

## AGRICULTURA GERAL SOLO

### INTRODUÇÃO

O solo é o sustentáculo da vida e todos os organismos terrestres dele dependem direta ou indiretamente. É um corpo natural que demora para nascer, não se reproduz e “morre” com facilidade. Para dar a necessária importância ao solo e protegê-lo, é fundamental conhecer a maneira como se forma e quais os elementos da natureza que participam na sua formação.

**Solo** - Pode ser definido como um sistema trifásico (fase sólida, líquida e gasosa). É constituído por materiais minerais e orgânicos. Cobre a maior parte das extensões continentais do planeta.

#### 1. FORMAÇÃO DO SOLO

A agricultura é uma atividade economia que se caracteriza por um processo produtivo que depende do ciclo da natureza, mas que influencia ao utilizar um vasto leque de elementos livremente existentes na natureza, ao domesticar espécies animais e vegetais selvagens e ao recorrer a um conjunto de processos naturais que envolvem o aproveitamento da energia solar e do ciclo hidrológico. Deste modo, a agricultura utiliza como fatores de produção um conjunto de recursos naturais que lhe são essenciais: o solo, a água, o ar e o patrimonio genético.

Estes recursos, ao contrario do que se possa pensar, não existem de forma ilimitada na Natureza: 1cm de solo pode levar ate 100 anos para formar-se, apenas 2% da água do Planeta é doce, o oxigenio que respiramos é produzido pelas plantas e animais que reproduzimos e derivam de espécies que existem na natureza e serão extinguidos em um ritmo acelerado.

Por outro lado, aqueles recursos são essenciais a todos processos que sustenta, as formas de vida na Terra e são, portanto, determinantes para o equilibrio e qualidade do meio em que vivemos.

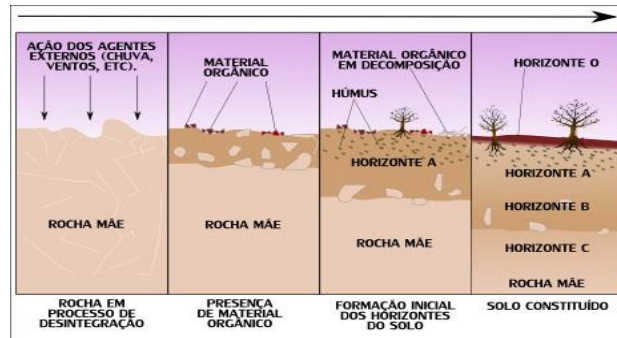
Protege-los é, não só, uma condição para viabilidade técnica e economica da atividade agricola mas, tambem, uma forma de garantir a qualidade ambiental que nos é essencial. A forma como agricultura usa seus recursos naturais pode ter efeitos negativos sobre os mesmos, sendo a escolha do sistema de produção e praticas culturais que os caracterizam fundamental para evitar a sua degradação.

Os solos configuram-se como um importante recurso natural renovável que é utilizado pelas atividades humanas para fins econômicos, tendo uma notável importância nas práticas agropecuárias e na geração de alimentos para a sociedade. Sendo assim, uma curiosidade que permanece é: **como se formam os solos?**

Basicamente, os solos formam-se a partir do processo de decomposição das rochas de origem, chamadas de **rochas mãe**. Isso significa dizer que, no início, não existiam solos na Terra, mas apenas grandes e variados grupos rochosos que foram lentamente desgastados pelo clima, pela ação da água e dos ventos e também pelos seres vivos, sobretudo as plantas. Com isso, essa lenta desagregação proporcionou a formação de sedimentos, que se mantêm aglomerados e compõem os solos. O processo de origem e constituição dos solos é chamado de **pedogênese**.

Nesse sentido, a formação dos solos na natureza levou milhões de anos, apresentando, quase sempre, aspectos relacionados com o seu material de origem e as interferências naturais e antrópicas proporcionadas sobre eles. Vale lembrar que esse processo de formação dos solos é ininter-

rupto e ainda ocorre atualmente. Para compreender melhor o fenômeno natural da pedogênese, confira o esquema a seguir:



Esquema explicativo da sequência de formação dos solos

De acordo com a sequência acima explicitada, compreendemos que o processo de formação obedece à seguinte cronologia:

- decomposição lenta da rocha mãe pelos agentes do intemperismo (água, ventos, clima, plantas e outros);
- com o tempo, acumula-se uma maior presença de material orgânico sobre o solo recém-formado;
- o material orgânico decompõe-se e vai aos poucos enriquecendo o terreno, enquanto os horizontes do solo vão se formando;
- o solo, em estágio mais avançado, passa a contar com os diferentes horizontes, além de apresentar uma camada superficial orgânica propícia ao plantio e à existência de vegetações.

Os solos mais antigos apresentam essa estrutura mais consolidada, enquanto os solos mais jovens, muitas vezes, ainda se encontram em processo intermediário de formação, sem a existência de todos os seus horizontes e com baixo nível de material orgânico. Os horizontes do solo, segundo as classificações mais comuns, são;

