

Capítulo 2 – Solos: definição importância e composição.

1.0 Introdução



O solo, material solto e macio encontrado na superfície da crosta terrestre, é muito importante para a vida na terra. À medida que nos aproximamos das grandes cidades, os indivíduos que lá habitam têm pouco ou nenhum contato com os solos, o que os torna insensíveis com relação à sua dependência direta a esse recurso natural, ou mesmo, insensíveis quanto ao fato de que, sem os produtos deles advindos, a sobrevivência do homem

na terra seria muito difícil, se não impossível.

Mesmo com os grandes avanços da ciência nos mais diversos campos do conhecimento, o nosso grau de dependência com relação aos solos irá aumentar no futuro, e não diminuir. Eles continuarão a fornecer e suprir quase tudo o que comemos e vestimos, além de uma grande porcentagem de medicamentos, que podem ser derivados de plantas cultivadas ou que crescem naturalmente sob determinados tipos de solos e de clima, bem como derivados de alguns organismos que neles habitam. Também será crescente o fornecimento de energia proveniente das plantas cultivadas que crescem no solo, uma vez que o suprimento de petróleo é finito e irá diminuir sensivelmente no próximo século. Atualmente, esse fato já é bastante evidente no Brasil, onde a cultura da cana-de-açúcar está em crescente expansão, sobretudo na região sudeste, ocupando diferentes tipos de solos, a fim de produzir álcool combustível, cada vez mais utilizado nos veículos nacionais em substituição aos derivados do petróleo.

No entanto, o uso dos solos de maneira inadequada pode causar danos ao meio ambiente e à vida na terra. Se mal utilizados, perdem progressivamente sua capacidade de produzir alimentos, fibras e energia, necessitando cada vez mais de investimentos em adubos e corretivos a fim de manter produtividades antes obtidas. Com isso, os custos para produzir alimentos tornam-se bem mais elevados, que, em última análise, refletem-se no aumento dos preços dos produtos alimentícios. Além disso, seu mau uso pode levar a contaminação das nascentes de rios e lagos, e mesmo do próprio solo, reduzindo a qualidade de vida do homem na terra.

1.2 O que é solo?

Solo é o material solto e macio que cobre a superfície da terra, como uma casca sobre uma laranja. Ao contrário da casca, que tem uma superfície relativamente uniforme quando observada a olho nu, os solos variam muito na superfície da terra, tanto com relação à sua espessura (da superfície do solo em contato com a atmosfera até a rocha que lhes deu origem), quanto em relação às suas características, tais como cor, quantidade e organização das partículas de que são compostos (argila, silte e areia), fertilidade (capacidade em suprir nutrientes, água e favorecer o crescimento das plantas), porosidade (quantidade e arranjo dos poros), entre outras características. São constituídos de

água, ar, material mineral e orgânico, contendo ainda organismos vivos. Servem como um meio natural para o crescimento das plantas, e é acima deles que construímos nossas casas, edifícios, estradas, etc. É acima deles que vivemos.

Existem diferentes tipos ou classes de solos na natureza (classes de solos é o termo técnico para se referir aos diferentes tipos de solos). Assim como uma floresta é formada por árvores individuais, os solos na superfície da terra também são formados por corpos de solos individuais, embora a transição entre os diferentes tipos ou corpos de solos seja gradual na maioria das vezes, formando uma superfície contínua na paisagem, o que não acontece numa floresta em que conseguimos facilmente separar uma árvore da outra.

Semelhantes às florestas que são formadas por diferentes espécies de árvores com características tão diferentes, que podemos separá-las pelo tamanho, tipo de folha e casca, dureza e resistência da sua madeira, etc., os solos também podem ser separados na paisagem por suas características, tais como: cor, fertilidade, quantidade e tipo de partículas minerais que os formam, tipo de organização dessas partículas formando os agregados ou torrões do solo, quantidade de água presente, entre muitas outras características.

1.3 Funções do solo no nosso ambiente

Os solos têm cinco papéis básicos ou funções no nosso ambiente.

Primeiro, o solo sustenta o crescimento das plantas, principalmente fornecendo suporte mecânico, água e nutrientes para as raízes que posteriormente distribuem para a planta inteira e são essenciais para sua existência. As características dos solos podem determinar os tipos de vegetação ou de plantas que neles se desenvolvem, sua produtividade e, de maneira indireta, determinam o número e tipos de animais (incluindo pessoas) que podem ser sustentados por essa vegetação.



Em segundo lugar, as características dos solos determinam o destino da água na superfície da terra, essencial para a sobrevivência. A perda de água, sua utilização, contaminação e purificação são todas afetadas pelo solo. Se pensarmos que grande parte da água doce existente no planeta (rios, lagos e aquíferos) ou já escorreu na superfície do solo ou viajou através dele, perceberemos a importância dos solos na distribuição, manutenção e qualidade da água dos nossos reservatórios naturais para a manutenção da vida na terra. As terríveis e devastadoras enchentes, comuns nos grandes centros urbanos, são consequências da impermeabilização dos seus solos, favorecendo o escoamento na superfície e acúmulo de grandes quantidades de água após uma chuva pesada.

