



**CEEPRO**   
Visconde de São Leopoldo

# **APOSTILA DE AGRICULTURA GERAL**

**Prof. Cássio Roloff**

[prof.cassioroloff@gmail.com](mailto:prof.cassioroloff@gmail.com)

**Curso técnico em Agropecuária**

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Turma:** 1A\_\_

# Capítulo 1 – Origem e Evolução da Agricultura Mundial

## 1.1 Introdução à agricultura



A origem da agricultura remonta ao início do período neolítico (10.000 – 6.000 AC), época em que o Homem domestica a natureza (vegetal e animal) deixando de ser caçador - coletor, tornando-se agricultor. Este acontecimento teve uma importância crucial para a mudança do estilo de vida das populações, passando de nômades a sedentários. O Homem desenvolve a agricultura, a criação de animais e surgem as primeiras aldeias primitivas. Estes acontecimentos ocorreram um pouco por todo o

mundo e situa-se o seu início numa região do Médio Oriente conhecida por “Crescente Fértil”, situada entre os rios Nilo, Tigre e Eufrates. As primeiras culturas a serem domesticadas nesta zona foram os cereais: trigo, ervilhas, aveia, lentilhas e o linho, e os primeiros animais foram: o cão, o porco, as cabras, as ovelhas e as vacas.

Com o domínio do fogo e a descoberta e fabrico do ferro inicia-se uma nova etapa, desta vez de natureza técnica. Entre 4.000 – 3.500 AC desenvolveram-se invenções que tiveram uma contribuição decisiva para a expansão e evolução da agricultura: o arado, na Mesopotâmia, e a roda que revolucionou não só a agricultura como a própria civilização.

A agricultura foi evoluindo gradualmente por todo o mundo. No período que decorreu entre 3.000 AC e 500 DC houve um especial desenvolvimento a nível técnico, diversificação das culturas e domesticação de novas espécies animais. Nesta época destacam-se os seguintes acontecimentos:



- Alto consumo de uvas e vinho no Egito (2.900 AC);
- Comércio de azeite e vinho difundido no Mediterrâneo (1.000 AC);
- Vegetais e frutos plantados e cultivados no atual Iraque, nomeadamente cebolas, pepinos e melões (3.000 AC);
- Algodão cultivado e fiado na Índia (2.000 AC);
- Linho e seda usados intensamente na China (2.000 AC);
- Melhoria dos métodos de armazenagem de grãos e óleo em silos, cisternas e frascos; Domesticação do cavalo, primeiramente na Mesopotâmia e na Ásia Menor e, em 1.600 AC, no Egito;
- Na China, Egito e Médio Oriente foram aperfeiçoados e desenvolvidos sistemas de irrigação, aumentando as áreas de cultivo. Através do desenvolvimento de moinhos de vento e de água foi possível contornar as incertezas climáticas;
- Aumento da produtividade pela introdução de fertilizantes (dejetos de animais) no cultivo das terras.



Após o declínio do Império Romano surge um período que muda o sistema agrícola: o feudalismo, que teve o seu ponto alto por volta de 1.100 DC. Este período é caracterizado por sistemas agrícolas mais complexos, cultivo de uma maior diversidade de legumes, cereais e frutos, e criação e domesticação de mais espécies animais (principalmente de aves). Os solos agrícolas começam a ser utilizados e explorados com fins monetários, através do pagamento de taxas na utilização das terras, e de poder, com a subjugação dos camponeses aos senhores das terras – senhores feudais. Os acontecimentos mais relevantes nesta época foram:

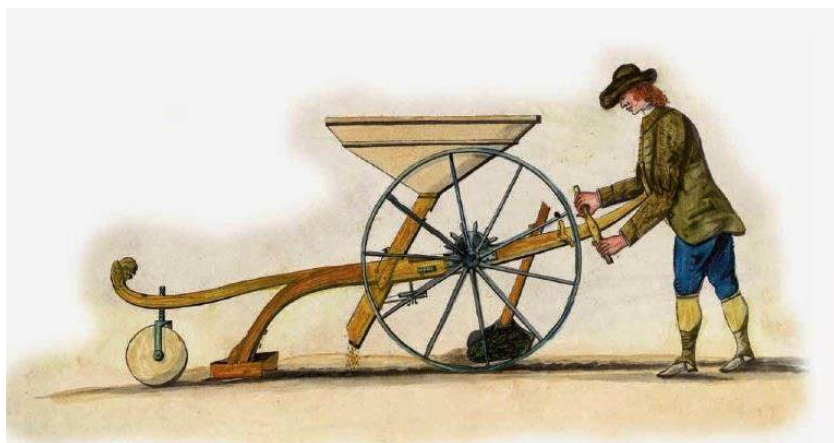
- Implementação de sistemas de rega em solos estéreis ou não produtivos;
- No Egito a produção de grão era suficiente para vender trigo para outros países;
- Na Espanha começaram a cultivar vinhas em terrenos inclinados que eram irrigados com água proveniente das montanhas;
- Cultivo laranjas, limões, pêsegos e ameixas no Oriente Médio; Criação do bicho-da-seda e plantação da sua alimentação – amoreiras;
- As cruzadas aumentaram o contato da Europa com as terras islâmicas, familiarizando a Europa Ocidental com os citros, os têxteis de algodão e a seda; Utilização da rotação das culturas;
- Criação de ovelhas com a finalidade de lhes ser retirada a lã;

O séc. XVI caracteriza-se pelo decaimento do feudalismo e pela ascensão de um novo sistema industrial e comercial: o capitalismo liberal. O aumento populacional levou à expansão da agricultura na Europa. Com exceção de algumas técnicas propostas pelos “agrônomos” romanos (Columela, Plínio, Varrão), a agricultura europeia manteve-se praticamente inalterada até ao séc. XVIII. A rotação bial cereal - pousio herdada do Neolítico, uma alimentação baseada em hidratos de carbono e uma produção animal marginal no sistema, baseada nos ovinos e caprinos que apascentavam os restolhos e os revestimentos espontâneos das terras em pousio, eram os traços mais marcantes da agricultura europeia.

Do séc. XV ao XIX o comércio de escravos proporcionou os trabalhadores necessários à força de trabalho requerida pelas plantações coloniais. A agricultura colonial (fruto da época dos descobrimentos e da subsequente colonização) servia para alimentar os colonialistas e também os países colonizadores. Os principais produtos cultivados eram o açúcar, o algodão, o tabaco e o chá, sendo também produzidos produtos de origem animal como a lã e as peles. Os países colonizadores, nomeadamente a Espanha, encontraram civilizações que já praticavam uma economia baseada na agricultura intensiva: os Maias, os Astecas e os Incas. A revolução científica, influenciada pelo renascimento e pelo iluminismo, encorajou a experimentação no domínio da agricultura. Os progressos mais importantes proporcionados por uma agricultura científica foram:

- Criação seletiva de gado (inícios de 1.700);
- Aplicação de calcário e outros nutrientes nas terras cultiváveis (finais de 1.700); primeiras tentativas de estudo e controle de pragas;
- A partir do séc. XVIII houve um desenvolvimento tecnológico da maquinaria e utensílios utilizados na agricultura, assim como dos sistemas de rega e fertilização das culturas;





Num processo que se iniciou na Holanda em meados do séc. XVII e que decorreu em Inglaterra no séc. XVIII introduziram-se alterações profundas nas técnicas da produção agrícola. A abolição do pousio, possibilitada por lavouras mais profundas e frequentes e a prática de novas rotações (rotação de Norfolk) conduziram à chamada Revolução Agrícola que, conjuntamente com outros fatores, permitiu a Revolução Industrial. A

rotação de Norfolk era constituída por uma cultura (nabo) que abria a rotação, seguida de um cereal, uma leguminosa (trevo violeta) e novamente um cereal. A constituição de prados artificiais (trevo) e a cultura de raízes forrageiras (nabo) permitiram melhorar a alimentação animal o que conduziu à intensificação pecuária e ao melhoramento das raças. A estabulação do gado bovino permitiu dispor de estrume cuja incorporação nos solos levou a aumentos de produtividade. A terra passou a ser encarada como meio de produção rentável, nascendo uma agricultura do tipo empresarial.

