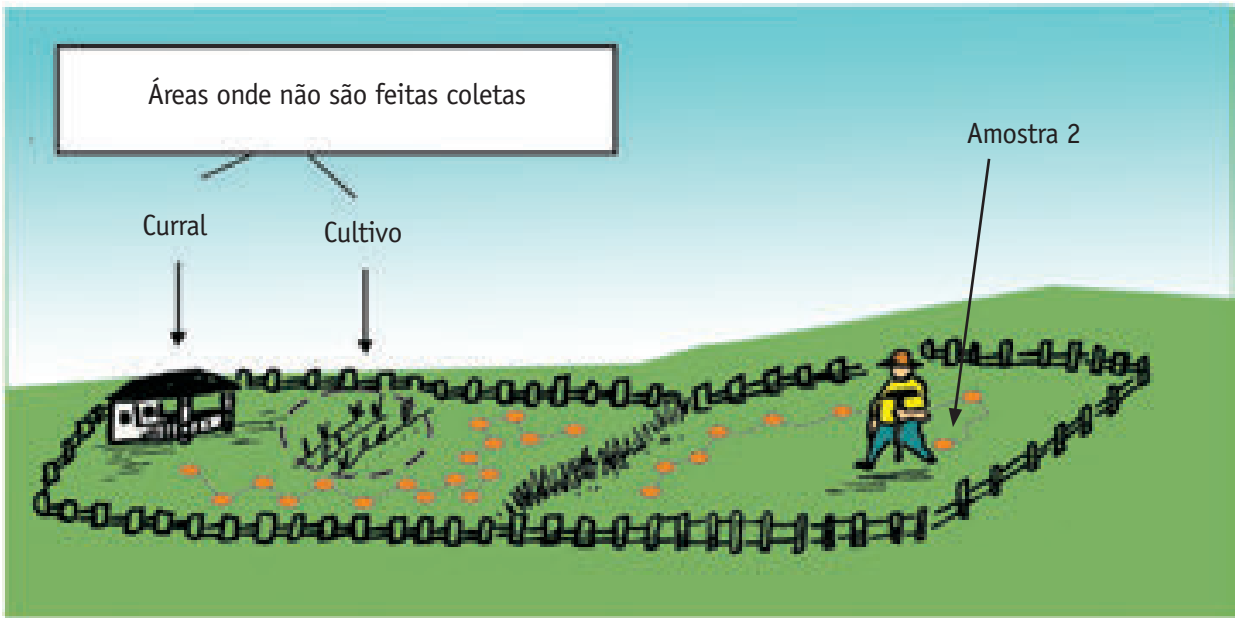
Fonte: http://www.cpact.embrapa.br/laboratorios/fertil/imagem1_laboratorio.jpg

5. As amostras simples são retiradas das camadas de solos, podendo ser a cada 10 cm ou nas camadas de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade (mais comum).

6. A distribuição dos pontos de coleta das amostras simples em cada estrato deve ser de tal modo que permita amostrar toda a área.

7. Para realização da amostragem, recomenda-se o caminhamento (a retirada) em zigue-zague.

Fonte: http://www.iac.sp.gov.br/Centros/CSRA//AmostraSolo/AmostragemSolo.asp



Fonte: http://www.emparn.rn.gov.br/links/produtos/amostrasolo.gif

Figura 10.7: Cada círculo representa um ponto onde deve haver a retirada de uma amostra em zigue-zague.

Atenção!

Locais como formigueiros, cupinzeiros, de queimada, de acúmulo de fezes e deposições de adubos e corretivos devem ser evitados na retirada de amostragem, pois implicam em erro.

Bill Silvermintz

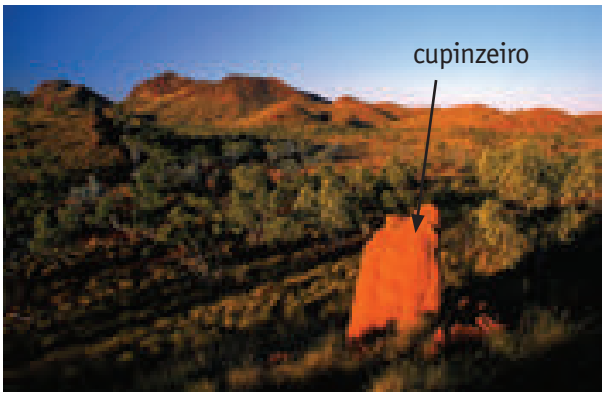
Fonte: www.sxc.hu.

Stephen Eastop

Fonte: www.sxc.hu.

Lynne Lancaster

Fonte: http:commons.wikimedia.org/wiki/File:Hestem%C3B8j.jpg



Francesca Antichi

Fonte: www.sxc.hu.

8. As amostras simples são colocadas em um recipiente. Nele devem estar identificados:

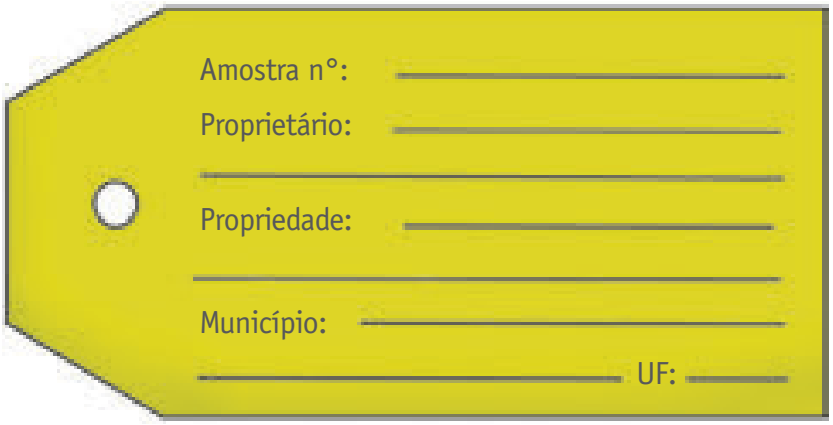
- área, e
- profundidade de coleta das respectivas amostras.

9. A reunião das amostras simples desse estrato em um recipiente forma a amostra composta.

10. Da amostra composta, retiramos cerca de 0,5 kg, que serão enviados para análise em laboratório, devendo ser devidamente embalado e identificado.

11. A identificação das amostras compostas deve conter:

- etiqueta acompanhada de



- uma ficha.