Em terceiro lugar, o solo desempenha um papel essencial na reciclagem de nutrientes e destino que se dá aos corpos de animais (incluindo o homem) e restos de plantas que morreram na superfície da terra. Se esses corpos e resíduos não tivessem sido assimilados pelo solo, reincorporados e convertidos em matéria orgânica ou húmus do solo (reciclagem), plantas e animais teriam esgotado seus alimentos anos atrás.

Em quarto lugar, o solo é o hábitat, a casa de muitos organismos. Um punhado de solo pode conter bilhões de organismos vivos e mortos, que influenciam as características do solo, como a porosidade, que é responsável pelo movimento e manutenção de água e ar no solo. Também os organismos são de alguma forma influenciados por essas características do solo.

Em quinto lugar, os solos não fornecem apenas o material (tijolos, madeira) para a construção de nossas casas e edifícios, mas proporcionam a fundação, a base para todas as estradas, aeroportos, casas e edifícios que construímos

1.4 Como se formam os solos?

O termo “gênese” se refere à origem. Sendo assim, na parte inicial dessa unidade, trataremos sobre a origem do solo, mais especificamente do seu material de origem.

Os solos podem ser originados a partir de dois materiais: os orgânicos e os minerais (rochas), que darão origem, respectivamente, aos solos orgânicos e aos solos minerais. Os solos minerais, originados a partir de rochas, são predominantes. Na sequência, veremos os tipos de rochas e sua origem.

Estes recursos, ao contrário do que se possa pensar, não existem de forma ilimitada na Natureza: 1cm de solo pode levar até 100 anos para formar-se, apenas 2% da água do Planeta é doce, o oxigênio 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 equilíbrio e qualidade do meio em que vivemos.

Protege-los é, não só, uma condição para viabilidade técnica e econômica da atividade agrícola, mas também, 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 práticas culturais que os caracterizam fundamental para evitar a sua degradação.

2.2 Tipos de rochas

As rochas, considerando sua origem, são divididas em três grupos principais:

Rochas ígneas ou magmáticas; rochas sedimentares e rochas metamórficas.

2.2.1 Rochas ígneas ou magmáticas

As rochas ígneas ou magmáticas são formadas pelo resfriamento e solidificação de uma massa quente e fluída conhecida como magma. O magma encontra-se a muitos quilômetros abaixo da superfície da Terra, em elevadas temperaturas. Este material pode ser extravasado para a superfície terrestre, quando um vulcão entra em atividade.

As rochas magmáticas são divididas em dois tipos principais: extrusivas ou vulcânicas e as intrusivas ou plutônicas. As rochas extrusivas ou vulcânicas se formam a partir do rápido resfriamento do magma extravasado para a superfície terrestre. Um exemplo deste tipo de rocha é o basalto (Figura 2.1(a)) e uma imagem típica do Rio Grande do Sul, o Cânion Itaimbezinho (Parque Nacional Aparados da Serra), que é formado basicamente por rochas magmáticas extrusivas ou vulcânicas (Figura 2.1(b)).

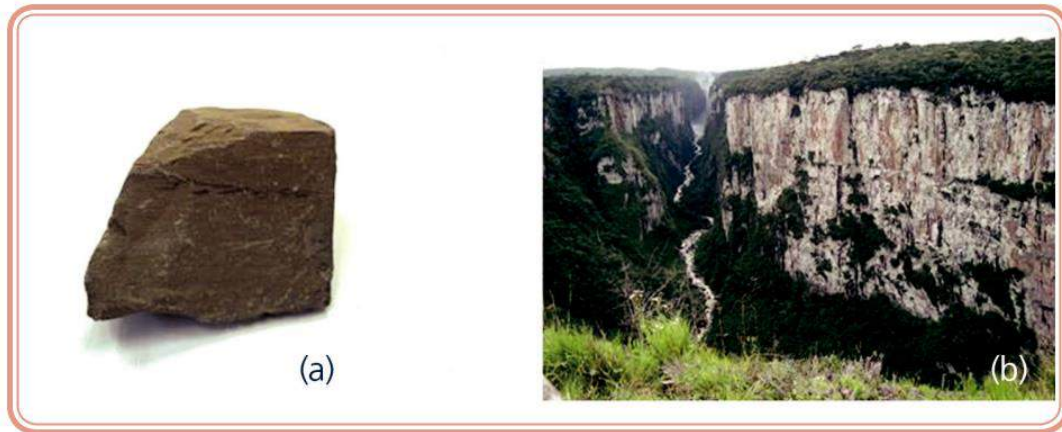


Figura 2.1: Rocha magmática extrusiva: basalto (a) e Cânion Itaimbezinho (b)

Quando o magma não chega a ser extravasado para a superfície terrestre, permanecendo a uma profundidade considerável, ele sofrerá um lento processo de resfriamento. Assim, irão se formar as rochas magmáticas intrusivas ou plutônicas, cujo exemplo mais conhecido é o granito (Figura 2.2).