O aumento da produtividade da terra gerou maior disponibilidade de rendimento que foi encaminhado para a procura de têxteis, inicialmente de lã e logo depois de algodão. Esse aumento de produtividade era conseguido, em parte, devido a mobilizações mais profundas e frequentes do solo que exigiam aperfeiçoamentos nos diversos tipos de arados. As peças de madeira foram sendo substituídas por ferro e a utilização do cavalo como animal de tração incrementou a procura de metal para as ferraduras estimulando, desta forma, a siderurgia e o consumo do carvão. Se for certo que a Revolução Agrícola, conjuntamente com a explosão demográfica, promoveu a evolução dos conhecimentos técnicos e dos transportes ferroviários e marítimos influenciou a Revolução Industrial, não é menos verdade que a indústria estimulou a modernização da agricultura. As contribuições ao nível da maquinaria agrícola, das aplicações da química (adubos e pesticidas) e a melhoria dos transportes que conferiram à agricultura o estímulo do mercado, fizeram-se sentir desde cedo e, mais recentemente as aplicações da informática foram decisivas na criação da agricultura moderna.

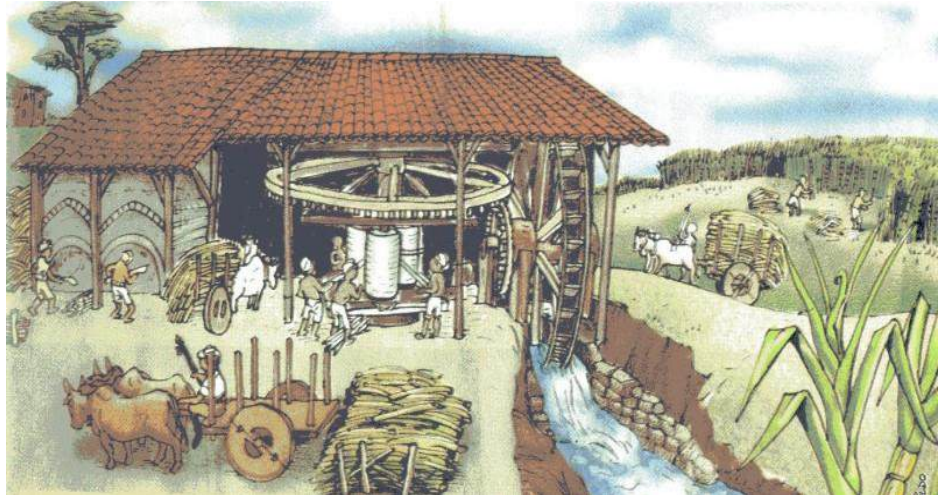
A melhoria dos sistemas de transporte (estradas, caminhos de ferro e embarcações) afetou positivamente a agricultura na medida em que facilitou a aquisição de insumos e matérias-primas de fornecedores longínquos e melhorou os métodos de conservação tornando-os mais económicos e eficazes (através do desenvolvimento de sistemas de refrigeração: finais do séc. XIX e inícios do séc. XX).

Após a I Guerra Mundial houve uma nova explosão demográfica que levou a um incremento na procura de alimentos. O aumento da produção obteve-se temporariamente com a Revolução Verde, que envolveu o cultivo seletivo de colheitas, a introdução de novos híbridos e métodos de cultura intensivos. Atualmente, a indústria da agropecuária conta com a intervenção e apoio das mais diversas áreas e domínios: genética, evolução tecnológica (ex.: maquinaria e sistemas de irrigação e drenagem), desenvolvimento de produtos químicos para o combate a pragas e para a fertilização dos solos, entre outros, que contribuem para o seu desenvolvimento e aperfeiçoamento contínuo.

A agricultura, como atividade económica que é, está invariavelmente ligada à Sociedade, refletindo a sua estrutura e evolução. É necessário ter sempre em mente que os sistemas de agricultura são, em grande medida, uma herança do passado e que parte da compreensão da sua estrutura e funcionamento nos advém do conhecimento da sua história.

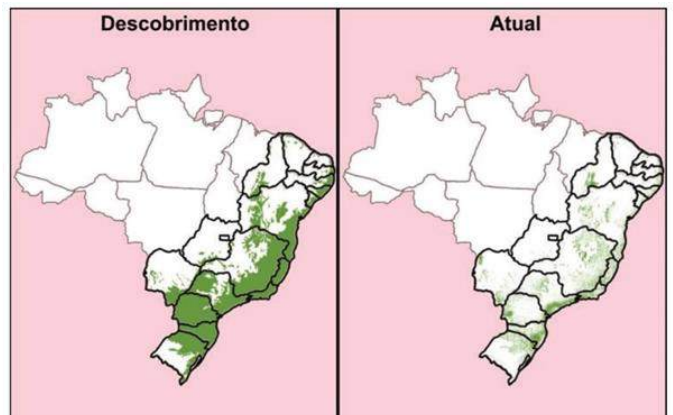
## 1.2 Histórico da Agricultura Brasileira

Junto à expansão da cultura canieira e da pecuária extensiva, desenvolveu-se uma agricultura de subsistência que visava o abastecimento das pessoas engajadas nos engenhos e fazendas de gado, situação que perdurou até o séc. XVIII, quando a mineração passou a ser a principal atividade do País.



A ocupação iniciada durante o séc. XVI e apoiada na doação de terras por intermédio das sesmarias, na monocultura da cana-de-açúcar e no regime escravocrata foi responsável pela expansão do latifúndio, que concentra as terras e utiliza sistemas agrários nocivos, os quais ainda existem em muitas áreas do país. Antes da expansão desse sistema monocultor, já havia se instalado, como uma primeira atividade econômica, a extração do pau-brasil, que se tornou a primeira grande agressão ao meio ambiente, através da destruição da vegetação litorânea. A extinção dessa espécie vegetal (o pau-brasil) - não havendo neste período outro produto extrativo de valor comercial - teve início com a plantação da lavoura canieira, que nesse período serviu de base e sustentação para a economia do Brasil.

Essa lavoura desempenhou um papel fundamental na organização da agricultura nacional, fazendo surgir a grande propriedade rural, núcleo de futuras plantações, apoiadas por mão-de-obra escrava. A exploração promoveu a derrubada progressiva da vegetação original. Na fase inicial da ocupação do território nacional, a substituição da Floresta Atlântica por lavoura foi realizada de maneira indiscriminada, fato em parte compreensível, face ao desconhecimento de métodos e técnicas que permitissem uma ocupação do solo mais racional, que previsse a preservação de áreas mais suscetíveis à degradação.



Em áreas do sertão, onde as condições ambientais não eram favoráveis à expansão canieira, desenvolveu-se a grande propriedade voltada para pecuária de corte (praticada em pastos naturais afastados do litoral) e também o abastecimento dos pequenos centros urbanos para o fornecimento de animais de tração às áreas canieiras.