Amostra n°: _____ Data: __ /__ / __

Identificação de amostra: _____

Nome do Produtor: _____

Nome da Propriedade: _____

Endereço: _____

Município: _____ UF: _____ CEP: _____

Remetente: _____

Endereço: _____

Município: _____ UF: _____ CEP: _____

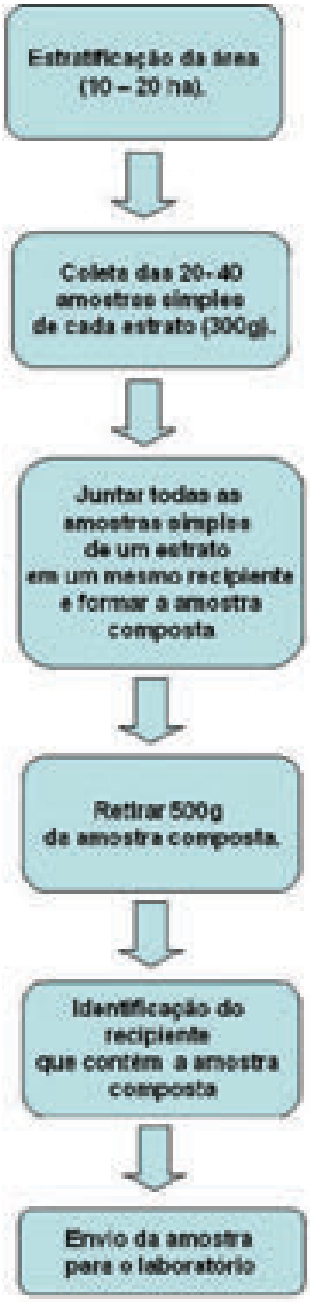
Telefone: _____ E-mail: _____

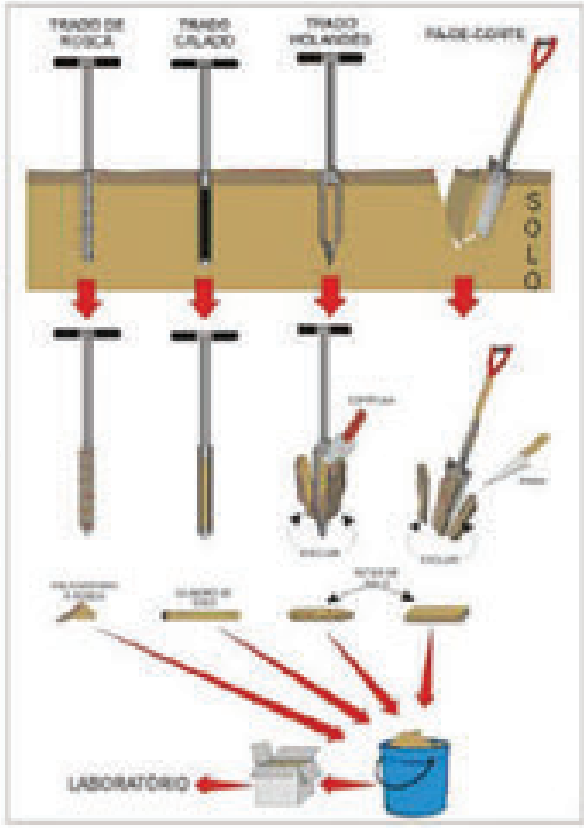
Cultura a ser adubada: _____

Área a ser amostrada (em ha): _____

Vegetação original: ☐ campo ☐ cerrado ☐ mata

A seguir, veja um resumo do procedimento de amostragem que acabemos de ver:





Fonte: http://www.maurolemes.com.br/pag11.jpg

Concluindo, a amostragem de solo, sendo um procedimento estatístico, quando mal realizada causa prejuízo e danos ao meio ambiente, uma vez que o uso de fertilizantes e corretivos será baseado em informações errôneas.

Atividade 3

Atende ao Objetivo 3

Comente duas situações onde não devemos coletar amostras de solos, explicando o motivo.

Resumindo...

- A amostragem de solo é um procedimento estatístico. Ela é utilizada para obter informações das características dos solos.
- A divisão de uma área em áreas menores aumenta a homogeneidade das características dos solos.
- Os principais fatores mais utilizados para estratificação de área é a vegetação, topografia e cor dos solos.
- Entre 20 e 40 amostras simples de solos são retiradas por estrato a profundidades de 0 a 20 cm e/ou 20 a 40 cm de profundidade. Elas são agrupadas em recipientes formando a amostra composta da qual cerca de 0,5 kg de solo são embalados e identificados para envio ao laboratório.

- Erros de amostragem não são corrigidos no laboratório e podem causar danos ao meio ambiente. Para evitarmos isso, devemos evitar recolher materiais de locais onde estão formigueiros, cupinzeiros, queimadas, com acúmulo de fezes, deposições de adubos e corretivos.

Respostas das Atividades

Atividade 1

Parâmetro 1 – vegetação, Parâmetro 2 – relevo, Parâmetro 3 – Cor do solo.

Gleba 1 – florestal densa, Gleba 2 – capoeira velha, Gleba 3 – capoeira nova.

Atividade 2

O trado holandês pode ser utilizado para coleta de amostras de solo nas mais diversas situações, apresentando melhor desempenho em solo úmido de textura média do que a pá de corte.

Atividade 3

Amostras de solos não devem ser coletadas em locais próximos a cochos de alimentação de animais, pois esses locais recebem fezes e urinas que influenciam os resultados. Em locais de deposição de calcário e adubos também não devem ser coletadas amostras, pois a presença de nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo dentre outros será maior do que o realmente existente no solo.

Informações sobre a próxima aula

Na próxima aula, trataremos da fertilidade dos solos.

Referências bibliográficas

CATANI, R.A et al. 1954. *Amostragem de solos para estudos de fertilidade*. Bragantia. 14:19-26.

Comunicado 122 disponível em:

<http://www.repdigital.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPMF/24004/1/comunicado_122.pdf> Acesso em: 29 Jul. 2009.

Amostragem de solos: a base para aplicação de corretivos e fertilizantes. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_2ed/solos_amostra.htm> Acesso em: 29 Jul. 2009.

Fertilidade do solo e recomendação de adubação e calagem

Aula 11

e-Tec Brasil - Solos

Adilson de C. Antônio

Clix

Fonte: www.sxc.hu

Meta

Apresentar a fertilidade do solo e recomendação de adubação e calagem.

Objetivos

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

1. definir elementos essenciais, macronutrientes e micronutrientes;
2. aplicar as leis de adubação;
3. aplicar o método de adubação;
4. aplicar o método de calagem.

A produção de alimentos é um desafio!

Chegar a um restaurante para almoçar e poder escolher o que colocar no prato é muito bom e gostoso, mas você já parou para pensar no trabalho do agricultor para produzir os alimentos?

Ilker

Ramzi Hashisho

Christa Richert

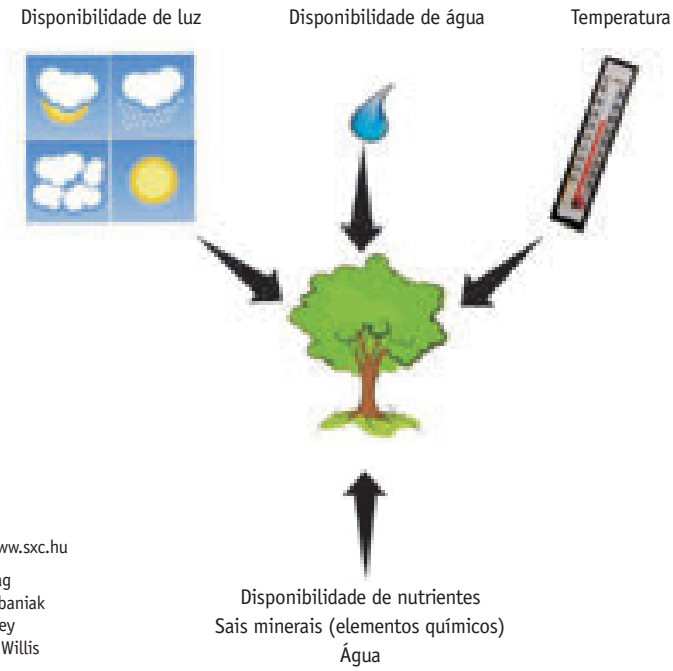
Christa Richert

Fonte: www.sxc.hu

Figura 11.1: E aquela alface da comida? Já pensou quanto tempo levou para ela estar no ponto de ser devorada? E o trabalho que deu?