Figura 2.2: Granito, rocha magmática intrusiva

2.2.2 Rochas sedimentares

As rochas sedimentares são originadas da intemperização de rochas pré-existentes. O intemperismo é um conjunto de fenômenos químicos, físicos e biológicos que enfraquecem e degradam as rochas.

Sendo assim, as rochas pré-existentes (magmáticas ou metamórficas) sofrem intemperização, se degradando. O sedimento resultante da intemperização é transportado, geralmente pela ação da água, se depositando em áreas de acumulação, ou seja, nas porções mais baixas do relevo. Na sequência, estes sedimentos vão se consolidando novamente, até se tornar uma rocha dura

Os exemplos de rochas sedimentares são o arenito (Figura 2.3) e o argilito.



Figura 2.3: Arenito, rocha sedimentar

2.2.3 Rochas metamórficas

As rochas metamórficas são originadas a partir das rochas magmáticas ou sedimentares, submetidas à alta temperatura e pressão. Esta situação ocorre através de movimentos da crosta terrestre, especialmente das placas tectônicas. Como exemplos de rochas metamórficas, temos o mármore (Figura 2.4) e a ardósia.



Figura 2.4: Mármore, rocha metamórfica

Um resumo da dinâmica das rochas na Terra é esquematizado na Figura 2.5.

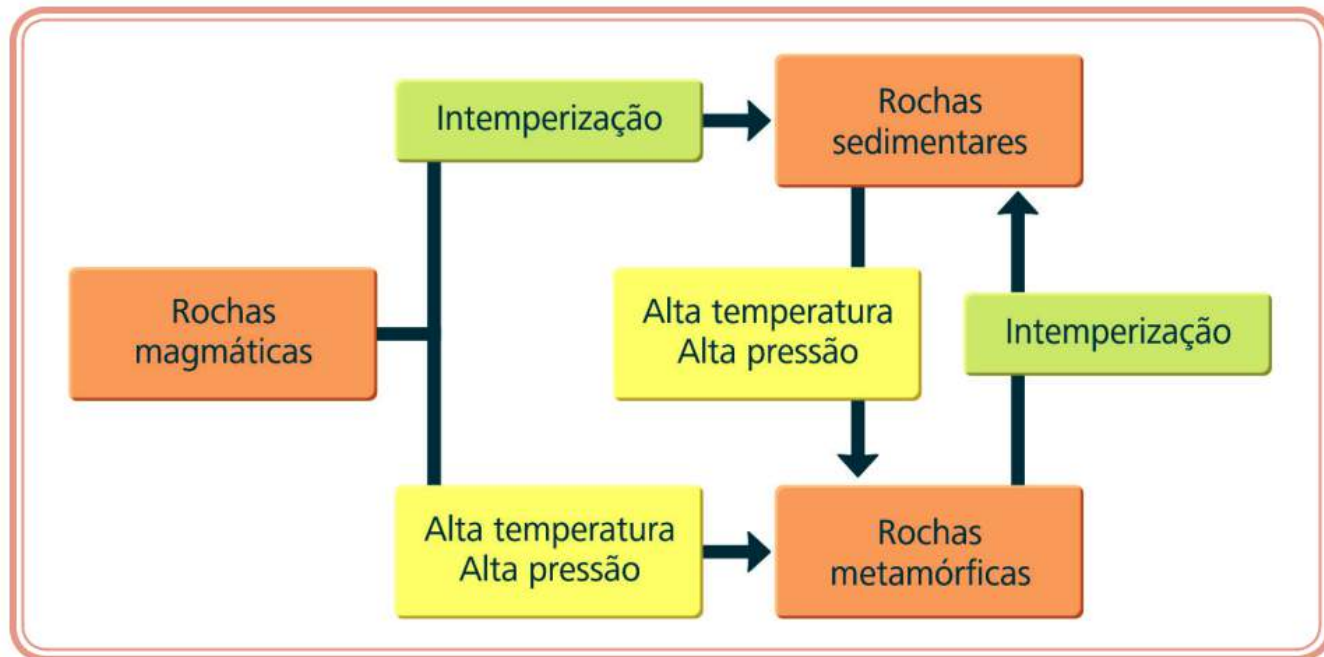
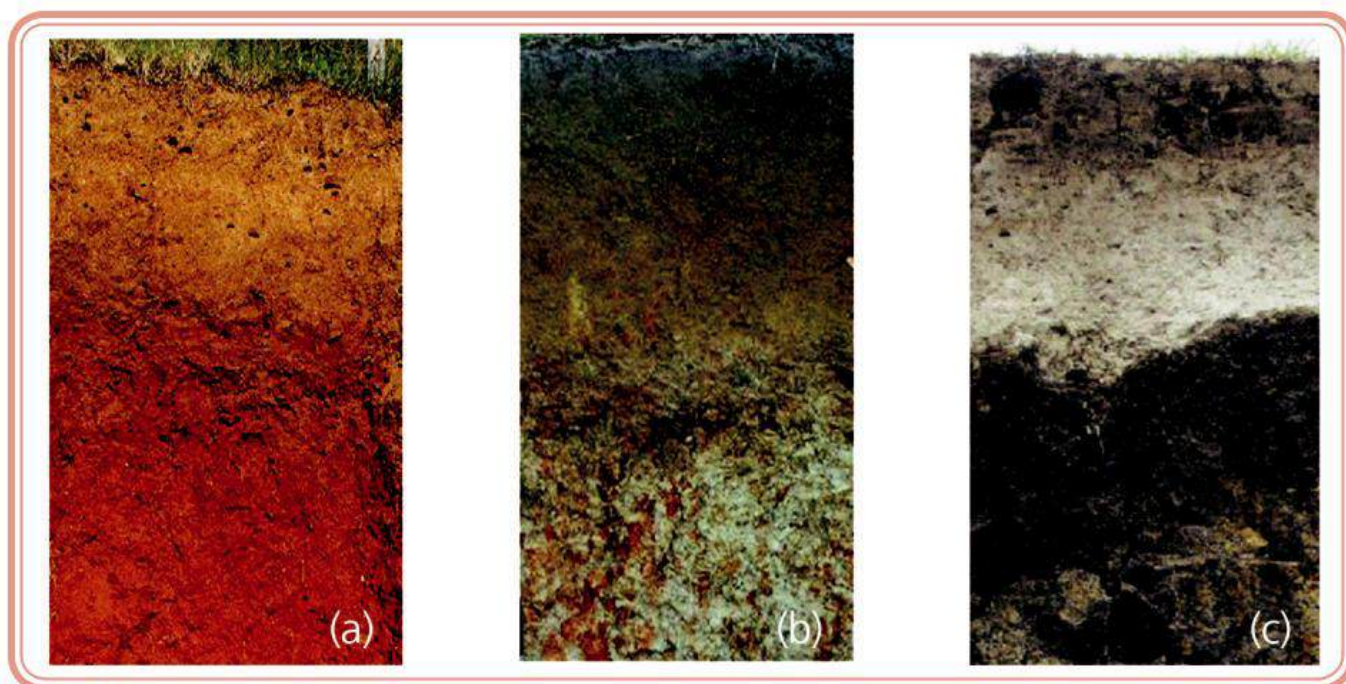