Junto à expansão da cultura canieira e da pecuária extensiva, desenvolveu-se uma agricultura de subsistência que visava o abastecimento das pessoas engajadas nos engenhos e fazendas de gado, situação que perdurou até o séc. XVIII, quando a mineração passou a ser a principal atividade do País e como conseguinte, absorvendo a maior parte da mão-de-obra, o que ocasionou o abandono de muitos engenhos açucareiros.

Essa nova atividade foi responsável pelo aumento de áreas voltadas para agricultura de subsistência e promoveu o aparecimento de propriedades de menores dimensões, dedicadas à produção de alimentos, com fins comerciais. A prática da mineração ficou sob a forma de garimpos, embora em áreas restritas e localizadas, o que contribuiu também para a interiorização da ocupação do Brasil e provocou grandes alterações ambientais nas áreas onde se deu de forma mais intensa.

No séc. XIX, inicia-se a fase de grande expansão da ocupação do território, sobretudo na Região Sudeste, motivada pela difusão de novas terras. Assim, as propriedades se tornaram maiores e nesse período o capitalismo estava em grande ascensão. Nesse período também se desenvolveu o transporte ferroviário, acabando-se, assim, o isolamento das fazendas.

No séc. XX, sucessivas crises de abastecimento surgidas em função do predomínio econômico do café e da cana-de-açúcar, voltados para o mercado externo, contribuíram para o aparecimento de pequenas e médias propriedades dedicadas ao cultivo de produtos alimentícios básicos.



O crescente processo de urbanização do Brasil, junto com o desenvolvimento industrial a partir da década de 40, contribuíram para o surgimento de áreas agrícolas destinadas à produção de matérias-primas industriais, de produtos hortifrutigranjeiros e de uma pecuária leiteira desenvolvida em planaltos. A atividade pecuária foi responsável por grandes transformações verificadas nos usos e nos empregos de técnicas na agricultura, acelerando a ocupação do Brasil e ocasionando modificações na natureza.

Fazer qualquer análise prospectiva sobre a agricultura brasileira impõe que se faça uma abordagem sobre os caminhos e transformações pelos quais passou a agricultura nas últimas décadas. Isto porque grande parte dos problemas e soluções que se apresentam em discussão guarda uma relação direta com os avanços e atrasos contidos no âmbito da política agrícola passada e suas variações.

A oferta de comida precisa dobrar nos próximos 40 anos e a demanda por combustíveis deve crescer ainda mais. Muitas dúvidas ainda precisam de resposta: plantar para alimentar pessoas ou abastecer veículos? Usar a água para matar a sede ou irrigar lavouras? O sistema de cultivo precisa mudar? Todos concordam que o Brasil tem potencial para expandir a produção de alimentos e de biocombustíveis. Porém, o país ainda vai ter que superar alguns obstáculos para alcançar essa meta.



# 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

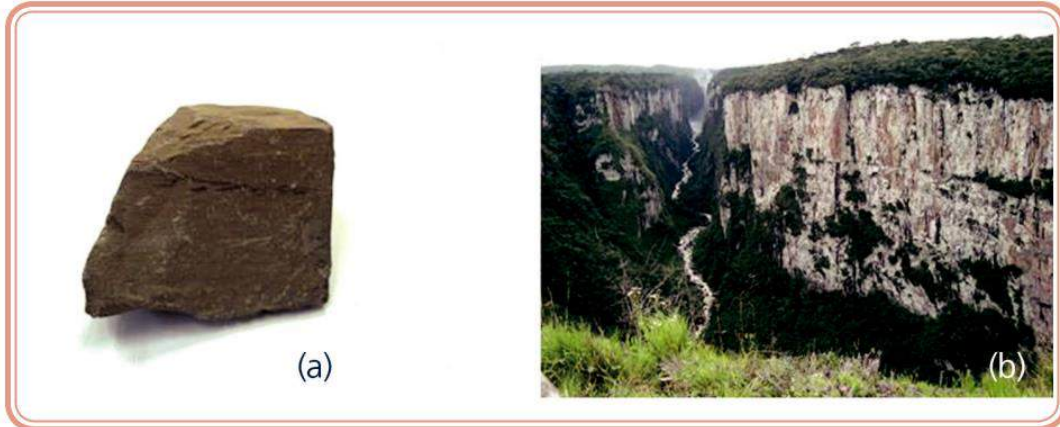
As rochas, considerando sua origem, são divididas em três grupos principais:

**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.

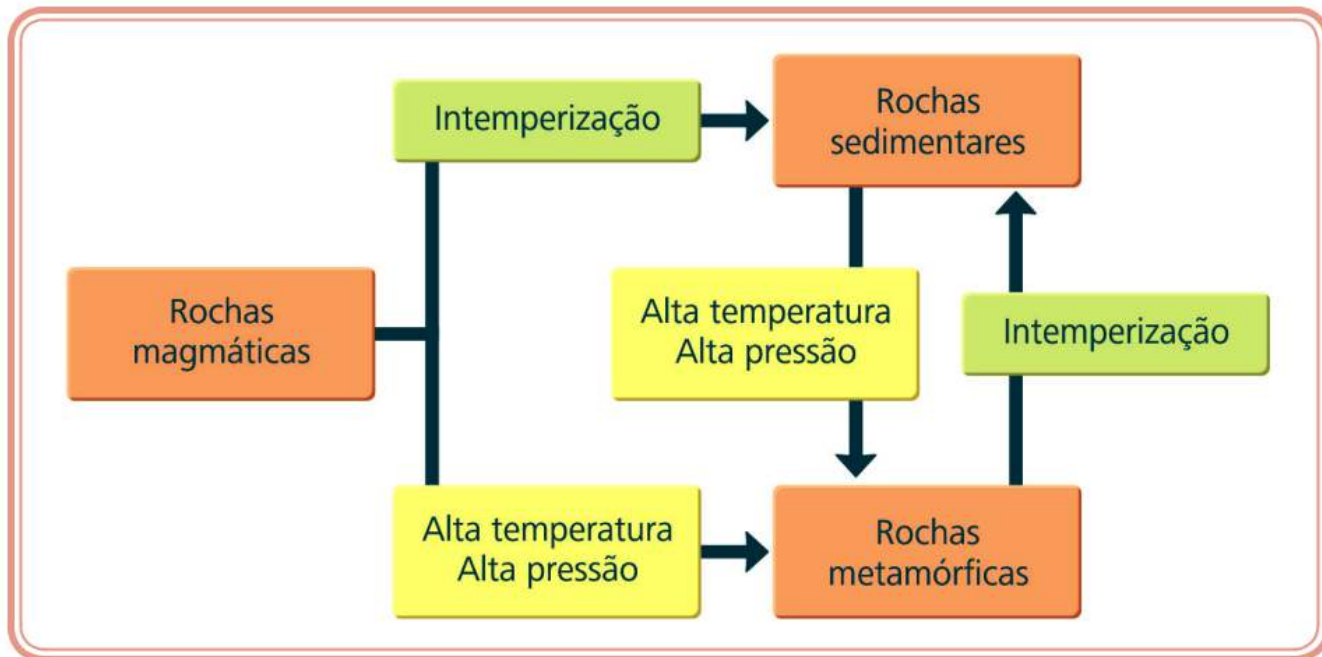
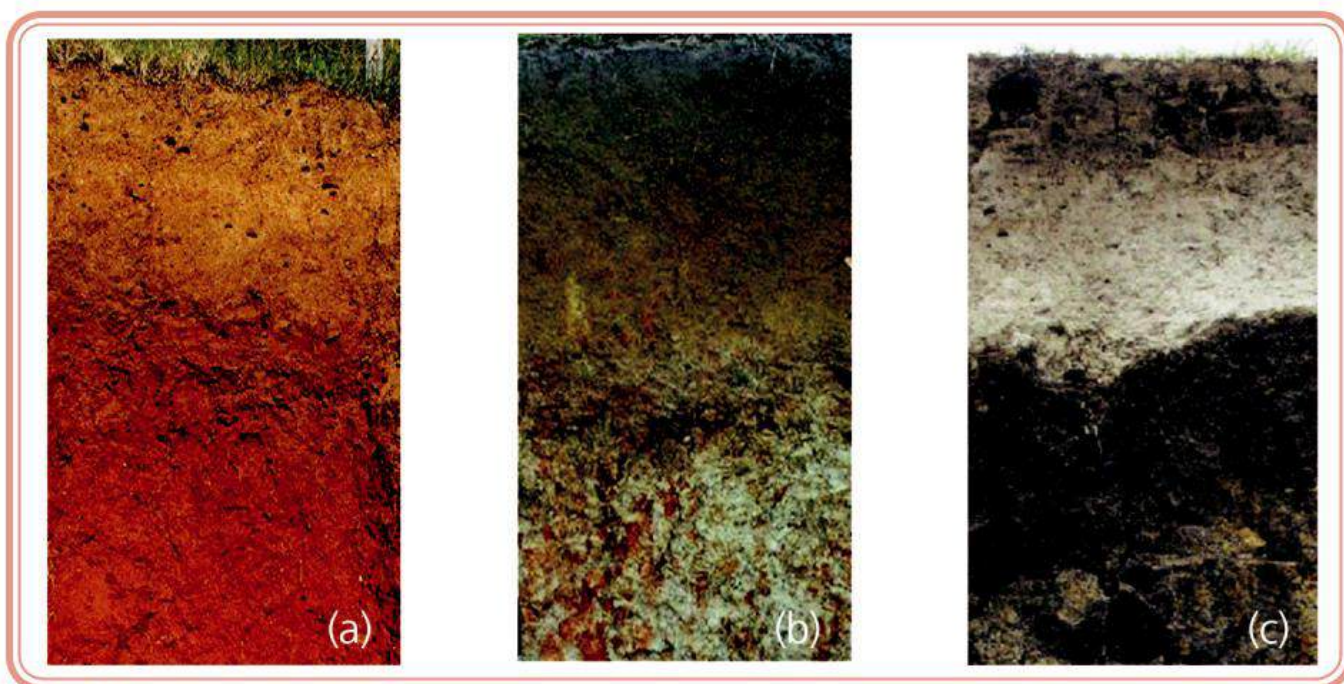