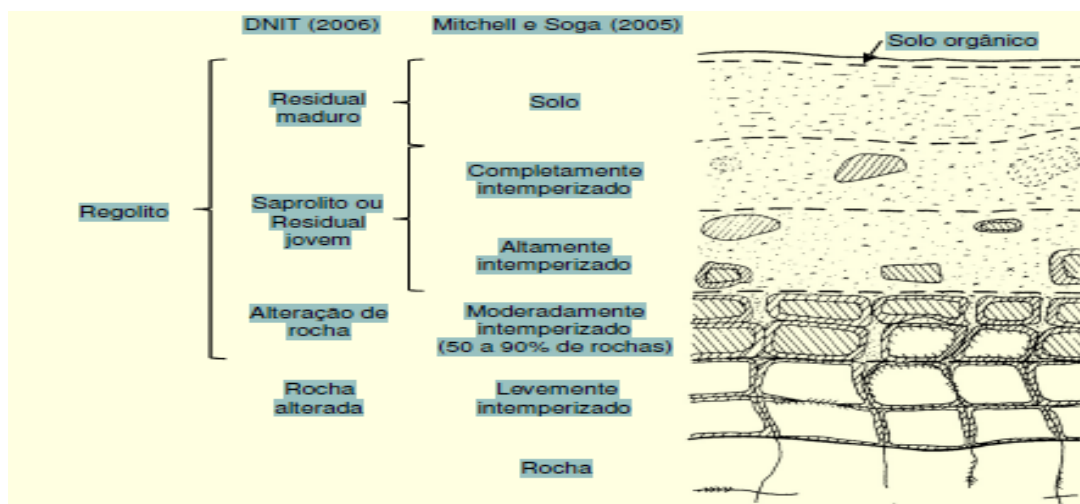
**Horizonte O** (horizonte orgânico) – camada externa do solo composta por material orgânico em estágio de decomposição.

**Horizonte A** – é o horizonte mineral mais próximo da superfície, com uma relativa presença de matéria orgânica.

**Horizonte B** – é o horizonte de acumulação, com uma grande presença de minerais e com baixo acúmulo de material orgânico.

**Horizonte C** – camada formada por partes fragmentadas da rocha mãe, muitas vezes com sedimentos menores nas suas partes mais altas e com saprólitos e partes de rochas em sua parte inferior.

Em profundidade, apresenta seções aproximadamente paralelas, denominadas horizontes ou camadas.



O solo resulta da ação simultânea e integrada do clima e organismos que atuam sobre um material de origem (geralmente rocha), que ocupa determinada paisagem ou relevo, durante certo período de tempo. Esses elementos (rocha, clima, organismo, relevo e tempo) são chamadas de fatores de formação do solo (Figura 1). Esses fatores são parte do meio ambiente e atuam de forma conjunta (Figura 2).

Durante seu desenvolvimento o solo sofre a ação de diversos processos de formação como perdas, transformações, transportes e adições. Esses processos são responsáveis pela transformação da rocha em solo, diferenciando-se desta por ser constituído de uma sucessão vertical de camadas que diferem entre si na cor, espessura, granulometria, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes de plantas.

**Esses processos (adições, perdas, transformações e transportes) são responsáveis pela formação de todos os tipos de solos existentes. Considerando que todos os solos são formados pela atuação desses processos, como se explica que na natureza existam diversos tipos de solos? A explicação é que esses processos atuam com diferentes intensidades de acordo com a variação nos fatores de formação.**

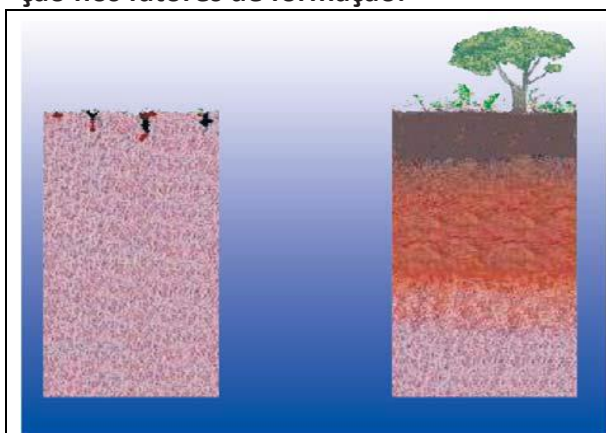


Figura 1. Fatores de formação do solo.



Figura 2. A paisagem e os fatores responsáveis pela formação do solo.

O solo é composto por pequenos espaços vazios, chamados de poros. Os poros de tamanhos maiores são conhecidos como *macroporos* e os de menor tamanho de *microporos*. Eles desempenham funções específicas no solo, os microporos servem para armazenar água, enquanto que os macroporos são responsáveis pela sua drenagem, assim como pela entrada e saída de gases e a penetração das raízes. Assim sendo, é de extrema importância que as técnicas adotadas para o cultivo de plantas não promovam a diminuição da porosidade do solo.

No entanto, sempre ocorrem mudanças, a mais comum é o aumento da quantidade de microporos e a diminuição de macroporos. Com isso, a velocidade de infiltração da água fica mais lenta e a água passa a acumular-se na superfície, provocando o escoamento conhecido como enxurrada. Esse escoamento superficial é um importante fator gerador de erosão.

A erosão é o processo de desgaste acelerado do solo provocado pela utilização de técnicas inadequadas para o cultivo que, com o passar do tempo, ocasiona empobrecimento e perda da capacidade de fornecimento de nutrientes. Além disso, a erosão é responsável por importantes desajustes ambientais. Um deles é o transporte de terra para dentro dos rios que, muitas vezes, causa a sua morte. Outro impacto importante é a poluição dos mananciais. Isto compromete a qualidade da água para consumo humano e animal.

## 2. FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO

### 2.1. Material de Origem

O material de origem é a matéria-prima a partir da qual os solos se desenvolvem, podendo ser de natureza mineral (rochas ou sedimentos) ou orgânica (resíduos vegetais). Por ocuparem extensões consideráveis, os materiais rochosos são, sem dúvida, os mais importantes e abrangem os diversos tipos conhecidos de rochas.