Figura 2.5: Dinâmica das rochas

2.3 Fatores de formação do solo

Conforme vamos avançando nos estudos de solos, algumas observações devem ser feitas. Os solos são todos iguais? Eles possuem a mesma cor? A profundidade é idêntica em todos? Observe a Figura 2.6.



A conclusão que se chega observando a Figura 2.6 é de que os solos não são iguais. Estes perfis de solos são típicos da Depressão Central do Rio Grande do Sul e, de acordo com a posição no

relevo, estão separados por alguns metros de distância. Além disso, o material de origem de todos estes perfis é o mesmo. Mas então, como se explica essa variabilidade?

Através dos fatores de formação do solo, que são cinco:

- Material de origem.
- Relevo.
- Clima.
- Organismos.
- Tempo.



2.3.1 Material de origem

Os solos podem ser originados a partir de:

- Material orgânico, formados, geralmente, em condições de má drenagem.
- Material mineral (rochas), no caso dos solos minerais.

A influência do material de origem na formação do solo vai estar relacionada, principalmente, com o grau de consolidação, a granulometria e a composição deste material.

2.3.2 Relevo

O relevo vai influenciar, basicamente, na redistribuição de água e radiação solar. Um exemplo que podemos citar é que nas áreas declivosas os solos serão mais rasos, comparados aos solos de áreas de planícies. Isso se explica pela maior taxa de erosão do solo nas áreas declivosas, enquanto que as planícies, geralmente, recebem o material erodido.

2.3.3 Clima

O clima irá influenciar na umidade e temperatura, sendo diretamente ligado à formação do solo. Regiões com maior umidade e temperatura tendem a formar solos mais profundos, devido à ação direta da água e da temperatura no intemperismo do material de origem e, indiretamente, por promover uma maior atividade biológica, que também vai atuar neste intemperismo. Já solos das regiões frias e úmidas, como o Nordeste do Rio Grande do Sul, tendem a formar solos pouco profundos e com alto teor de matéria orgânica.