Figura 2.5: Dinâmica das rochas

## 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.

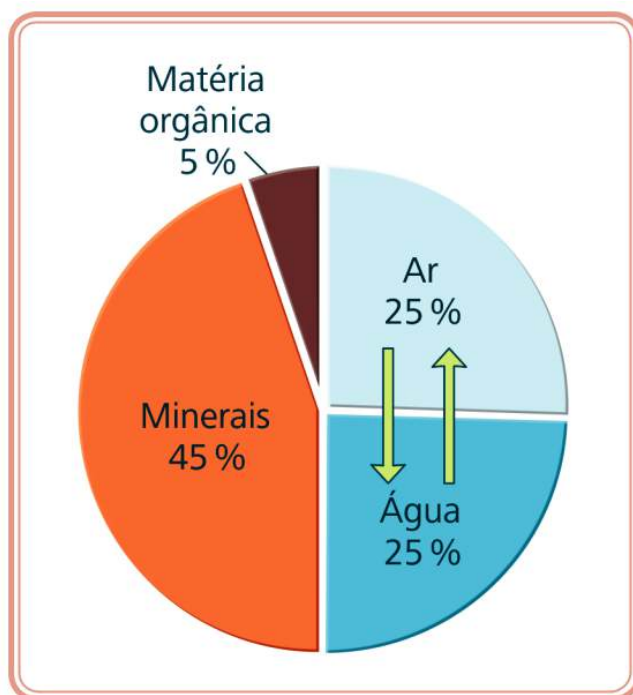
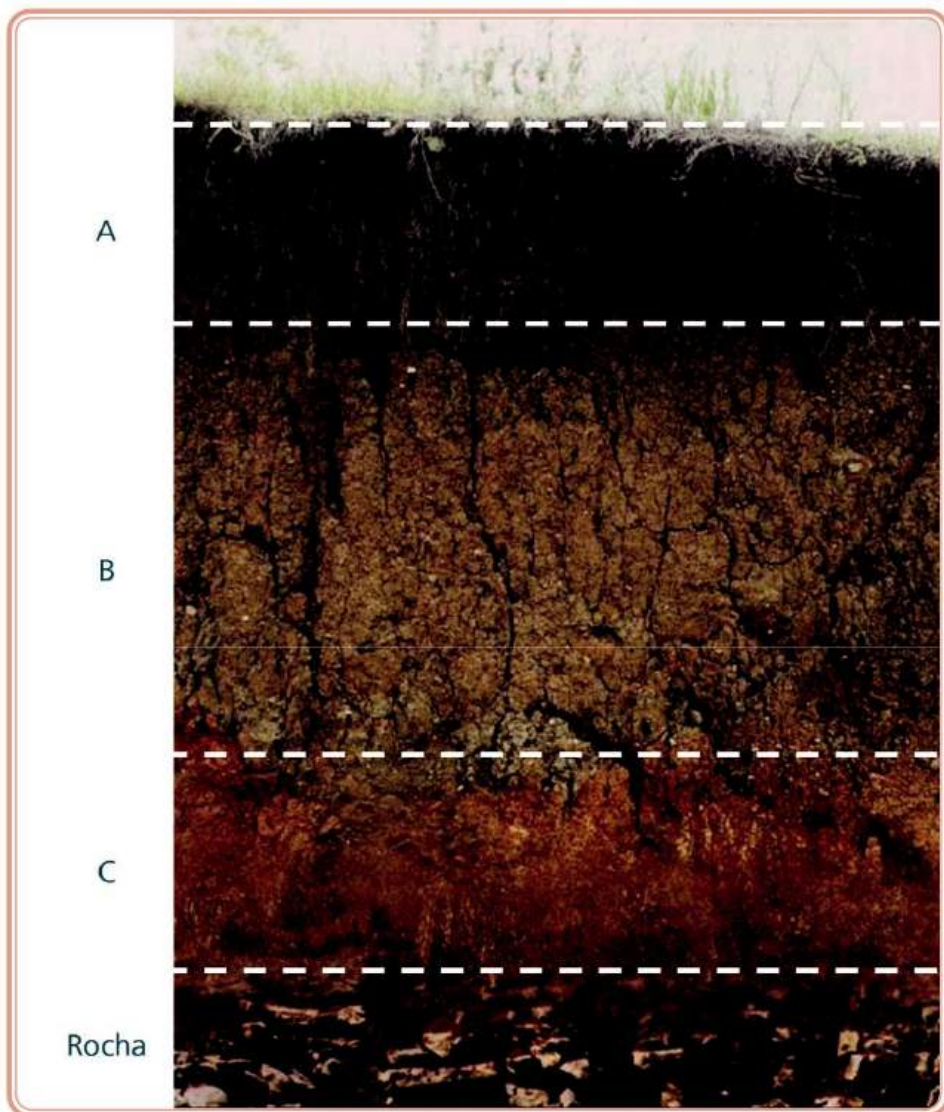