#### Exemplos dos principais tipos de rochas

MAGMÁTICAS	METAMÓRFICAS	SEDIMENTARES
Granito	Gnaisse	Arenitos
Basalto	Quartzito	Argilitos
Diabásio	Xistos	Calcários

Dependendo do tipo de material de origem, os solos podem ser arenosos, argilosos, férteis ou pobres.

É importante salientar que uma mesma rocha poderá originar solos muito diferentes, dependendo da variação dos demais fatores de formação. Por exemplo, um granito, em região de clima seco e quente, origina solos rasos e pedregosos em virtude da reduzida quantidade de chuvas. Já, em clima úmido e quente, essa mesma rocha dará origem a solos mais profundos, não pedregosos e mais pobres.

Em qualquer clima, os arenitos geralmente originam solos de textura grosseira (arenosa), têm baixa fertilidade, armazenam pouca água e são muito propensos à erosão. Rochas como o basalto originam solos de textura argilosa e com altos teores de ferro, pois são ricas nesse elemento. Solos originados a partir de argilitos apresentarão textura argilosa, isto é, com predominância de argila.

Com exceção do hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio, os demais nutrientes para as plantas, como cálcio, magnésio, potássio e fósforo, provêm dos minerais presentes nas rochas que, ao se decomporem pela ação do intemperismo, liberam esses elementos para o solo para serem absorvidos pelos vegetais.

Rochas com grandes quantidades de elementos nutrientes podem originar solos férteis, ao passo que solos derivados de rochas pobres serão inevitavelmente de baixa fertilidade. Solos derivados de arenito (rocha geralmente pobre em nutrientes) possuem baixa quantidade de nutrientes (cálcio, magnésio, potássio), comparativamente aos originados de basalto (rochas mais ricas em nutrientes).

## 2.2. Clima

O clima exerce influência na formação dos solos principalmente através da precipitação e temperatura.

Em ambientes extremos, como desertos frios ou quentes, a água está em estado sólido (gelo) ou ausente, o que dificulta ou mesmo impede a formação do solo. Para atuação de processos de intemperismo e de formação do solo há necessidade de existir água em estado líquido.

Precipitações e temperaturas elevadas favorecem os processos de formação do solo.

Climas úmidos e quentes (regiões tropicais) são fatores favoráveis à formação de solos muito intemperizados (alterados em relação à rocha), profundos e pobres, o que resulta em acidez e baixa fertilidade, como é o caso da maioria dos solos brasileiros. Em regiões de baixa precipitação (áridas e semi-áridas), os solos são menos intemperizados, mais rasos, de melhor fertilidade e, geralmente, pedregosos. Graças à vegetação escassa, a quantidade de matéria orgânica, adicionada em climas secos, é inferior à dos solos de regiões úmidas.

## 2.3. Relevo

Dependendo do tipo de relevo (plano, inclinado ou abaciado) (Figura 3), a água da chuva pode entrar no solo (infiltração), escoar pela superfície (ocasionando erosão) ou se acumular (formando banhados).

Nos relevos planos, praticamente toda a água da chuva entra no solo, propiciando condições para formação de solos profundos.

Em relevos inclinados, grande parte da água escorre pela superfície, favorecendo processos erosivos e dificultando a formação do solo, sendo tais áreas ocupadas, predominantemente, por solos rasos (Figura 3).

As áreas com relevo abaciado, além das águas da chuva, também recebem aquelas provenientes das áreas inclinadas, tendendo a um acúmulo e favorecendo o aparecimento de banhados (várzeas), onde se formam os solos chamados de hidromórficos, ou seja, com excesso de água.

Quando derivados de material de origem vegetal acumulado em áreas encharcadas, como banhados, os solos tendem a apresentar grandes quantidades de matéria orgânica (Figura 4).

### FORMAÇÃO DO SOLO

Em relevos planos, podem ocorrer solos rasos quando a região é muito seca, e a quantidade de chuvas não é suficiente para a formação de um solo profundo. Também podemos ter solos rasos em regiões planas, mesmo em climas muito chuvosos, quando os solos são desenvolvidos a partir de rochas muito resistentes ao intemperismo (alteração).

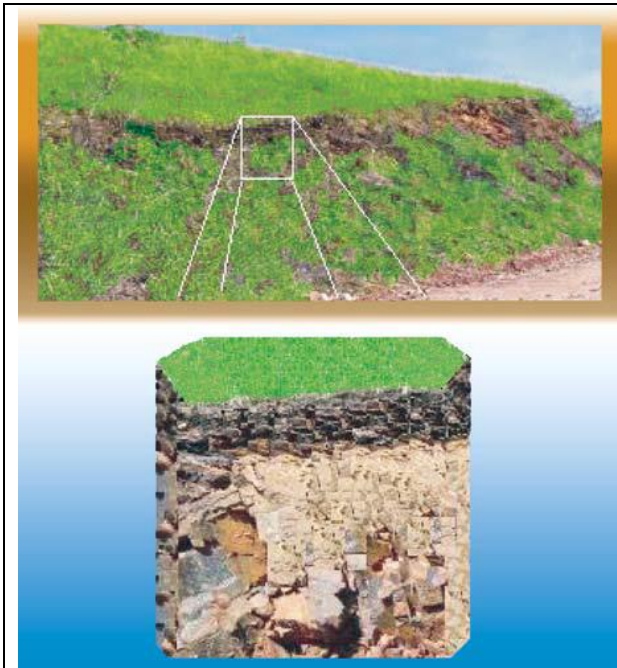


Figura 3. Relevo inclinado favorece a formação de solos rasos (Almirante Tamandaré, PR).