2.3.4 Organismos

Apresentam papel fundamental na formação do solo. Primeiramente, líquens, fungos e bactérias podem se instalar sobre rochas nuas, extraindo os nutrientes diretamente. São os chamados organismos autolitotróficos. Na sequência, forma-se uma fina camada de material alterado, condicionando o aparecimento de gramíneas no local, que iniciará um acúmulo de matéria orgânica. Assim, existirão condições para outras espécies irem se instalando.

2.3.5 Tempo

É o que vai condicionar a ação dos demais fatores de formação. Em solos, geralmente, o tempo cronológico não é utilizado para se falar na “idade” do solo. É observado o grau de desenvolvimento, como na Figura 2.7, onde temos um solo jovem (pouco desenvolvido) e um solo velho (mais desenvolvido).

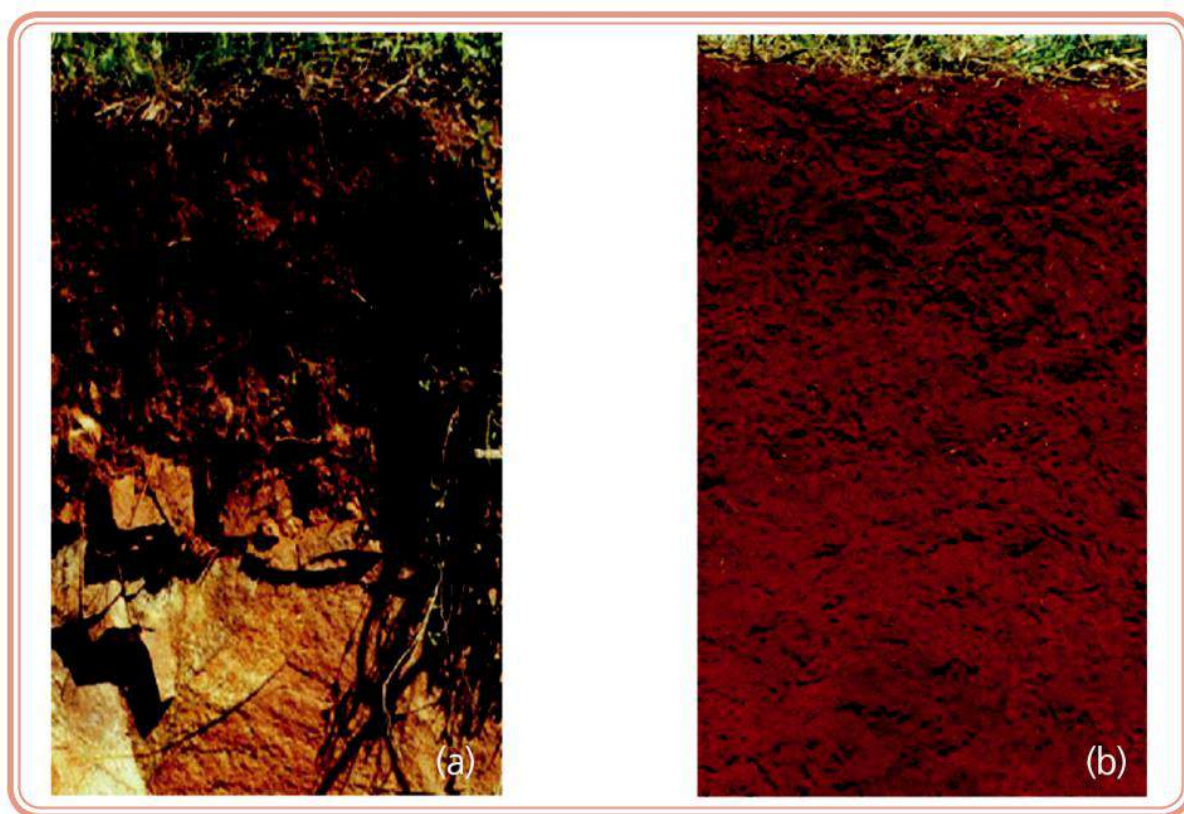


Figura 2.7: Perfil de um solo pouco desenvolvido (a) e de um solo bastante desenvolvido (b)

2.4 Composição do solo

O solo é constituído por componentes sólidos, que representam aproximadamente 50 % do volume total, com espaços porosos entre estes componentes, que representam aproximadamente os 50 % restantes.

Da composição sólida, entorno de 45 % são de origem mineral e 5 % de matéria orgânica. Os espaços porosos são preenchidos por água e gases, sendo que a percentagem ocupada por eles varia conforme a umidade do solo. Em solos encharcados, a maioria dos espaços porosos estará preenchida com água, enquanto que um solo seco estará preenchido por gases.