Figura 2.8: Distribuição ideal das fases sólida, líquida e gasosa no solo

## 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.

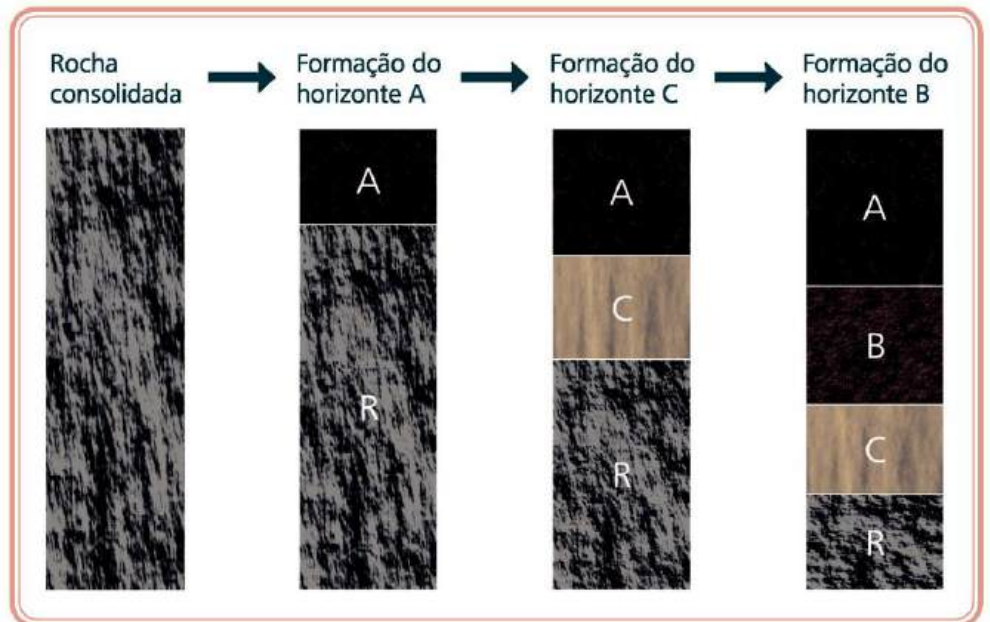


**Figura 2.9: Perfil do solo com os horizontes divididos e nomeados**

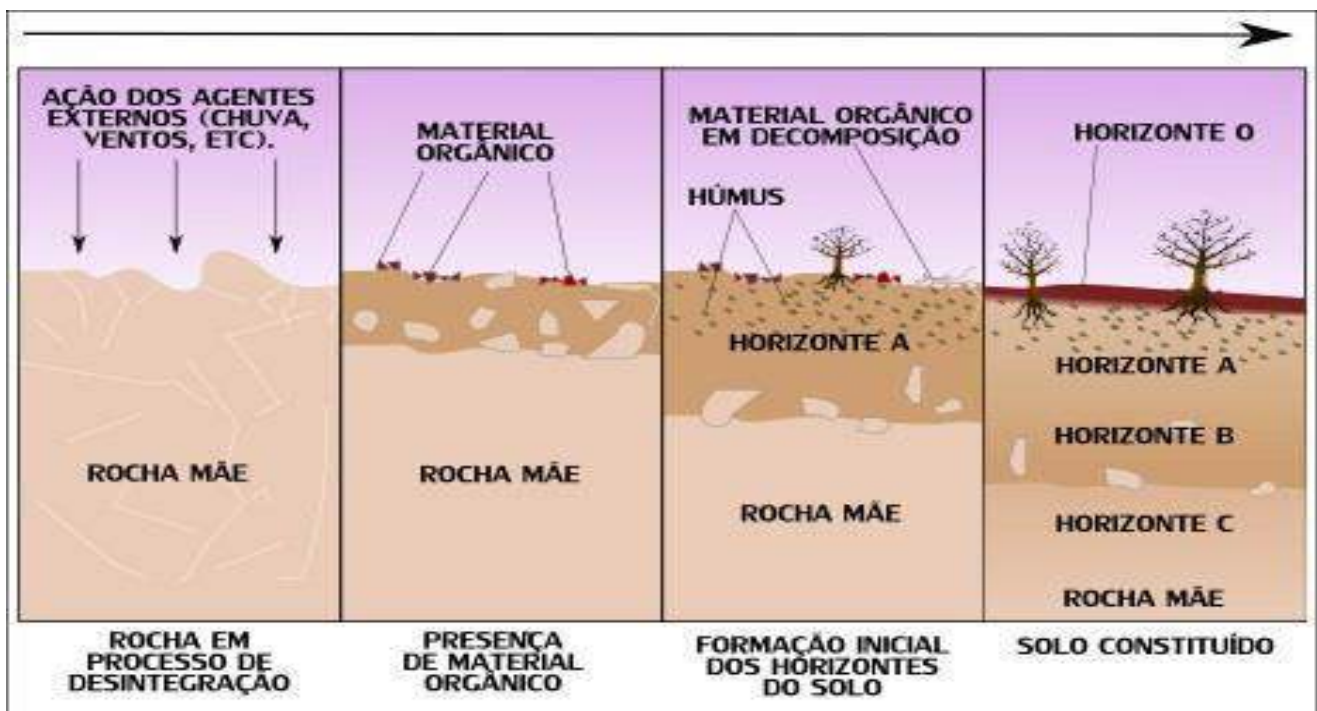
Existem solos que irão apresentar somente o horizonte A e, imediatamente abaixo, a camada R. Esses são considerados solos jovens. Outros solos irão apresentar os horizontes A, E, B, C e, somente após, a camada R. Além desses, existem outros que apresentam perfis muito profundos (mais de 10 metros até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

# Capítulo 3 – Climatologia agrícola

Nessa aula, estudaremos alguns conceitos básicos sobre climatologia agrícola, clima e tempo, fatores e elementos climáticos, bem como o zoneamento agroclimático.

## 3. Climatologia agrícola

Estuda os fenômenos climatológicos ligados a produção animal e vegetal, tentando estimar os fenômenos para evitar perdas críticas na produção.

### 3.1 Clima

É o conjunto de fenômenos atmosféricos, também ditos meteorológicos, característicos que ocorrem em uma determinada região e época, obtido com históricos de observações de 30 anos. Ex.: regime pluviométrico, temperatura média, duração do dia, direção predominante dos ventos (Figura 1.1).

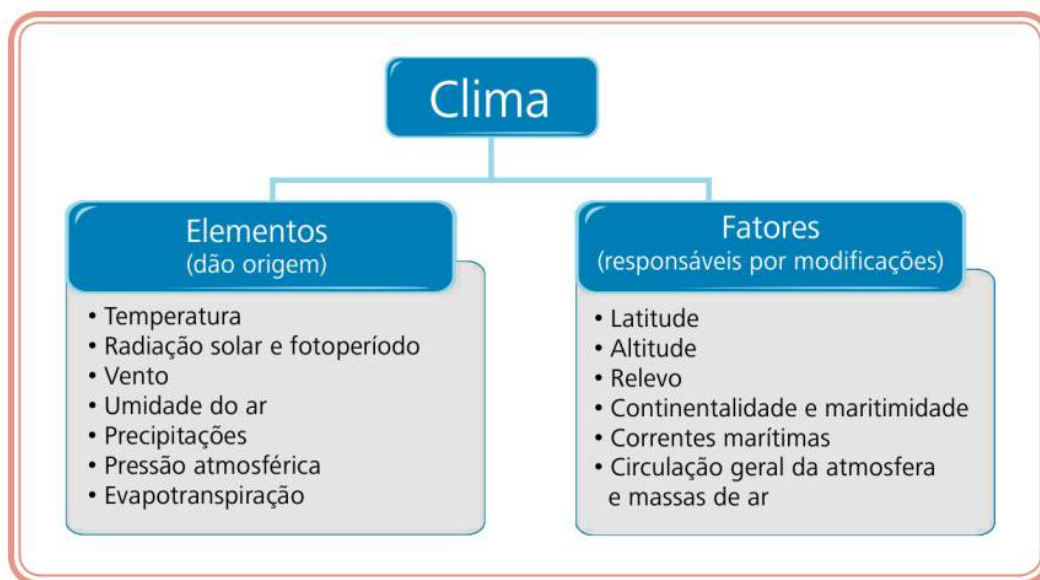


Figura 1.1: Esquema dos elementos e fatores do clima

### 3.2 Principais fatores climáticos

Cada região tem seu próprio clima, em função das condições físicas ou geográficas, isto porque os fatores climáticos modificam os elementos do clima. Por exemplo, o clima de Santa Maria é diferente do clima de São Paulo, devido a um conjunto diferenciado de fatores climáticos, como:

- **Latitude.**
- **Altitude.**
- **Relevo.**
- **Continentalidade e maritimidade.**
- **Correntes marítimas.**
- **Circulação geral da atmosfera e massas de ar.**

### 3.3 Elementos climáticos

São variáveis meteorológicas que caracterizam o clima, as quais variam no tempo e no espaço e são influenciados pelos fatores climáticos, como:

- **Temperatura do ar**
- **Radiação solar.**
- **Ventos.**
- **Umidade do ar.**
- **Precipitação.**
- **Pressão atmosférica.**

O tempo é o estado da atmosfera de um lugar em um dado instante, podendo mudar constantemente. Em um mesmo dia pode fazer vários tipos de tempo, como por exemplo, chover, ventar e esfriar.

O tempo que normalmente ocorre em uma determinada região e época faz o clima dessa região e época. Para entendermos melhor esta diferença entre o clima e o tempo vamos imaginar que você está em sua cidade e começa a chover, você diria que este é um clima chuvoso ou um tempo chuvoso? Certamente é um tempo chuvoso, pois está chovendo nesse instante, mas logo a chuva vai passar.

Para definir o clima de Santa Maria, devemos considerar o que acontece no município o ano todo: nos meses de junho, julho e agosto costuma fazer mais frio e chove mais, em dezembro, janeiro e fevereiro faz mais calor e chove menos e assim por diante.

Podemos dizer que é um clima frio? Não, porque faz frio no inverno, mas os rios não congelam. É um clima subtropical, no verão é quente e seco e no inverno frio e chuvoso, com a temperatura variando durante o ano, chuvas abundantes e bem distribuídas durante o ano todo.

*Conhecer o clima e o tempo de um determinado local oferecem, aos agentes envolvidos na produção de frutas, várias vantagens, tais como:*

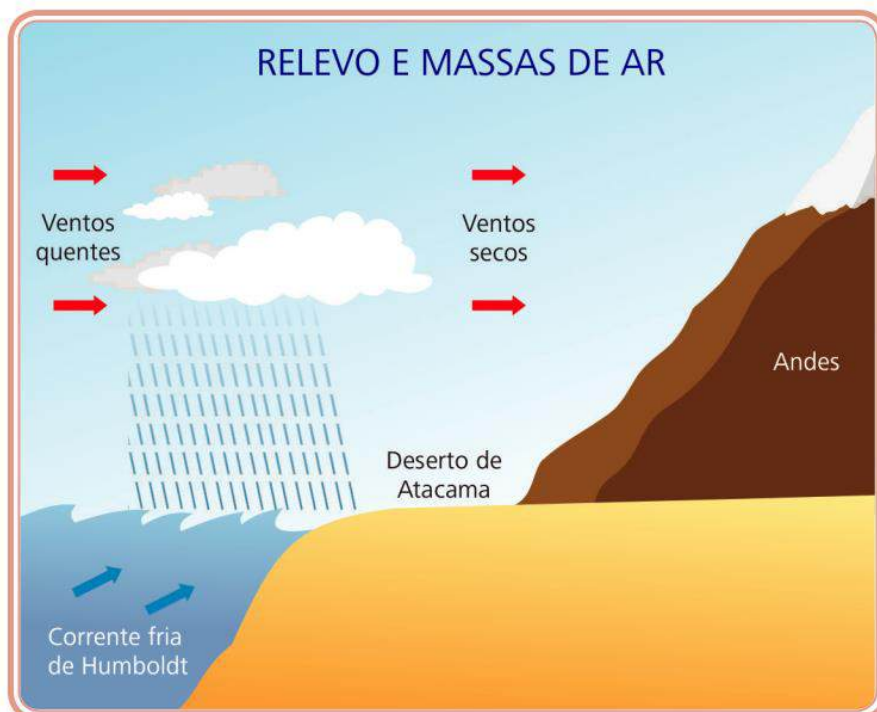
- **Programar a produção, como determinação da época de plantio das frutíferas.**
- **Períodos críticos para as culturas, como épocas de deficiência hídrica.**
- **Previsão de ocorrência de pragas e doenças.**
- **Fornecimento de subsídios governamentais para a colonização de novas áreas.**



- Auxilia na introdução de novas espécies e cultivares.
- É usado para elaboração do zoneamento agroclimático
- Fornece subsídios para planejamento, cálculo e execução de obras de irrigação.
- Conhecendo o clima e o tempo de uma região, tem-se a vantagem de escolher espécies e cultivares que se adaptam a mesma.
- Localização de jardins de acordo com as espécies usadas.
- Produzir em épocas de entressafra.
- Instalação de medidas de proteção, como estufas, sombrites, quebra-vento, entre outras.

### 3.4 Relevo

O relevo está associado à altitude, pois influencia assim na temperatura e na umidade, ao facilitar ou dificultar a circulação das massas de ar. Em regiões do Brasil, as disposições longitudinais das serras no centro-sul do país formam um “corredor” que facilita a circulação da massa polar atlântica e dificulta a circulação da massa tropical atlântica.



Regiões localizadas próximas ou entre montanhas possuem clima influenciado pelo relevo. As montanhas dificultam o deslocamento de massas de ar, influenciando a umidade e o índice pluviométrico da região. Numa cidade localizada entre montanhas, por exemplo, pode fazer mais calor

do que em outra próxima que não sofra este fator climático. Isso ocorre, pois o vento tem maior dificuldade para dispersar o ar quente em áreas cercadas por montanhas.

As montanhas também podem ser barreiras para a chegada de massas de ar úmidas em determinadas regiões, deixando-as mais secas. Segundo Britto (2004) “O relevo do Rio Grande do Sul caracterizado por superfícies e formas simples não parece determinar grandes diferenciações na variabilidade anual da precipitação pluvial, a não ser em função da altitude”. Nas regiões da Serra Gaúcha, como em Caxias do Sul e Bom Jesus a altitude é responsável pela intensificação das precipitações ao longo do ano.

### 3.5 Continentalidade e maritimidade

As maiores ou menores proximidades dos mares exercem forte influência não só devido ao comportamento da umidade relativa do ar, mas também da temperatura. O calor específico da água é maior que o da Terra, em consequência disso, a água demora a se aquecer, enquanto os continentes aquecem-se rapidamente. Por outro lado, a água retém calor por mais tempo e demora a irradiar a energia absorvida; os continentes esfriam com maior rapidez, isso se deve ao efeito da continentalidade e da maritimidade.