Esta não é uma tarefa fácil! O cultivo de plantas é influenciado por diversos fatores. Aqui cabe um desafio: comece a cuidar de uma horta, seja aquela horta no quintal de casa mesmo, com poucos pés de couve e cebolinha, seja uma jardineira na janela ou varanda com pequenos pés de condimentos (pimenta, alecrim, manjericão).

Você perceberá que o controle de água, de pragas, de adubos, dentre outros fatores, é extremamente importante para o desenvolvimento das plantas, e que se um destes fatores estiver abaixo do necessário para o bom desenvolvimento das plantas, elas não responderão à produção esperada. Esses fatores são chamados de fatores limitantes.



Fonte: www.sxc.hu

Eduardtrag
Agata Urbaniak
Bob Morley
Vaughan Willis

Figura 11.2: Fatores que influenciam o desenvolvimento das plantas.

Veja a figura a seguir. Nela, há uma planta emergindo do solo. Mas como os nutrientes do solo participam disso?

Adilson de C. Antônio

Figura 11.3: Planta emergindo do solo.

Ao longo desta disciplina, destacamos a importância do solo para as plantas. Além de ser o local onde a planta irá se desenvolver, o solo tem papel importante na disponibilidade de nutrientes para ela.

Nesta aula, falaremos sobre a fertilidade dos solos; logo, falaremos sobre os seus nutrientes e como fazer a adubação e calagem.

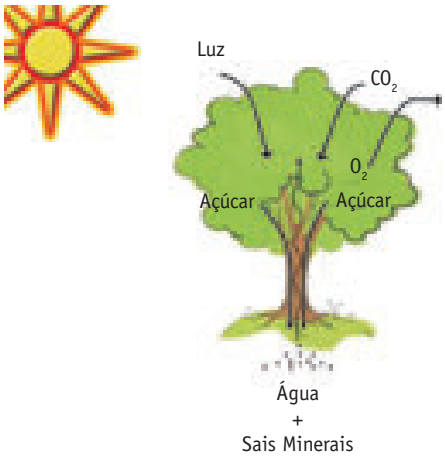
Uma pitada de elementos químicos mais uma porção de água e luz

Quando falamos de fertilidade do solo, estamos falando da capacidade do solo em fornecer nutrientes para as plantas crescerem e produzirem colheitas esperadas para a espécie. A capacidade do solo de fornecer nutrientes não se refere somente à saída de nutrientes do solo, mas também à capacidade de retê-los e disponibilizá-los às plantas posteriormente.

Além do solo, a água e o ar fornecem nutrientes, como os elementos carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). A água (H_2O) fornecendo H e O, e o ar (mistura de gases, inclusive o gás carbônico - CO_2) fornecendo C e O. Esses elementos são utilizados durante o processo da fotossíntese. Durante a fotossíntese, os elementos químicos do gás carbônico e da água são reorganizados na presença de luz e formam o gás oxigênio (O_2) e o açúcar ($C_6H_{12}O_6$). Ou seja, é durante a fotossíntese que a planta produz seu alimento, o açúcar.

$$6\,CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{Luz}} 6O_2 + C_6H_{12}O_6$$

Gás carbônico — Água — Gás oxigênio — Açúcar



Fonte: www.sxc.hu

Kriss Szkurlatowski
Eduardtrag

Figura 11.4: Durante a fotossíntese, a planta absorve a energia do sol. Ao fazer isso, ela converte água, sais minerais e gás carbônico em açúcar e oxigênio.

As plantas precisam mais do que água e gás carbônico para crescerem e produzirem colheitas; elas necessitam de outros nutrientes, os chamados essenciais.

Os critérios para classificar um elemento químico como essencial foram descritos por Arnon & Stout (1939):

1) na ausência do elemento químico, a planta não completa o seu ciclo de vida;

2) o elemento químico não pode ser substituído por outro;

3) o elemento químico deve estar diretamente envolvido no metabolismo da planta, como constituinte de um composto essencial, ou ser necessário para o funcionamento de uma ENZIMA.

ENZIMA

Proteína que induz e acelera as reações bioquímicas de outras substâncias dentro das células. Todas as células vivas geram enzimas. É através delas que moléculas que fazem parte dos seres vivos são fabricadas ou destruídas.

Adaptado de: http://www.unifesp.br/centros/creim/glossario.html#E

Para facilitar o estudo de fertilidade do solo, os nutrientes essenciais foram agrupados em dois grupos, considerando a concentração em que estão presentes nas plantas em:

- macronutrientes e
- micronutrientes.

Os macronutrientes são os nutrientes presentes em maior concentração nas plantas, quando comparados com os micronutrientes. Os macronutrientes são encontrados em gramas (g) do nutriente em quilogramas (kg) da matéria seca da planta. São eles: C, H, O, N (nitrogênio), K (potássio), Ca (cálcio), Mg (magnésio), P (fósforo) e S (enxofre).

Os micronutrientes estão presentes em menor concentração. Eles são encontrados em miligramas (mg) do nutriente em quilogramas (kg) da matéria seca da planta. São eles: B (boro), Cl (cloro), Cu (cobre), Fe (ferro), Mn (manganês), Mo (molibdênio), Ni (níquel), Se (selênio) e Zn (zinco).

Atenção!

Preste bastante atenção!

Os macronutrientes estão em gramas e os micronutrientes em miligramas por quilo.

Os macronutrientes estão em uma concentração mil vezes maior que os micronutrientes por quilo.

A aplicação de macro e micronutrientes no solo deve seguir algumas normas, chamadas de Leis da Adubação. Vamos vê-las?

Leis da Adubação

São duas as principais leis de adubação seguidas na prática de recomendação de adubação e calagem:

- Lei do Mínimo e
- Lei do Máximo.

A **Lei do Mínimo** foi proposta por Justus Von Liebig em 1843, quando fez a comparação do enchimento de um barril com o desenvolvimento das plantas. Nesta comparação, ele propõe que para encher o barril até um determinado nível, as tábuas que o compõem devem atingir no mínimo a altura do nível estabelecido.