Figura 4. Relevo abaciado e com acúmulo de água favorece a formação de solos escuros com altos teores de matéria orgânica (Município de Curitiba, PR).  
(Foto: Luiz Claudio de Paula Souza).

### 2.4. Organismos

Os organismos que vivem no solo (vegetais, minhocas, insetos, fungos, bactérias, etc.) exercem papel muito importante na sua formação, visto que, além de seus corpos serem fonte de matéria orgânica, atuam também na transformação dos constituintes orgânicos e minerais.

A vegetação exerce marcante influência na formação do solo pelo fornecimento de matéria orgânica, na proteção contra a erosão pela ação das raízes fixadas no solo, assim como as folhas evitam o impacto direto da chuva. Ao se decompor, a matéria orgânica libera ácidos que também participam na transformação dos constituintes minerais do solo.

A fauna (representada por inúmeras espécies de minhocas, besouros, formigas, cupins, etc.) age na trituração e transporte dos resíduos vegetais no perfil do solo.

Os fungos e as bactérias realizam o ataque microbiano, transformando a matéria orgânica fresca em húmus, o qual apresenta grande capacidade de retenção de água e nutrientes, o que é muito importante para o desenvolvimento das plantas que habitam o solo.

### 2.5. Tempo

Para a formação do solo, é necessário determinado tempo para atuação dos processos que levam à sua formação. O tempo que um solo leva para se formar depende do tipo de rocha, do clima e do relevo. Solos desenvolvidos a partir de rochas mais fáceis de ser intemperizadas formam-se mais rapidamente, em comparação com aqueles cujo material de origem é uma rocha de difícil alteração. Por exemplo, os solos derivados de quartzito (rocha rica em quartzo) demoram mais tempo para se formarem do que os solos originados de diabásio (rocha rica em ferro), por ser o mineral quartzo muito resistente ao intemperismo (alteração).

Nos relevos mais inclinados (morros, montanhas), o tempo necessário para formação de um solo é muito mais longo, comparativamente aos relevos planos, uma vez que, nos primeiros, a erosão natural é muito maior.

Percebe-se, ainda, que os solos mais velhos têm maior quantidade de argila que os jovens, isto porque, no transcorrer do tempo de formação, os minerais primários, herdados da rocha e que fazem parte das frações mais grosseiras do solo (areia e silte), vão-se transformando em argila (fração mais fina do solo).

Quando originados de uma mesma rocha, os solos mais velhos apresentam, usualmente, menor quantidade de nutrientes, os quais são removidos em solução pelas águas das chuvas.

É comum achar que todos os solos jovens são mais férteis que os solos velhos. Porém, um solo jovem será de baixa fertilidade se a rocha que lhe deu origem for pobre em nutrientes.

Uma questão freqüentemente levantada é: "Quanto tempo leva um solo para ser formado"? Essa pergunta é difícil de ser respondida porque o tempo de vida do ser humano é muito curto para acompanharmos esse processo. A única certeza é que são necessários milhares de anos. O tempo de formação do solo é longo; todavia, sua degradação pode ser rápida, motivo pelo qual sua utilização deve ser cercada de todo cuidado.

### **3. PROCESSOS DE FORMAÇÃO DO SOLO**

#### **3.1. Adições**

Tudo que é incorporado ao solo em desenvolvimento é considerado como adição. O principal constituinte adicionado é a matéria orgânica proveniente da morte dos organismos que vivem no solo, principalmente a vegetação. Por serem ricos no elemento carbono, esses compostos orgânicos imprimem cores escuras à porção superior do solo.

A quantidade de matéria orgânica incorporada nos solos é muito variável pois depende do tipo de clima e do relevo. Em climas com pouca chuva, a vegetação é escassa, resultando em menor adição de matéria orgânica. Em climas mais chuvosos, a vegetação é mais abundante e a quantidade de matéria adicionada é maior, fazendo com que os solos apresentem a sua parte superficial mais escura e espessa.

#### **3.2. Perdas**

Durante o seu desenvolvimento os solos perdem materiais na forma sólida (erosão) e em solução (lixiviação). Em relevos muito inclinados os solos são mais rasos em decorrência da perda de materiais por erosão (Figura 3).

A água da chuva solubiliza os minerais do solo os quais liberam elementos químicos (principalmente cálcio, magnésio, potássio e sódio) que são levados para as águas subterrâneas.

Esse é um processo de perda denominado lixiviação. Em regiões com pouca chuva, as perdas desses elementos químicos são menos intensas, comparativamente àquelas com maior precipitação. Essas perdas por lixiviação explicam a ocorrência de solos muito pobres (baixa fertilidade) mesmo sendo originados a partir de rochas que contêm grande quantidade de elementos nutrientes de plantas.

#### **3.3. Transformações**

São denominadas transformações os processos que ocorrem durante a formação do solo produzindo alterações químicas, físicas e biológicas. Como exemplo de alteração química, pode-se citar a transformação dos minerais primários (que faziam parte da rocha) em novos minerais (minerais secundários). As argilas são o exemplo mais comum de minerais secundários. É o caso de muitas rochas que não contêm argila, porém esse material faz parte do solo formado. Qual seria a explicação? Nesse caso, alguns minerais primários da rocha sofreram intemperismo e se transformaram em argila. E de onde vieram as areias que os solos contêm? Essas areias são provenientes também dos minerais contidos na rocha e que ainda não foram transformados ou são muito resistentes para serem alterados.

As cores vermelha, amarela ou vermelho-amarela são resultantes da formação de compostos (óxidos) a partir do elemento químico ferro liberado pela alteração das rochas.