Portanto, o solo deve ser considerado um sistema trifásico, pois é composto pela fase sólida, fase líquida e fase gasosa. A fase líquida é chamada de solução do solo e a fase gasosa é chamada de ar do solo.

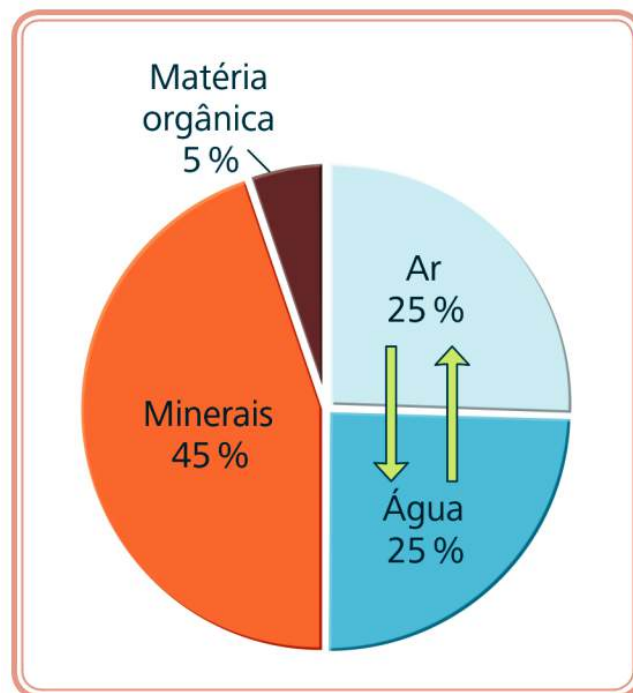


Figura 2.8: Distribuição ideal das fases sólida, líquida e gasosa no solo

2.5 Perfil do solo

Já havíamos comentado anteriormente o que é um perfil de solo. Ao visualizarmos um perfil do solo, veremos que ele é dividido em horizontes.

Os **horizontes** do solo são **camadas mais ou menos paralelas a superfície**, que se **diferenciam pela cor, textura** (proporção de areia, silte e argila), **estrutura** e **outras características**. Os horizontes do solo são nomeados pelo **sistema ABC**, conforme pode ser observado no perfil da Figura 2.9.