O mesmo é válido para as plantas. Para que elas atinjam um bom desenvolvimento, um nível mínimo de nutrientes deve ser fornecido a elas. Se a quantidade de nutrientes for abaixo do mínimo, a planta terá desenvolvimento abaixo do esperado. É como se uma das tábuas do barril estivesse abaixo do nível mínimo e começasse a vazar água. O nível de água esperado não seria atingido (**Figura 11.5**).

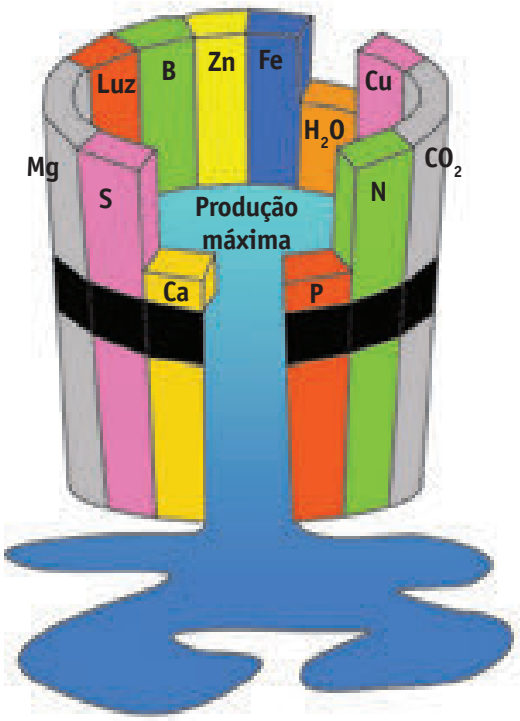


Figura 11. 5: A presença de algum nutriente abaixo do nível necessário para o desenvolvimento de uma planta seria como se uma das tábuas do barril estivesse menor que o nível desejado de água.

A **Lei do Máximo** estabelece que o fornecimento de nutrientes às plantas não deve ultrapassar um nível máximo, pois a partir desse nível começam a causar redução na produtividade, ou seja, a partir desse nível o incremento dos nutrientes causa redução na produtividade.

Atividade 1

Atende ao Objetivo 1

Coloque V para verdadeiro e F para falso, justificando quando for falso:

( ) A diferença entre macronutrientes e micronutrientes está no tamanho do elemento.

( ) Os macronutrientes são: N, P, K, Ca, Mg e S.

( ) Um nutriente é considerado essencial quando na sua ausência a planta não completa seu ciclo.

( ) Segundo o critério de essencialidade, um nutriente pode ser substituído por outro desde que este seja do mesmo grupo, como, por exemplo, macronutriente substituído por macronutriente.

Atividade 2

Atende aos Objetivos 2 e 3

Veja as situações a seguir:

a) Passando férias na fazenda de seu avô, Antônio reuniu seus primos e foram fazer uma horta. Realizaram o plantio das mudas e as irrigaram todos os dias. Controlaram pragas e plantas daninhas, mas mesmo assim perceberam que as plantas não desenvolviam bem. Com base no que foi discutido até aqui, gere uma hipótese para ajudar Antônio e seus primos a descobrir o motivo do mau desenvolvimento das plantas.

Rodrigo Roveri

Fonte: www.sxc.hu

b) Pedro e Sálvio começaram uma horta há dois anos, mas verificaram que a produção caiu do primeiro para o segundo ano. A primeira providência que tomaram foi adicionar nutrientes ao solo. No início, as plantas responderam bem ao acréscimo de nutrientes, e eles foram adicionando cada vez mais a cada semana. No entanto, Pedro e Sálvio perceberam que as plantas voltaram a decair em seu desenvolvimento após algumas semanas. Explique por que isso aconteceu.

Entendendo os resultados da análise de solo

Visto que para adicionar nutrientes ao solo devemos levar em consideração as Leis de Adubação, vamos calcular a quantidade desses nutrientes.

Quando falamos de amostragem de solo vimos que as amostras de solos são enviadas ao laboratório para análise. O que recebemos do laboratório é uma tabela como a apresentada a seguir.

Tabela 11.1: Resultados da análise de solo.

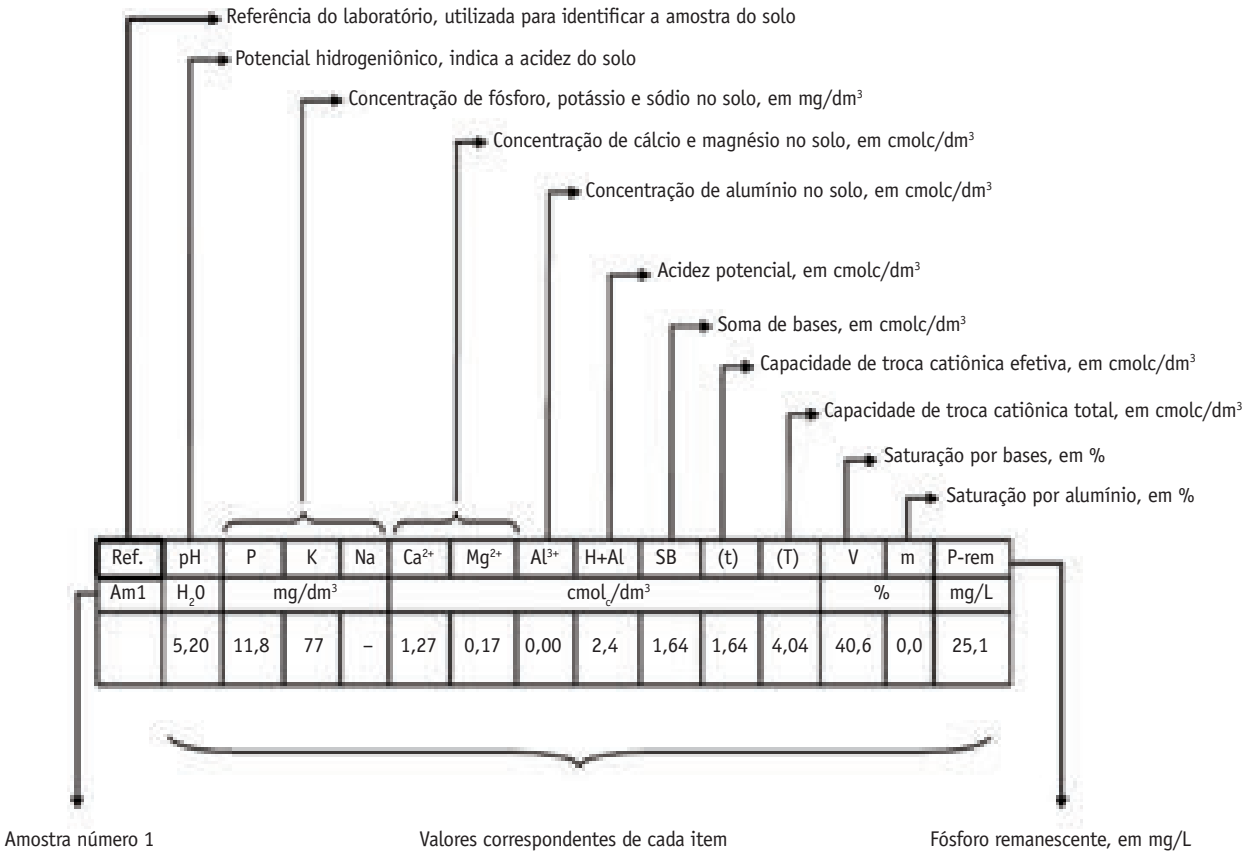
Ref.	pH	P	K	Na	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
Am1	H_2O	mg/dm³			cmol$_c$/dm³							%		mg/L
	5,20	11,8	77	-	1,27	0,17	0,00	2,4	1,64	1,64	4,04	40,6	0,0	25,1

Ficou assustado com a quantidade de abreviaturas e símbolos? Calma. Veja a seguir o que significa cada uma delas.