Os materiais vegetais que caem no solo (folhas, galhos, frutos e flores) e as raízes que morrem também sofrem transformações. Pela atuação de organismos do solo, transformam-se em húmus, que é um composto mais estável e responsável pela cor preta dos solos. Nesse processo, ocorre liberação de ácidos orgânicos, que também contribuem para a alteração dos componentes minerais do solo.

As transformações ocorridas durante todos os estádios de desenvolvimento dos solos são mais intensas em regiões úmidas e quentes (zonas tropicais). A água é necessária para hidratar e dissolver minerais, processo que é acelerado em temperaturas mais elevadas. Na porção tropical úmida do Brasil, ocorrem solos considerados muito velhos e intemperizados por terem sido submetidos durante muito tempo a esses processos de transformação e perda, sendo, como resultado, muito profundos e muito pobres em nutrientes.

### **3.4. Transportes**

Em decorrência da ação da gravidade e da evapotranspiração (perda de água das plantas e do solo pela ação do calor), pode ocorrer translocação de materiais orgânicos e minerais dentro do próprio solo. Essa movimentação pode se dar nos dois sentidos, ou, seja, de cima para baixo ou de baixo para cima. Em condições de clima com poucas chuvas, elementos químicos, como, por exemplo, o sódio, podem ser levados em solução para a superfície do solo e depositados na forma de sal. Em climas úmidos, ácidos orgânicos e partículas minerais de tamanho reduzido (argila) podem ser transportados pela água para os horizontes mais profundos do solo.

## **4. FORMAÇÃO DO PERFIL DE SOLO**

A formação do solo inicia-se a partir do momento em que o material de origem (rocha) é exposto na superfície terrestre, quando, então, passa a sofrer ação de agentes do clima, principalmente precipitação e temperatura, acionando processos de intemperismo ("apodrecimento" da rocha) (Figura 6-1).

À medida que se intemperiza, a rocha vai desagregando e ficando mais porosa, passando a reter água e elementos químicos (cálcio, magnésio, potássio, sódio, ferro, etc) e oferecendo condições de colonização por organismos pioneiros, como musgos, líquens, algas, etc. (Figura 6-2).

Com o passar do tempo, o solo vai ficando mais espesso (Figura 6-3), permitindo a instalação de plantas de maior porte. Ao morrerem, esses organismos fornecem matéria orgânica (adição), que passa a ser incorporada continuamente ao solo, além de fornecer ácidos orgânicos, que aceleram o intemperismo.

Os minerais primários (oriundos da rocha) sofrem transformações, alterando-se química e fisicamente e dando origem a novos minerais (minerais secundários), tais como: minerais silicatos e óxidos de ferro e alumínio.

Abaixo da camada superficial mais escura do solo, a rocha continua se intemperizando e apresenta coloração vermelha graças à presença do ferro (Figura 6-4). Parte dos nutrientes (cálcio, magnésio, potássio, etc.), liberados desses minerais, também são "lavados" do solo (perdas).

Pela ação da gravidade, partículas de argila suspensas em água e compostos orgânicos podem deslocar-se pelos poros do solo, possibilitando algum acúmulo em profundidade (transporte descendente) (Figura 6.5). Em climas secos, alguns sais são trazidos à superfície do solo (transporte ascendente), graças à evaporação da água.

Assim, na Figura 6-1, o solo ainda não se formou, estando em desenvolvimento nas Figuras 6-2 até 6-4, e pode ser considerado praticamente em estágio final de desenvolvimento na Figura 6-5.