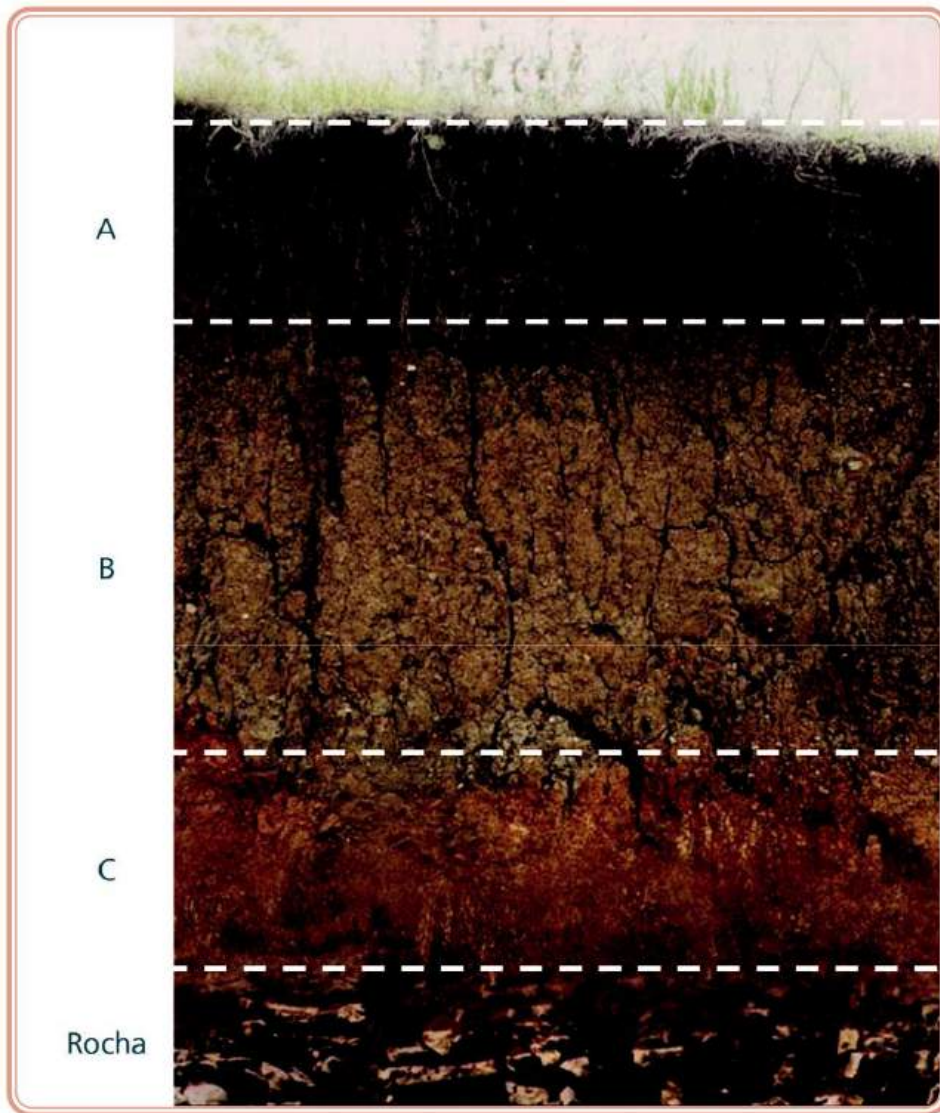
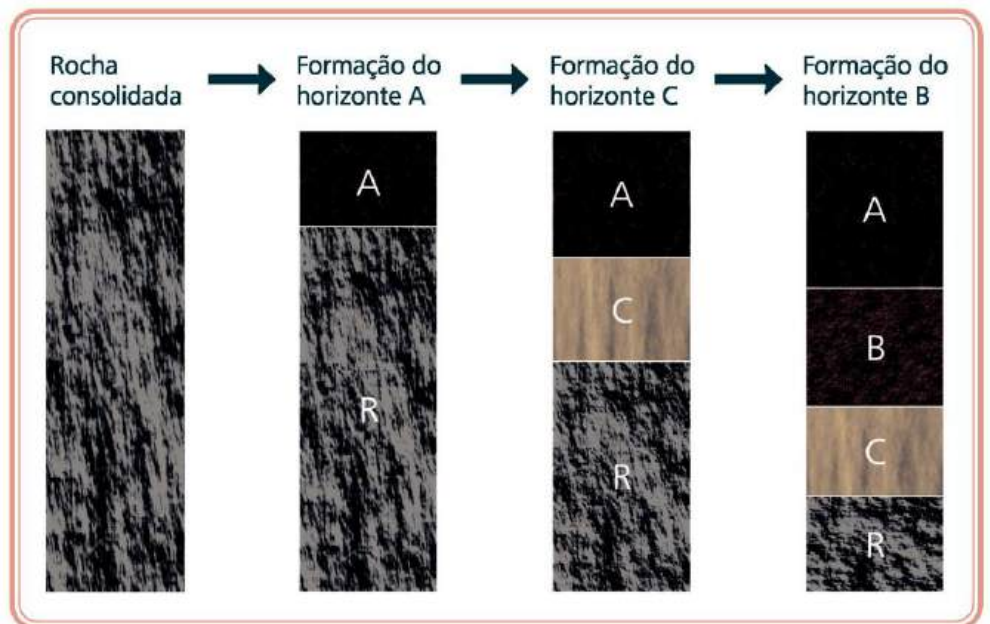


Figura 2.9: Perfil do solo com os horizontes divididos e nomeados

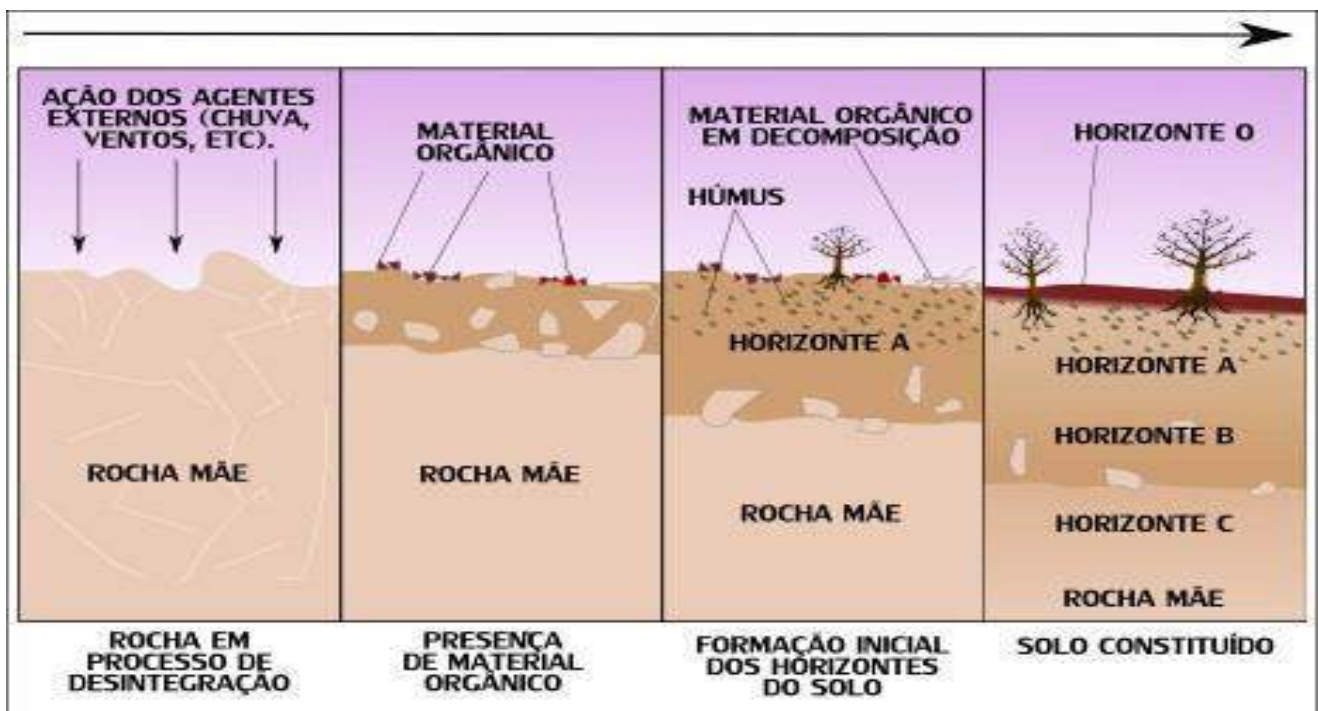
Existem solos que irão apresentar somente o horizonte A e, imediatamente abaixo, a camada R. Esses são considerados solos jovens. Outros solos irão apresentar os horizontes A, E, B, C e, somente após, a camada R. Além desses, existem outros que apresentam perfis muito profundos (mais de 10 metros até o material de origem) e que não se consegue distinguir claramente os horizontes. Esses são considerados solos velhos ou muito intemperizados.