- **Continentalidade** – o clima de áreas localizadas distantes dos oceanos geralmente são mais secos do que das áreas litorâneas. Isso ocorre porque essas regiões sofrem pouca ou nenhuma influência das massas de ar úmidas originárias nos oceanos. Como exemplo o interior do estado do Rio Grande do Sul, é mais seco em virtude de pouca influência das massas de ar de origem oceânicas.
- **Maritimidade** – o clima de regiões próximas ao litoral recebe muita influência dos oceanos. Geralmente, cidades litorâneas são muito úmidas, com presenças de altos índices pluviométricos (chuvas). Essa umidade é originária da evaporação da água dos oceanos que atinge o continente de forma mais intensa nas áreas litorâneas do que nas localizadas no interior. Por isso, a umidade do ar e o índice pluviométrico são maiores em cidades como Santos (litoral paulista) e menores em Brasília (interior).

*Além disso, quaisquer modificações que ocorram no mar podem afetar as regiões costeiras e causar alterações climáticas no Brasil e em algumas regiões do planeta, tem sido caracterizadas por mudanças periódicas na temperatura do oceano Pacífico e na intensidade dos ventos alísios. Um exemplo mais conhecido é do aquecimento ou resfriamento das águas do Pacífico devido à atuação da corrente “El niño”, e da “La niña”.*

**El niño** – é o nome dado por pescadores peruanos, sendo uma referência ao menino Jesus, uma vez que o fenômeno costuma ser percebido em dezembro.

É o aquecimento anormal das águas do oceano pacífico, podendo afetar o clima regional ou global, afetando os padrões de vento, esse aumento de temperatura do oceano provoca maior intensidade de evaporação, através do crescimento do índice de chuvas em algumas regiões do planeta e ocorrência de estiagem em outras.

*Os principais impactos causados pelo fenômeno no Brasil são:*

- Presença de secas severas na região Nordeste.
- Excesso de chuvas e temperaturas altas na região Centro-Oeste.
- Enchentes na região Sul (meses de maio e julho) e aumento da temperatura também na região Sudeste.
- Aumento de queimadas, na região Norte, devido à ocorrência da seca.

**La niña** – (“a menina” em espanhol). É um resfriamento anormal das águas do oceano pacífico, ocorre uma diminuição da temperatura das águas do oceano. Nos anos em que se manifesta, esse fenômeno é responsável pela maior penetração das massas polares no território brasileiro. Ela atua de forma mais intensa durante a primavera, principalmente na região Sul e nas proximidades do trópico de Capricórnio.

*Os principais impactos causados pelo fenômeno no Brasil são:*

Na região Sul, Sudeste e Centro-Oeste ocorrem estações de secas severas em exceção à região Norte e a Nordeste aonde ocorre chuvas mais abundantes.

## 3.6 Temperatura

A temperatura é a medida da quantidade de calor em que se encontra a atmosfera, o solo, a água, as plantas, os objetos. Podemos expressar a temperatura da seguinte forma: máxima, mínima, média e normais.

*Existem várias maneiras de calcular a temperatura média diária, porém a mais utilizada é a seguinte:*

**T média – temperatura média**

**T min – temperatura mínima**

**T max – temperatura máxima**

$$T \text{ média} = \frac{(T \text{ min} + T \text{ max})}{2}$$

A temperatura como um elemento climático exerce influência no desenvolvimento, frutificação e na colheita das frutas. Torna-se fundamental na delimitação das áreas favoráveis para a implantação de uma espécie frutífera. Devem se evitar áreas nas quais as variações de temperatura são constantes. Como por exemplo, a manga não se reproduz nas áreas de clima temperado, já a maçã se adapta em áreas de baixa temperatura.

O desenvolvimento das plantas cítricas assim como as demais espécies, são influenciadas pela temperatura. Com isso Wrege apud Erickson (1968) “a **temperatura base**, abaixo do qual os citros paralisam o crescimento é de 12,8°C; o crescimento das plantas também não ocorre em temperaturas superiores a 37°C; e a temperatura ideal varia de 21 a 32°C, os citros apresentam tolerância a baixas temperaturas”.

### 3.7 Geada

Geada é a solidificação do orvalho. Ocorre em madrugadas muito frias, quando as gotas de água de orvalho se resfriam a menos de 0°C. A formação de geada se torna prejudicial à agricultura, pois “queima” as folhas das plantas e pode destruir muitas plantações desprotegidas. Para as espécies frutíferas, a geada fora de época (tardia) causa impacto negativo para a cultura, pois geralmente destrói a flor e brotações novas.



### 3.8 Tipos de geada

Em diversas referências bibliográficas têm-se inúmeros conceitos utilizados relacionados aos tipos de geada, qualificando então esse fenômeno, aos efeitos visuais que produzem. Os dois principais tipos de geada serão descritos abaixo:



- **Geadas brancas** – é aquela que ocorre com a formação de cristais de gelo (congelamento do orvalho). Ocorre em presença de baixa temperatura (zero grau ou menos), noites límpidas (céu sem nuvens) e na ausência de ventos.
- **Geadas pretas** – é aquela que ocorre sem a formação de cristais de gelo, ocorrendo o congelamento da seiva da planta. É o pior tipo de geada, entretanto, é rara a sua ocorrência. Ela se forma em presença de temperaturas muito baixas e ar seco.

### 3.9 Fatores que afetam a formação de geada

*Dentre os fatores que afetam na formação de geadas, destacam-se:*

- **Nebulosidade** – a presença de nuvens impede a formação de geada, visto terem a propriedade de impedir a dispersão do calor emitido pelo solo, mantendo a atmosfera não muito fria.
- **Ventos** – os ventos, quando fracos, misturam as massas de ar muito frio (rente ao solo) com a camada de ar menos frio (com maior altitude), evitando assim a formação da geada.
- **Altitude** – quanto maior a altitude, maior a probabilidade de ocorrência de geada.
- **Latitude** – quanto maior a latitude, isto é, quanto mais próxima dos polos localizarem-se numa região, maior a facilidade de ocorrer geada.
- **Topografia do terreno** – baixadas ou vales facilitam o acúmulo de ar frio e a ocorrência de geada.

#### Condições do solo:

— **Umidade do solo** – solos úmidos conduzem melhor o calor para a superfície e evitam a formação de geada.

— **Solo revolvido** – por exemplo, através de capina, aração, etc., aumenta a porosidade e diminui a sua capacidade de condução de calor para a atmosfera rente ao solo, facilitando a formação de geada.

— **Cobertura do solo (viva ou morta)** – diminui o aquecimento do solo durante o dia, bem como a irradiação do calor pelo solo à noite, facilitando a formação de geada.

### 3.9.1 Práticas preventivas contra a geada

Algumas medidas preventivas são utilizadas para amenizar a formação da geada, são de caráter microclimático, no entanto essas práticas devem ser repetidas a cada ano, em períodos que antecedem a ocorrência de geadas, ou seja, no outono.

- **Turvação da atmosfera** – consiste na queima de serragem ou palha úmida em latões ou covas distribuídos na área, que pela produção de fumaça evitará a perda de calor do solo para a atmosfera.
- **Aquecimento do ar próximo à superfície do solo** – através da queima de material combustível como o uso de aquecedores, etc.
- **Ventilação** – usar ventiladores para promover a mistura do ar mais frio com o ar menos frio. Este método é pouco usado.

## 4. Temperatura do solo

É a medida da quantidade de calor em que se encontra a camada de solo explorada pelas raízes das plantas cultivadas.