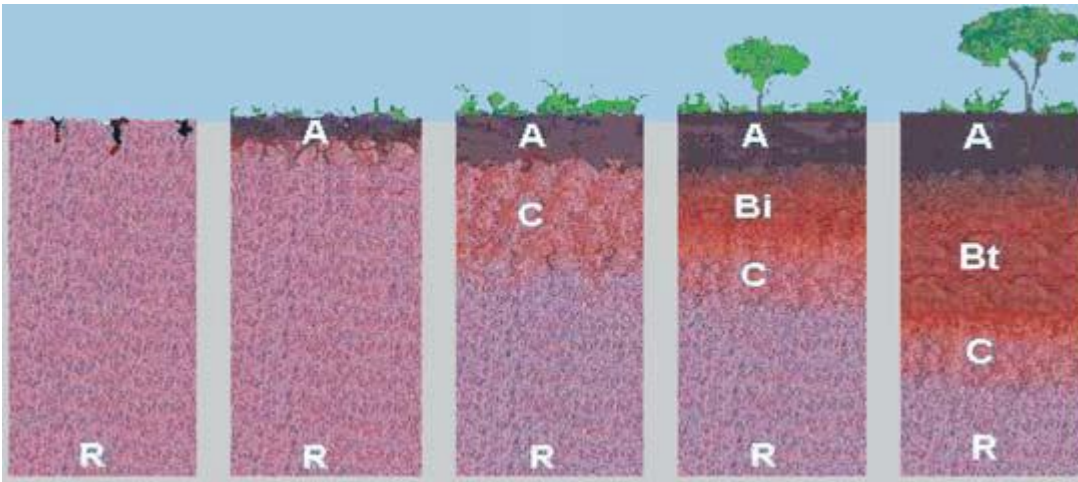


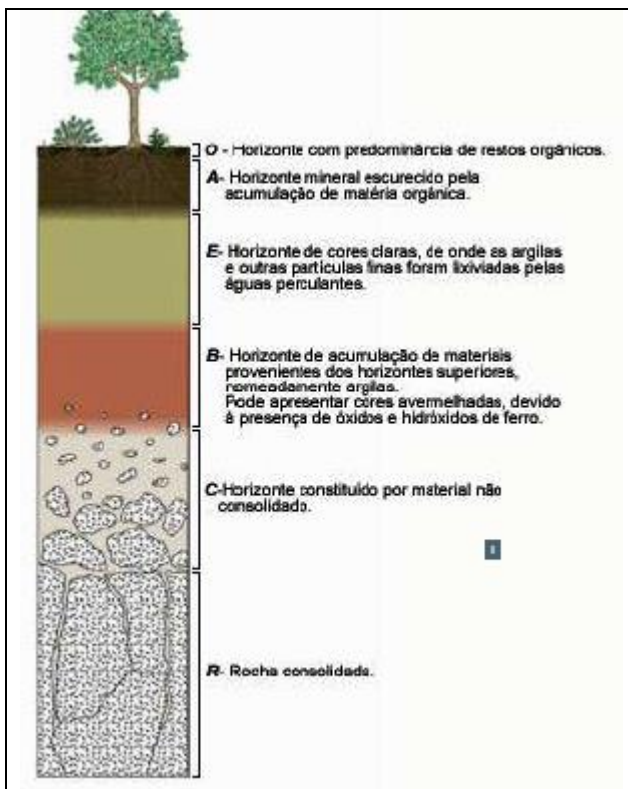
Figura 6. Seqüência cronológica hipotética de evolução do perfil do solo. As letras A, B, C, R são os horizontes e camadas que constituem o solo.

Com esta ação continuada dos processos pedogenéticos (transformações, perdas, transportes e adições), a massa inicial de rocha alterada homogênea passou a adquirir propriedades e características variáveis em profundidade (diferenciação vertical), tais como: cor, porosidade, conteúdo de matéria orgânica, etc., formando os horizontes do perfil do solo. Na Figura 6-5, observa-se que: a) O solo apresenta diferentes cores em profundidade; b) A parte superficial (A) é escurecida pela matéria orgânica; c) A porção central (B) exibe cor vermelha (ou amarelada, em alguns casos) por causa do ferro; d) Logo abaixo vem a rocha alterada (C) de cor vermelha e acinzentada; e) Por último, tem-se a rocha fresca (R), que ainda não foi alterada.

## 5. Pedologia

Assim se denomina a ciência que tem por objeto o estudo das camadas superficiais da crosta terrestre, em particular a sua formação e classificação.

Em pedologia, as camadas que constituem um *perfil* são denominadas *horizontes*.



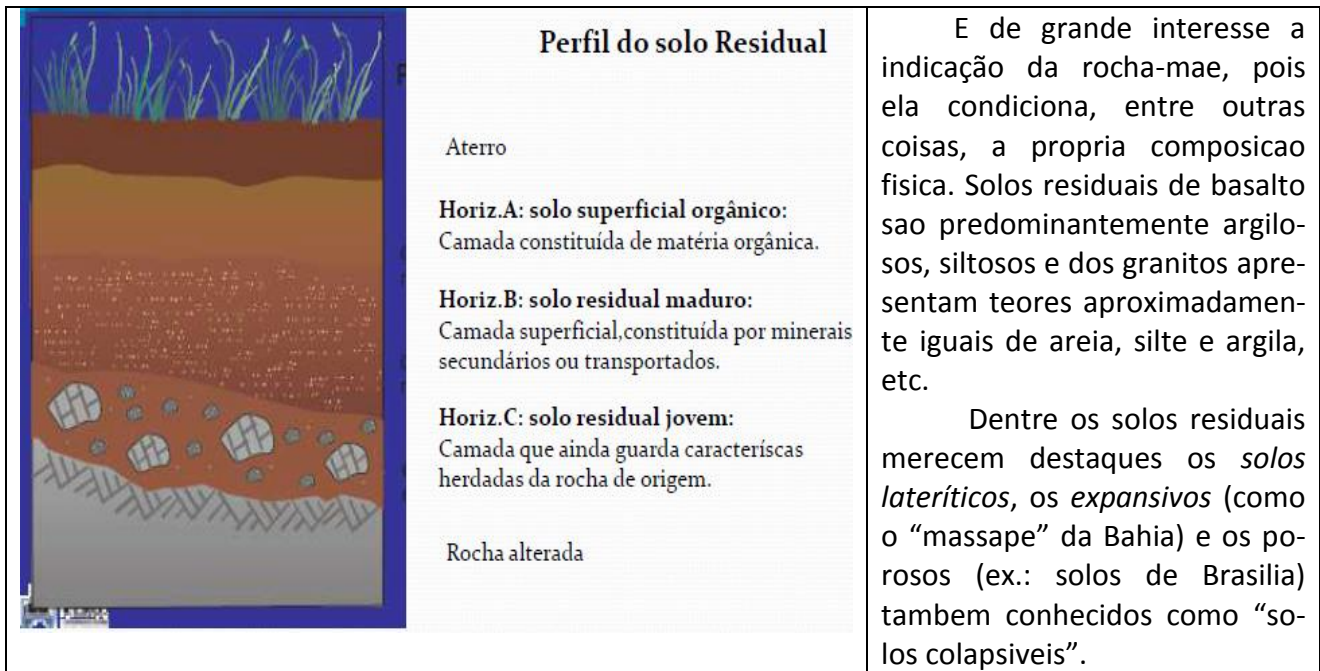
Solos residuais, Sedimentares e de Formação Orgânica

**Solos residuais** (ou autoctones) – São os que permanecem no local da rocha de origem, observando-se uma gradual transição do solo até a rocha.

**Solos residuais maduro:** superficial ou sotoposto a um horizonte “poroso”, e que perdeu toda a estrutura original da rocha mãe e tornou-se relativamente homogêneo.