O que significam as abreviaturas e símbolos da tabela?

Na **Tabela 11.1** temos os resultados de uma análise química de solo. Vamos ao significado de cada termo:

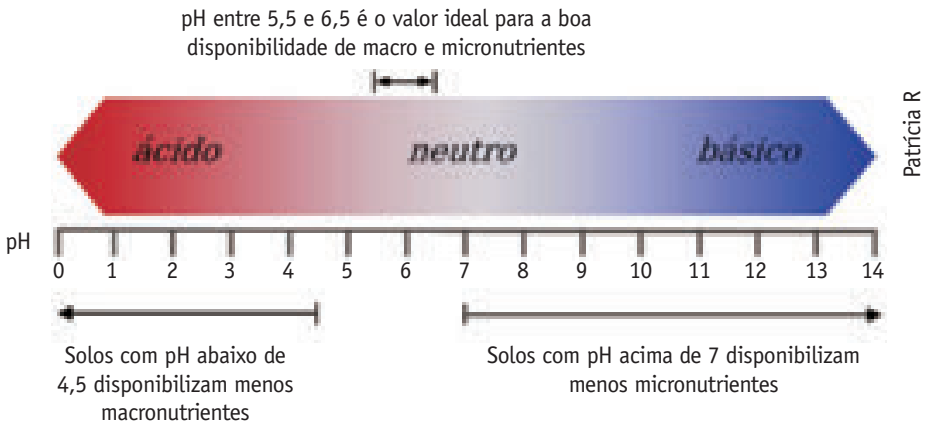
Quando nos deparamos com os resultados de uma análise de solo, o primeiro passo é verificar o valor de pH. Mas por que primeiro o pH?



Ref.	pH	P	K	Na	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	(t)	(T)	V	m	P-rem
Am1	H_2O	mg/dm³			cmol$_c$/dm³							%		mg/L
	5,20	11,8	77	–	1,27	0,17	0,00	2,4	1,64	1,64	4,04	40,6	0,0	25,1

O valor de pH é extremamente importante, pois regula a disponibilidade de elementos químicos no solo. Se o pH estiver muito baixo (abaixo de 4,5), os macronutrientes têm a disponibilidade diminuída. Ou seja, mesmo estando no solo, os macronutrientes não estão disponíveis para as plantas.

No caso contrário, se o pH estiver muito alto (acima de 7), os micronutrientes é que têm a disponibilidade diminuída. Então, o ideal é que o valor de pH fique entre 5,5 e 6,5, porque é nessa faixa que associamos boa disponibilidade de macro e micronutrientes.



Na prática, elevamos o valor de pH utilizando o calcário, que é um produto com propriedades alcalinas (ou básicas). Esse procedimento é chamado de calagem.

Para fazer o efeito contrário, reduzir o valor de pH, não utilizamos ácido, pois isso causaria mais danos do que benefícios. Dentre os danos, teríamos a redução:

- da fauna do solo,
- da matéria orgânica, e
- da vegetação.

Além disso, há riscos para a pessoa que aplica ácidos em um solo, como queimaduras e intoxicações.

Na prática, é comum deixar a área em pousio (sem plantio de cultura com fins comerciais) ou então selecionar plantas que sejam adaptadas às condições.

Repare que entre a indicação do pH e seu valor há a fórmula química da água (H_2O). Ela está ali para mostrar que o pH foi determinado com base nela.

Então, isso quer dizer que a análise de todos os componentes do solo, na verdade, é da água que ele contém?

Na verdade, o que se faz é extrair do solo os elementos de interesse por meio de soluções padronizadas. Por exemplo, colocar o solo para reagir com determinada solução por determinado tempo e depois quantificar a presença dos elementos nesta solução. Nesse caso, utilizamos água.

A seguir, continuaremos com a síntese de cada fator com os respectivos valores de referência. Não se preocupe com as unidades de medida, em seguida veremos cada uma delas.

Al^{3+} – concentração de alumínio no solo, em $cmol_c/dm^3$. Também denominado acidez trocável. São recomendados valores abaixo de 0,50 $cmol_c/dm^3$ para evitar a toxidez às plantas e elevação da acidez do solo.

H+Al – acidez potencial, em $cmol_c/dm^3$. São recomendados valores abaixo de 2,50 $cmol_c/dm^3$. Dessa forma, evita-se a redução do pH e, por conseqüência, a redução na disponibilidade de macronutrientes.

SB – soma de bases é a soma das concentrações de potássio, cálcio, magnésio e sódio em $cmol_c/dm^3$.

$$SB = K^+ + Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{2+}.$$

São recomendados valores acima de 3,60 $cmol_c/dm^3$. Esse valor é recomendado para manter uma boa disponibilidade de nutrientes e o pleno desenvolvimento das culturas.

t – capacidade de troca catiônica efetiva é a soma das concentrações da soma de bases mais alumínio.

$$t = SB + Al, \text{ em } cmol_c/dm^3$$

São recomendados valores acima de 4,60 $cmol_c/dm^3$. Dessa forma, a boa reserva de nutrientes no solo é mantida, para posterior disponibilização às plantas.

T – capacidade de troca catiônica total é a soma das concentrações de soma de bases mais a acidez potencial.

$$T = SB + H + Al, \text{ em } cmol_c/dm^3.$$

São recomendados valores acima de 8,60 $cmol_c/dm^3$. Esses valores mantêm a boa reserva de nutrientes no solo para posterior disponibilização às plantas.

V – saturação por bases é a porcentagem de soma de bases presentes na capacidade de troca catiônica total.

$$V = (100*SB)/T, \text{ em } \%.$$

São recomendados valores acima de 60%. Dessa forma, é possível manter boa a reserva de cálcio, magnésio e potássio no solo, para posterior disponibilização às plantas.

m – saturação por alumínio é a porcentagem de alumínio presente na capacidade de troca catiônica efetiva.

$$m = (100*Al)/t, \text{ em } \%.$$

São recomendados valores abaixo de 50%. Assim, é possível reduzir a interferência do alumínio no pH e alguma toxidez nas plantas.

P-rem – O fósforo remanescente corresponde ao teor de P que fica na **SOLUÇÃO DE EQUILÍBRIO**, após agitar por uma hora, entre uma parte de TFSA (terra fina seca ao ar) e dez partes de uma solução de 10 mmol/L $CaCl_2$ (dez milimolar por litro de cloreto de cálcio) contendo 60 mg/L de P (60 miligramas por litro de fósforo).