Em geral, a forma como ocorre a evolução do processo de formação dos horizontes do solo é apresentada na Figura 2.10.

Figura 2.10: Esquema da evolução da formação dos horizontes do solo



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 ininterrupto 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

2.6 Constituintes do solo e sua relação com as plantas

Como já dissemos antes, os solos são constituídos de matéria mineral e orgânica, água e ar. **A matéria mineral ou as partículas minerais** são aquelas que vieram da decomposição das rochas durante o processo de formação dos solos, sendo muito variáveis em tamanho. Excluindo os grandes

fragmentos de rochas (que vão de poucos milímetros a alguns metros de diâmetro) que podem fazer parte de alguns solos, podemos obter 3 tipos de partículas minerais, as quais são separadas pelo tamanho.

A areia é a mais familiar entre nós pelo fato de conseguirmos vê-la na massa do solo sem ajuda de microscópio. Seu tamanho varia de 2,0 a 0,05 mm e é ela a responsável pela sensação áspera quando esfregamos uma amostra de solo entre os dedos.

O silte é menor; seu tamanho varia de 0,05 a 0,002 mm. Não conseguimos vê-lo sem ajuda de microscópio e senti-lo individualmente, como fazemos com a areia.

A argila é a menor classe de partículas minerais, que tem tamanho menor que 0,002 mm. É essa classe de tamanho de partícula mineral responsável pela pegajosidade do solo. A argila é responsável pela terra que adere aos pneus do carro ou aos dedos quando pegamos uma amostra de solo umedecida e a amassamos.

À quantidade de cada um desses constituintes minerais no solo, chamamos de **textura do solo**. Assim, um solo chamado de **textura arenosa** apresenta grande quantidade de areia, acima de 70 %. Se contiver entre 15 e 35% de argila, é chamado de **textura média**, e de **textura argilosa** se for constituído por uma quantidade de argila maior que 35% e menor que 60%. Solos com muita quantidade de argila, acima de 60%, são denominados de **textura muito argilosa**. A quantidade dos diferentes tamanhos das partículas minerais é obtida em laboratório, mas pode ser estimada no campo por pessoas experientes por meio do manuseio de uma amostra de solo umedecida.

Essas partículas não estão individualizadas no solo e sim agrupadas formando o que chamamos **agregados do solo**. Esses agregados são os torrões que conseguimos facilmente separar quando manuseamos um solo. Ao conjunto de agregados chamamos de **estrutura do solo** (Figura 1). Os agregados podem ter diferentes formas e tamanhos: arredondados, blocos cúbicos, lâminas, entre outras formas, com diferentes tamanhos.

A estrutura é uma característica utilizada para separar os diferentes tipos de solos e, juntamente com a textura, são responsáveis pela movimentação e retenção da água no solo. As raízes das plantas crescem mais ou menos dependendo do tipo de estrutura e textura que um solo contém.



Figura 1. **Foto de parte de um perfil de solo mostrando sua estrutura, que é a forma como as partículas sólidas dos solos se organizam, formando os denominados agregados do solo.** Foto: acervo da Embrapa Solos.

2.7 FATORES DE FORMAÇÃO DO SOLO

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	Gnaiss	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).