**Saprolito:** solo que mantém a estrutura original da *rocha-mãe*, inclusive veios intrusivos, fissuras e xistocidade, mas perdeu a consistência da rocha, e também chamado de solo residual jovem ou solo de alteração de rocha.

**Rocha alterada:** horizonte em que a alteração progrediu ao longo de fraturas ou zonas de menor resistência, deixando intactos grandes blocos da rocha original.



**5.1. Solos sedimentares** (ou aloctones) – São os que sofrem a ação de agentes transportadores, podendo ser *aluvionares* (quando transportados pela água), *eólicos* (quando pelo vento), *coluvionares* (pela ação da gravidade) e *glaciares* (pelas geleiras).

**5.2. Solos de formação orgânica** – São chamados solos orgânicos aqueles que contêm uma quantidade apreciável de matéria decorrente de decomposição de origem vegetal ou animal, em vários estágios de decomposição. Geralmente argilas ou areias finas, os solos orgânicos são de fácil identificação, pela cor escura e pelo odor característico. São problemáticos por serem muito compressíveis.

## 6. Composição Química e mineralógica dos solos

Os minerais encontrados nos solos são os mesmos das rochas de origem (minerais primários), além de outros que se formam na decomposição (minerais secundários).

Quanto à composição química dos principais minerais componentes dos **solos grossos** são eles:

- silicatos* – feldspato, mica, quartzo, serpentina, clorita, talco;
- óxidos* – hematita, magnetita, limonita;
- carbonatos* – calcita, dolomita;
- sulfatos* – gesso, anidrita.

*Dureza* de um mineral refere-se, por comparação, ao número indicativo da conhecida *escala de Mohs*, onde um elemento risca todos os precedentes e é riscado pelos subsequentes:

1- Talco 2- Gesso riscados 3 - Calcita 4 - Fluorita	} <i>pela unha</i>  } <i>riscados pelo aço</i>	5- Apatita 6 - Ortosia 7 - Quartzo 8 - Topazio 9 - Corindon 10 - Diamante	}  } <i>riscam o vidro</i>
--	--	--	-------------------------------------

\*Um mineral é uma substância inorgânica e natural, com composição química estruturada definida. O que mais importa para o engenheiro é a densidade e a dureza.

		<p>Os <b>feldspatos</b> são silicatos duplos de Al(alumínio) e de um metal alcalino ou alcalino-terroso [K(potássio), Na(sódio) ou Ca(calcio)].</p> <p>Os feldspatos sofrem decomposição mais ou menos acentuada pelos agentes da natureza; pela ação da água carregada de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) e característica a alteração em argila branca, denominada <i>caulim</i>.</p>	
		<p>As <i>micas</i> são, geralmente, ortossilicatos de Al, Mg (magnésio), K, Na ou Li(lítio) e mais raramente Mn(manganês) e Cr(cromo). Os principais tipos são a <i>muscovita</i> (mica branca) e a <i>biotita</i> (mica preta).</p> <p>Nos solos as micas aparecem sob a forma de pequenas escamas brilhantes, conferindo-lhes um brilho característico.</p>	
		<p>O <b>quartzo</b> é o mais importante dos minerais do grupo dos silicatos. Seus cristais são facilmente identificados macroscopicamente, e um dos minerais mais resistentes ao intemperismo, tal como a água e a variação de temperatura, por isso passa quase inalterado da rocha aos solos.</p>	
			<p>A <i>hematita</i> (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), a <i>magnetita</i>(Fe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) e a <i>limonita</i>(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. H<sub>2</sub>O) são os principais minerais entre os óxidos de ferro.</p>
		<p>No grupo dos carbonatos, os mais importantes minerais são a <i>calcita</i> (CO<sub>3</sub>Ca) e a <i>dolomita</i> [(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CaMg]. A dolomita difere da calcita pela sua maior dureza.</p>	
		<p>Dentre os sulfatos citam-se o <i>gesso</i> (SO<sub>4</sub>Ca.2H<sub>2</sub>O) e a <i>anidrita</i> (SO<sub>4</sub>Ca).</p>	

### 6.1. Minerais Argílicos

As argilas são constituídas de pequeníssimos minerais cristalinos, chamados *minerais argílicos*, dentre os quais distinguem-se três grupos principais: **caolinitas, montmorilonitas e ilitas**.

As *caolinitas* (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> .2SiO<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O) são formadas por unidades de silício e alumínio, que se unem alternadamente, conferindo-lhes uma estrutura rígida. Em consequência, as argilas caoliniticas são relativamente estáveis em presença de água.

As *montmorilonitas* [(OH) 4Si8Al4O<sub>20</sub>H<sub>2</sub>O] são estruturalmente formadas por uma unidade de alumínio entre duas unidades de silício. A ligação entre essas unidades, não sendo suficiente firme para impedir a passagem das moléculas de água, torna as argilas montmoriloníticas muito expansivas e, portanto instáveis em presença de água.

As *ilitas* [(OH)<sub>4</sub>K<sub>y</sub>(Si<sub>8-y</sub>Al<sub>y</sub>)(Al<sub>4</sub>Fe<sub>4</sub>Mg<sub>4</sub>Mg<sub>6</sub>)O<sub>20</sub>] são estruturalmente análogas as montmorilonitas, sendo porem menos expansivas.

## 6.2. Superfície Específica

Denomina-se *superfície específicas* de um solo, a soma das superfícies de todas as partículas contidas na unidade de volume (ou peso) do solo. Imaginando-se uma partícula de forma cubica, com 1cm de aresta, e subdividindo-a decimalmente, em cubos cada vez menores, podemos organizar o quadro a seguir.