SOLUÇÃO DE EQUILÍBRIO

A solução resultante da reação entre o fósforo do solo e o cloreto de cálcio ($CaCl_2$).

Em solo mais argiloso haverá maior adsorção e sobrará menos P (menor valor de P-rem) do que nos solos mais arenosos. Não há escala de valores para o P-rem, pois este indica a quantidade de fósforo que o solo possui e o teor de argila.

Se o solo for argiloso e o P-rem for alto, isso indica que a concentração de fósforo no solo é alta, pois muito fósforo ficou na solução de equilíbrio. Caso ocorra o contrário, se restar pouco fósforo na solução de equilíbrio, isso indicará que pouco fósforo está presente no solo.

Multimídia

Um pouco mais a fundo...

Para maiores informações sobre valores de referência dos fatores aqui descritos veja o site da Associação Nacional para Difusão de Adubos: http://www.anda.org.br/boletins/Boletim_02.pdf.

Matteo Mazoni

Fonte: www.sxc.hu

Que monte de unidades de medidas! Calma! As unidades de medidas aqui apresentadas aparentemente são complicadas, mas vamos explicar cada uma delas a seguir.

Descomplicando as unidades de medidas

A unidade mg/dm³ é a quantidade de nutriente em miligramas (mg) por decímetro cúbico (dm³) de solo. Então, o resultado de potássio da análise da **Tabela 11.1** indica que para cada 1dm³ de solo temos 77 mg de potássio. Vale lembrar que 1 dm³ equivale a 1 L.

$$1\ dm^3 = 1\ L$$

Já a unidade $cmol_c/dm^3$ é a quantidade de nutriente em $cmol_c$ (centi mol de carga) por decímetro cúbico (dm^3) de solo. Vejamos a fórmula que explica esta unidade:

$$\mu = \frac{m}{PM * V}.$$

Onde:

μ = molaridade, unidade mol/L;

m = massa, unidade g;

PM = peso molécula, unidade g;

V = volume, unidade L (litro).

Veja que pela fórmula a molaridade é dada em mol/L. Então, como fazemos para chegar em $cmol_c/dm^3$, ou seja, mol de carga por decímetro cúbico?

A conversão de decímetro cúbico (dm^3) para litro (L) é direta, pois $1dm^3$ é igual a 1L, mas a conversão de mol para $cmol_c$ não é. A diferença entre mol e $cmol_c$ é que leva em consideração:

- a concentração por valência, e
- é 100 vezes menor do que o mol.

Para passar mol para cmol (centimol) basta multiplicar o valor por 100, ou seja, 1 mol equivale a 100 cmol.

$$1\ mol = 100\ cmol$$

Já para passar cmol para $cmol_c$ (centimol de carga), temos que dividir pela valência do elemento químico.

No caso do cálcio, é só dividir por 2. Então, 1 mol/L de Ca^{2+} equivale a:

$$\frac{100 \times cmol}{2\ cargas} = 50\ cmol_c/dm^3.$$

Vale lembrar que além da análise química do solo devemos realizar a análise granulométrica, para conhecermos os teores de areia, argila e silte presentes no solo.

Após a análise química do solo, vamos ao método de adubação!

Há vários métodos para recomendação de adubação, mas seguiremos o utilizado pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG, 1999).

1º passo: classificar a disponibilidade de fósforo (levando em consideração o teor de argila ou P-rem) e potássio apresentados nos resultados da análise de solos.

2º passo: associar a disponibilidade de fósforo e potássio com a exigência da cultura.

3º passo: fazer a conversão de P_2O_5, K_2O e N para os adubos minerais ou adubos orgânicos.

Agora, vamos ver os detalhes de cada um desses passos.

Classificar a disponibilidade de fósforo (levando em consideração o teor de argila ou P-rem) e potássio apresentados nos resultados da análise de solos

Para isso, utilizamos as **Tabelas 11.1** e **11.2**. Na **Tabela 11.1**, veja que o valor de P é de 11,8 mg/dm³ e P-rem é de 25,1 mg/L.

Tabela 11.2: Classes de interpretação da disponibilidade para potássio e fósforo de acordo com o teor de argila do solo e o valor de fósforo remanescente (P-rem).

característica	unidade[1/]	classificação da disponibilidade de P e K no solo				
		muito baixo	baixo	médio	bom	muito bom
potássio disponível (K) [2/]	mg/dm³	≤ 15,0	15,1 - 40,0	40,1 - 70,0[3/]	70,1 - 120,0	> 120,0
fósforo disponível (P) [2/]						
argila: 60 - 100%	mg/dm³	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0[4/]	8,1 - 12,0	> 12,0
35 - 60%	mg/dm³	≤ 4,0	4,1 - 8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15 - 35%	mg/dm³	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0 - 15%	mg/dm³	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem: 0 - 4 mg/L	mg/dm³	≤ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0[4/]	6,1 - 9,0	> 9,0
4 - 10 mg/L	mg/dm³	≤ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10 - 19 mg/L	mg/dm³	≤ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19 - 30 mg/L	mg/dm³	≤ 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30 - 44 mg/L	mg/dm³	≤ 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44 - 60 mg/L	mg/dm³	≤ 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0

[1/] Um miligrama por decímetro cúbico equivale a uma parte por milhão, ou seja, uma parte de alguma coisa em um milhão de partes de outra coisa. Essa relação é de peso por volume (mg/dm³ = ppm p/v).

[2/] Método Mehlich-1 - solução ácida que simula a extração de nutrientes do solo pelas plantas.

[3/] O limite superior desta classe indica o nível crítico. Ou seja, se a disponibilidade de potássio estiver abaixo deste valor, ocorrerá redução de desenvolvimento das plantas.

[4/] Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila ou com o valor do fósforo remanescente. Ou seja, faz-se a classificação da disponibilidade de fósforo ou potássio no solo em função do teor de argila ou fósforo remanescente.

Para classificar a disponibilidade de P no solo, utilizaremos a **Tabela 11.2**. Veja como encontramos essas informações a seguir.

Passo 1c

Passo 1e

Passo 1d

Característica	Unidade[1]/	Classificação da disponibilidade de P e K no solo				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Potássio disponível (K)[2]/	mg/dm³	≤15,0	15,1 - 40,0	40,1 - 70,0[3]/	70,1 - 120,0	> 120,0
Fósforo disponível (K)[2]/						
Argila: 60 - 100%	mg/dm³	≤ 2,7	2,8 - 5,4	5,5 - 8,0[4]/	8,1 - 12,0	> 12,0
35 - 60%	mg/dm³	≤ 4,0	4,1 - 8,0	12,1 - 20,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15 - 35%	mg/dm³	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0 - 15%	mg/dm³	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem: 0 - 4 mg/L	mg/dm³	≤ 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0[4]/	6,1 - 9,0	> 9,0
4 - 10 mg/L	mg/dm³	≤ 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10 - 10 mg/L	mg/dm³	≤ 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19 - 30 mg/L	mg/dm³	≤ 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30 - 44 mg/L	mg/dm³	≤ 11 ,0	11, 1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44 - 60 mg/L	mg/dm³	≤ 15 ,0	15 ,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0

Passo 1a

Passo 1b

1a) Veja que o valor de P-rem (25, 1 mg/L) encontra-se entre os valores 19 e 30 mg/L na primeira coluna.

1b) Seguindo a linha desse valor de P-rem (indicado pela seta), encontramos o valor do fósforo (11,8 mg/dm³). 11,8 mg/dm³ encontra-se entre 11,5 e 15,8 mg/dm³, na quinta coluna (contando da esquerda para a direita).

1c) Subindo a coluna, verificamos na classificação que esse valor corresponde a uma disponibilidade média de fósforo para as plantas.

1d) Para o potássio, veja que temos somente uma linha a seguir.

1e) O valor de potássio igual a 77 mg/dm³ está entre 70,1 - 120,0 mg/dm³. Este recebe a classificação "bom". Ou seja, a disponibilidade de potássio no solo é boa para as plantas.

Associar a disponibilidade de fósforo e potássio com a exigência da cultura

No exemplo de análise química dos solos que estamos vendo, a disponibilidade de fósforo é média, como determinamos no primeiro passo. Então, na **Tabela 11.3**, basta procurar na primeira coluna (disponibilidade de P ou K) a classificação média.

Tabela 11.3: Exigência nutricional da cultura em função da disponibilidade do elemento no solo.

disponibilidade de P ou K	dose total		
	P_2O_5	K_2O	N
	kg/ha		
baixa	400	350	225
média	300	250	225
boa	200	150	225
muito boa	100	80	225

Seguindo essa linha da primeira coluna e correspondendo com a segunda coluna (P_2O_5), encontramos o valor 300 kg/ha (trezentos quilogramas de P_2O_5 por hectare de solo).

Veja que nesta tabela o fósforo é representado pelo óxido de fósforo (P_2O_5) e o potássio por óxido de potássio (K_2O), por serem a forma como estes elementos químicos são encontradas nos adubos.

Então, para a disponibilidade média de fósforo, devemos adicionar ao solo 300 kg de P_2O_5 por hectare para fazer a correção desse nutriente.

Agora vamos fazer o mesmo para o potássio. Para disponibilidade boa de potássio devemos adicionar ao solo 150 kg de K_2O por hectare.

Conversão de P_2O_5, K_2O e N para os adubos minerais ou adubos orgânicos

Para fazer essa conversão, vamos utilizar um exemplo tomando como base a análise de solo anterior e considerando o resultado da análise granulométrica a seguir (**Tabela 11.4**).

Tabela 11.4: Análise granulométrica.

ref.	areia grossa	areia fina	silte	argila	classe textural
	dag/kg				
Am1	30	12	13	45	argila

Quantos quilos de sulfato de amônio (20% de N), superfosfato simples (18% de P_2O_5) e cloreto de potássio (58% de K_2O) você recomendaria por hectare?

Para responder a essa pergunta, vamos resolvê-la em partes.

a) A concentração de P no solo é de 11,8 mg/dm³ (**Tabela 11.2**), o que corresponde a uma disponibilidade média de fósforo no solo. O teor de argila no solo é de 45% (DAG/kg é igual a %), como vemos na **Tabela 11.4**.

DAG

Decagrama.

Observe que para a concentração de P devemos relacioná-la à granulometria do solo. Isso se deve ao fato de o fósforo ser altamente retido pelas argilas. Então, quanto maior a quantidade de argila no solo, maior a retenção desse elemento no solo.

b) A concentração de K no solo é de 77 mg/dm³ (**Tabela 11.2**), o que corresponde a uma disponibilidade boa de potássio no solo. Observe que para potássio não relacionamos ao teor de argila. Ao contrário do fósforo, o potássio não é retido com a mesma intensidade de força pelas argilas. O potássio é retido, mas com menor intensidade de força, o que permite a troca por outros elementos com maior constância.

c) Ao associar a disponibilidade de fósforo e potássio no solo com a exigência da cultura (**Tabela 11.3**), temos:

Fósforo (P) – disponibilidade média – exigência da cultura de 300 kg de P_2O_5/ha.

Potássio (K) – disponibilidade boa – exigência da cultura de 150 kg de K_2O/ha.

Nitrogênio (N) – valor fixo, em função da exigência da cultura e perdas ocorridas – 225 kg de N/ha.

d) Agora, vamos à conversão para os adubos minerais.

Na pergunta feita, vemos que o sulfato de amônio encontra-se na concentração 20% de N, ou seja, apresenta 20 kg de N para cada 100 kg de sulfato de amônio. Pegamos o respectivo valor da exigência de cultura e aplicamos a regra de três.

100 kg de sulfato de amônio _____ 20 kg de N

X _____ 225 kg de N

X = 1125 kg de sulfato de amônio por hectare.

Agora, vamos fazer o mesmo para os outros nutrientes. Sabemos que o superfosfato simples possui uma concentração de 18% de P_2O_5.

100 kg de superfosfato simples _____ 18 kg de P_2O_5

X _____ 300 kg de P_2O_5

X = 1666,67 kg de superfosfato simples por hectare.

E que o cloreto de potássio possui uma concentração de 58% de K_2O.

100 kg de cloreto de potássio _____ 58 kg de K_2O

X _____ 150 kg de K_2O

X = 258,62 kg de cloreto de potássio por hectare.

Multimídia

Outras recomendações de adubação

Há outros métodos para recomendação de adubação. Para mais informações visite o site http://www.anda.org.br/home.aspx

Calagem – Adição de calcário, para aumentar o pH do solo

No mercado, encontramos vários tipos de calcários. O mais comum é o calcário dolomítico. Ele é composto por carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e mais de 25% de óxido de magnésio (MgO). O termo dolomítico vem justamente da porcentagem de MgO presente no calcário, e é essa porcentagem que diferencia um tipo de calcário do outro.

Multimídia

Veja os mais diversos tipos de calcário!

No site www.anda.org.br você pode conhecer os diferentes tipos de calcário e suas características.

Clique no link Publicações – Boletins técnicos – BT Corretivos da Acidez dos Solos, Características e Interpretações Técnicas.

Aproveite e dê uma olhada em todo o site, ele tem outros boletins interessantes!

A ação neutralizante do calcário é importante para a determinação da quantidade de calcário a ser adicionada ao solo.

Essa ação neutralizante é informada pelo PRNT (poder relativo de neutralização total) do calcário. Quanto mais o valor da PRNT se aproxima de 100%, maior o poder de neutralização de um calcário, ou seja, maior sua capacidade de elevar o pH do solo.

Para determinar a quantidade de calcário a ser adicionada ao solo várias fórmulas podem ser utilizadas, mas, para simplificar e garantir a eficiência, utilizaremos o método da neutralização do Al^{3+} e da elevação dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} proposto pela CFSEMG (1999) e adaptado.