Aresta	Volume total	Nº de cubos	Área total	Superfície específica (s)
1 cm	1 cm <sup>3</sup>	1	6 cm <sup>2</sup>	6 cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
1 mm = 10 <sup>-1</sup> cm	1 cm <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	60 cm <sup>2</sup>	6 × 10 cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
0,1 mm = 10 <sup>-2</sup> cm	1 cm <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	600 cm <sup>2</sup>	6 × 10 <sup>2</sup> cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
0,01 mm = 10 <sup>-3</sup> cm	1 cm <sup>3</sup>	10 <sup>9</sup>	6 000 cm <sup>2</sup>	6 × 10 <sup>3</sup> cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
0,001 mm = 1μ = 10 <sup>-4</sup> cm	1 cm <sup>3</sup>	10 <sup>12</sup>	60 000 cm <sup>2</sup> = 6 m <sup>2</sup>	6 × 10 <sup>4</sup> cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>

## 7. Grupos de capacidade de uso:

- **Grupo A:** terras passíveis de utilização com culturas anuais, perenes, pastagens e/ou reflorestamento e vida silvestre.
- **Grupo B:** terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagens e/ou reflorestamento e/ou vida silvestre, porém cultiváveis em casos de algumas culturas especiais protetoras do solo.
- **Grupo C:** terras não adequadas para cultivos anuais, perenes, pastagens ou reflorestamento, porém apropriadas para a proteção da flora e fauna silvestre, recreação ou armazenamento de água.

### 7.1. Classes de capacidade de uso:

- **Classe I:** terras cultiváveis, aparentemente sem problemas especiais de conservação;
- **Classe II:** terras cultiváveis com problemas simples de conservação;
- **Classe III:** terras cultiváveis com problemas complexos de conservação;
- **Classe IV:** terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em extensão limitada, com sérios problemas de conservação;
- **Classe V:** terras adaptadas em geral para pastagens e/ou reflorestamento, sem necessidade de práticas especiais de conservação, cultiváveis apenas em casos muito especiais;
- **Classe VI:** terras adaptadas, em geral, para pastagens e/ou florestamento, com problemas simples de conservação, cultiváveis apenas em alguns casos especiais de algumas culturas protetoras do solo.
- **Classe VII:** terras impróprias para cultura, pastagem ou reflorestamento, podendo servir apenas como abrigo e proteção da fauna e flora silvestre, como ambiente para recreação, ou para fins de armazenamento de água.

### 7.2. Subclasses de capacidade de uso:

- **e:** limitações pela erosão presente e/ou risco de erosão;
- **s:** limitações relativas ao solo;
- **a:** limitações por excesso de água.

A Capacidade de uso dos solos pode ser definida tendo por base referencial uma propriedade agrícola ou a bacia hidrográfica. O planejamento determinará as áreas mais apropriadas para o plantio de culturas anuais, perenes, pastagem e reflorestamento, entre outras e determinará as medidas de controle à erosão a serem adotadas. Cada tipo de solo tem sua aptidão, isto é, os solos devem ser usados com culturas mais adequadas a sua capacidade de uso.

Assim como nos demais métodos de identificação de áreas mais vulneráveis, ou susceptíveis ambientalmente, a classificação de uso do solo segundo a aptidão da região também utiliza ferramentas de geoprocessamento para identificação de áreas para fins de planejamento e gestão de forma a garantir a sustentabilidade ambiental das diversas atividades de exploração. Os SIGs são atualmente ferramenta indispensável no suporte à decisão aos órgãos gestores e na elaboração de um adequado Zoneamento Ambiental.

## 5. RESUMO

☒ SOLO: É um corpo natural formado pela ação dos processos pedogenéticos que atuam com intensidade variável de acordo com os fatores de formação do solo.

☒ INTEMPERISMO: Conjunto de processos físicos, químicos e biológicos que atuam sobre as rochas, desintegrando-as e decompondo-as, propiciando a formação do perfil do solo.

☒ FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO: Material de origem, clima, relevo, organismos e tempo.

☒ ROCHAS: São os principais materiais de origem dos solos. Dependendo do tipo de rocha, os solos podem ter mais ou menos areia e argila, e serem férteis ou pobres.

☒ CLIMA: Climas quentes e úmidos favorecem a formação de solos profundos; em climas áridos, os solos tendem a ser mais rasos e pedregosos.

☒ RELEVO: Os solos tendem a ser mais profundos em relevos planos. Em relevos inclinados, geralmente são rasos.

☒ ORGANISMOS: auxiliam na formação do solo adicionando matéria orgânica e transformando materiais.

☒ PROCESSOS PEDOGENÉTICOS: Adições, perdas, transportes e transformações.

☒ ADIÇÕES: Toda e qualquer adição de material ao solo durante sua formação. Exemplo: adição de matéria orgânica pelos organismos do solo.

☒ PERDA: Toda e qualquer remoção de material do solo durante o seu desenvolvimento. Exemplo: remoção de solo por erosão, perdas de elementos químicos (cálcio, magnésio, potássio, etc.) por lixiviação.

## 7. REFERÊNCIA

LIMA, V.C. Fundamentos de pedologia. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2001. 343p. (FORMAÇÃO DO SOLO – PDF - Valmiqui Costa Lima1 - Marcelo Ricardo de Lima1)

PINTO, Carlos de Souza. Curso Basico de Mecanica dos Solos, em 16 Aulas. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 247 p.

CAPUTO, Homero Pinto. Mecanica dos Solos e suas Aplicações. 6 ed. Rio de Janeiro: Livros Tecnicos e Cientificos Editora, 2000. 234 p.