Primeiro vamos determinar a necessidade de calagem:

$$NC = 2 \times Al^{3+} + 2 - (Ca^{2+} + Mg^{2+}).$$

Onde:

NC = necessidade de calagem;

Al^{3+} = teor de alumínio trocável;

Ca^{2+} = concentração de íons cálcio presente na amostra de solo;

Mg^{2+} = concentração de íons magnésio presente na amostra de solo.

Para determinarmos a quantidade de calcário a ser adicionada no solo devemos utilizar a seguinte fórmula:

$$QC = NC \times \frac{SC}{100} = \frac{P}{20} = \frac{100}{PRINT}$$

Onde:

QC = quantidade de calcário (t/ha);

NC = necessidade de calagem (t/ha);

SC = superfície coberta (%);

P = profundidade de incorporação do calcário no solo (cm);

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário (%).

A superfície coberta refere-se à área em que será espalhado o calcário. Se o calcário for espalhado na área toda, o SC é igual a 100. Se for espalhado em faixa que represente 50% da área, o SC será igual a 50.

A profundidade de incorporação do calcário no solo refere-se à profundidade máxima a que o calcário será incorporado no solo. Se esta for de 30 cm, o P será igual a 30. Veja com aplicar essas fórmulas a seguir.

Sr. Antônio nos procura para fazermos a recomendação de calagem em uma área onde será plantado milho. Os resultados da análise de solo informam que o teor de Al^{3+} é de 0,7 $cmol_c/dm^3$, Ca^{2+} de 1,25 $cmol_c/dm^3$ e Mg^{2+} de 0,42 $cmol_c/dm^3$.

Para isso, vamos utilizar a fórmula anterior.

$NC = 2 \times Al^{3+} + 2 - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$

$NC = 2 \times 0,7 + 2 - (1,25 + 0,42)$

$NC = 1,4 + 2 - 1,67$

$NC = 1,4 + 0,33$

$NC = 1,73$ t/ha

Para determinar a quantidade de calcário a ser adicionado ao solo, vamos considerar que a SC é de 100%, P de 20 cm e o calcário será dolomítico PRNT de 80%. Utilizamos a fórmula a seguir:

$QC = NC \times SC/100 \times P/20 \times 100/PRNT$

$QC = 1,73 \times 100/100 \times 20/20 \times 100/80$

QC = 2,16 t de calcário dolomítico PRNT de 80% por hectare, que deverá ser espalhado em área total e em uma profundidade de 20 cm.

Os processos de adubação e calagem podem ocorrer de forma independente, mas a calagem, quando necessária, deve ser feita antes da adubação, para melhorar a disponibilidade de nutrientes no solo.

Com isso concluímos que as plantas, para desenvolverem e gerarem frutos, necessitam de nutrientes chamados essenciais. Esses nutrientes devem estar em quantidades adequadas, que devem ser adicionadas seguindo as leis de adubação e os métodos para cálculo da quantidade de calagem e adubos.

Atividade 3 Atende aos Objetivos 4 e 5

João está querendo plantar milho em sua propriedade e pede que você faça a recomendação de adubação e calagem para ele. Com base nos resultados da análise de solo a seguir, faça:

a) a recomendação de calagem utilizando calcário dolomítico PRNT 85%, e

b) adubação utilizando superfostato simples (20% de P_2O_5), cloreto de potássio (58% de K_2O) e sulfato de amônio (18% de N).

Resultados da análise de solo.

Ref.	pH	P	K	Na	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	teor de argila
lavoura de milho	H_2O	mg/dm³			cmolc/dm³			dag/kg
	4,6	1,2	20	-	0,4	0,1	1,5	58

Recomendação de adubação para milho em grãos com base na análise de solo e na produtividade esperada de 4 a 6 toneladas por hectare.

disponibilidade de P ou K	dose total		
	P_2O_5	K_2O	N
	kg/ha		
baixa	80	50	15
média	60	40	15
boa	30	20	15

Fonte: Adaptado de Alves *et al.* (1999) citado por Coelho *et al.* (2008) disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_4ed/feraduba.htm

Resumindo...

- Nesta aula, vimos as leis de adubação: Lei do Mínimo e Lei do Máximo.
- A Lei do Mínimo estabelece que a insuficiência de um elemento nutritivo no solo reduz a eficácia dos outros elementos e, por conseqüência, diminui o rendimento das colheitas.
- A Lei do Máximo estabelece que, ao aumentar ainda mais as doses de um nutriente, observa-se que os rendimentos começam a diminuir.
- O conhecimento da fertilidade dos solos é fundamental para a expressão do potencial máximo das culturas.
- Os cálculos de recomendação de adubação devem seguir os procedimentos estabelecidos pela Comissão de Fertilidade dos Estados.
- A calagem deve ser realizada de forma técnica. Para isso devemos utilizar as duas fórmulas (a de necessidade de calagem e a de quantidade de calcário) e o calcário adequado para as diferentes situações. Lembre-se de que a calagem é feita antes da adubação.
- A calagem melhora a disponibilidade de nutrientes no solo para melhor desenvolvimento das culturas.

Respostas das Atividades

Atividade 1

(F) A diferença entre macronutrientes e micronutrientes está na *concentração* do elemento presente nas plantas.

(V) Os macronutrientes são: N, P, K, Ca, Mg e S.

(V) Um nutriente é considerado essencial quando na sua ausência a planta não completa seu ciclo.

(F) Segundo o critério de essencialidade, um nutriente *não* pode ser substituído por outro.

Atividade 2

a) As plantas, para se desenvolverem, necessitam de quantidades mínimas de nutrientes. Se o fornecimento de um nutriente estiver abaixo do mínimo necessário às necessidades das plantas, estas terão seu desenvolvimento prejudicado. Neste caso, a Lei do Mínimo nos auxilia, sugerindo que devemos o fornecer os nutrientes às plantas.

b) As plantas para desenvolverem necessitam de quantidades adequadas de nutrientes. Se o fornecimento de um nutriente estiver acima do necessário, poderão causar toxidez às plantas e elas terão seu desenvolvimento prejudicado. Neste caso, a Lei do Máximo nos auxilia no controle do fornecimento de nutrientes às plantas.

Atividade 3

5,3 toneladas de calcário dolomítico PRNT 85% por hectare.

400 kg de superfosfato simples por hectare.

83,3 kg de sulfato de amônio por hectare.

86,2 kg de cloreto de potássio por hectare.

Referências bibliográficas

ALVAREZ V, V. H. *Avaliação da fertilidade do solo*. Viçosa: UFV, 1985. 75 p.

International Plant Nutrition Institute – IPNI – Arquivo do Agrônomo nº 10. 1996. 24p. Disponível em <http://www.potafos.org/ppiweb/BRAZIL.NSF/$webindex/E48294FE966E424083256B2700391E1E>

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais:* 5. Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

VOISIN, A. *Adubos:* novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo, Mestre Jou. 1973. 363 p.

Sites consultados

http://www.anda.org.br/boletins/Boletim_02.pdf

http://www.anda.org.br/boletins/boletim_06.pdf