### 5.1 Características do solo que afetam sua temperatura

A temperatura do solo depende, basicamente, da sua transferência de calor, e de sua quantidade de calor absorvida, os quais por sua vez dependem do tipo do solo. Além disso, essa variação é afetada pela interação com outros fatores, dentre eles:

- **Cor do solo** – solos escuros absorvem mais radiação solar e se aquecem mais do que os claros.
- **Textura do solo** – solos arenosos aquecem-se mais rapidamente na camada superficial de solo, do que os solos argilosos; entretanto, solos arenosos também se resfriam rapidamente, o que não acontece com os solos argilosos. Durante a noite, solos arenosos resfriam-se mais do que os solos argilosos.
- **Cobertura do solo** – reduz as variações térmicas do solo, impedindo um aquecimento excessivo durante o verão e/ou durante as horas mais quentes do dia, bem como a perda de calor pelo mesmo.

- **Horário** – por volta das 14 horas o solo está com a maior temperatura em relação aos outros períodos do dia.
- **Profundidade do solo** – na camada superficial ocorrem maiores oscilações térmicas do que em camadas mais profundas.

## 5.2 Importância da temperatura do solo

A temperatura do solo é um fator de extrema importância para o desenvolvimento das plantas, sendo determinado por suas propriedades físicas, químicas e meteorológicas, assim a importância da temperatura do solo para um bom desenvolvimento das frutíferas são:

- **Germinação das sementes** – quanto menor a temperatura do solo, mais demorada é a germinação e a emergência da cultura.
- **Atividade dos microrganismos** – os microrganismos decompositores da matéria orgânica e as bactérias do solo captadoras do nitrogênio atmosférico necessitam de temperatura de solo favorável para sua atividade benéfica á agricultura.
- **Formação do solo** – a temperatura desempenha importante função, provocando dilatações, contrações nas rochas, trincando-as e desintegrando-as para formarem o solo.
- **Retenção de água do solo** – quanto maior a temperatura do solo, maiores e mais rápidas serão as perdas de umidade do mesmo.
- **Crescimento do sistema radicular** – tem influência direta sobre algumas características da planta, entre elas a: resistência à seca, eficiência na absorção dos nutrientes do solo, tolerância ao ataque de pragas do solo, capacidade de germinação e/ou brotação, tolerância à movimentação de máquinas, entre outros.

## 6. Radiação solar e fotoperíodo

A radiação solar é considerada um fator importante para o crescimento e desenvolvimento das frutíferas, pois influencia diretamente na fotossíntese das plantas. Nas condições favoráveis de clima e solo, a máxima produtividade de uma cultura passa a depender principalmente da taxa de incidência de luz.

- **Radiação solar** – é a energia emitida pelo sol e que se propaga sob a forma de ondas eletromagnéticas.
- **Insolação** – é o número de horas de sol por dia e depende do grau de latitude.  
A radiação solar é extremamente importante para a realização da fotossíntese pelas plantas. A fotossíntese é responsável pela produção de energia para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Por isso, é interessante destacarmos alguns conteúdos de fisiologia vegetal, os quais estão a seguir:
- **Fotossíntese** – é o processo biológico que consiste na síntese de carboidratos a partir do gás carbônico atmosférico, água e energia solar, com produção de oxigênio. A radiação solar é, portanto, essencial para o crescimento das plantas e desenvolvimento das culturas.

O excesso de radiação solar faz com que a planta utilize um volume maior de água para regular sua temperatura. Caso tenha pouca disponibilidade de água, ou em momento do dia com alta radiação mesmo com disponibilidade de água, ocorre à desidratação e murcha da planta. Também se pode falar da importância das mudas permanecerem à sombra.

## 6.1 Controle da radiação

*O controle da radiação pode ser feito:*

- Através da cobertura do solo com plástico (polietileno preto) ou
- Através de sombreamento com ripas de bambu ou telas de sombreamento.

## 6.2 Fotoperiodismo

É o número de horas de luz por dia, incluindo a aurora (antes do nascer do sol) e o crepúsculo (depois do pôr-do-sol).

## 7. Vento

Vento é o ar em movimento, origina-se do deslocamento das massas de ar, ele se move horizontalmente (em superfície e altitude) e também verticalmente, por causa das diferenças de



temperatura e pressão. Os frutos da manga, da laranja e da bergamota, entre outros se desprendem em decorrência da ação do vento intenso.

Os ventos sempre sopram das áreas de alta pressão, chamadas de anticiclônicas (dispersoras de ventos) para as áreas de baixa pressão ou ciclônicas (receptoras de ventos).

- Pressão maior nas áreas de menor temperatura, o vento sai dessas áreas e vai em direção às de maiores temperaturas que apresentam menor pressão.

Quanto maior for a diferença de pressão entre as regiões, maior será a velocidade do vento, podendo ocasionar vendavais ou ventos mais fortes

## **7.1 Importância do vento na agricultura**

O vento exerce uma extrema importância para a produção agrícola, devido em sua composição transportar umidade e calor, influenciando nas taxas de evapotranspiração. Na instalação das culturas de frutíferas, o produtor deve ter o cuidado na escolha de áreas que tenham uma menor ocorrência de ventos frios, contínuos e intensos.

Assim, em regiões como no Sul, deve-se evitar o cultivo em terrenos com faces voltadas para o sul e sudoeste, para que haja uma maior proteção das plantas, em regiões que ocorrem os ventos frios.

## **7.2 Efeitos benéficos (ventos fracos)**

- Realiza a polinização, ou seja, a dispersão de pólen (células reprodutoras masculinas) e a deposição do mesmo nos estigmas (porção do aparelho reprodutor feminino das flores).
- Aumenta a fotossíntese.
- Facilita a transpiração, eliminação de água através dos estômatos, processo vital que permite às plantas manter a sua temperatura em níveis adequados.
- Evita a geada branca e retira o excesso de umidade do ar e do solo.

## 7.3 Efeitos prejudiciais (ventos fortes, constantes, muito frios ou muito quentes)

- Ventos fortes, muito frios ou muito quentes resultam em danos mecânicos, anatômicos e fisiológicos, pois causam:
- Queda de flores e frutos, provocando a redução na produtividade da cultura afetada.
- Quebra de ramos e galhos em frutíferas, provocando diminuição da área produtiva da planta e queda na produtividade, além de expor as plantas ao ataque de patógenos (microrganismos causadores de doenças) e pragas que penetram nas plantas através das lesões.
- Ressecamento do solo (ventos quentes e constantes).
- Acamamento de grandes culturas, ocasionando perdas de pré-colheita.
- Tombamento de mudas de frutíferas e essências florestais recém-plantadas.
- Deriva durante aplicação de calcário, principalmente se este for do tipo “filler”.
- Erosão eólica e/ou desertificação, contribuindo para a expansão das áreas desertificadas.
- Impedimento na aplicação de defensivos agrícolas, dificultando a deposição do produto pulverizado sobre o solo ou sobre as plantas, e, transportando as partículas do produto em suspensão no ar para áreas vizinhas onde podem causar problemas de fitotoxidez (danos ou morte de culturas suscetíveis) e contaminação de pessoas e animais. A velocidade máxima do vento para aplicação de defensivos é de 8 a 10 km/h.
- Disseminação de patógenos e pragas, provocando o alastramento de doenças e a infestação de áreas até então isentas.
- Disseminação ou dispersão de sementes de invasoras, contribuindo para a infestação de novas áreas.

## 8. Umidade do ar

A umidade do ar é a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera, proveniente da evaporação da água dos oceanos, mares, lagos, rios e também dos solos. Por exemplo: se escutarmos a informação de que a umidade relativa do ar está aumentando, ou seja, próxima a 100 %,

existe uma grande possibilidade de ocorrer chuvas. Por outro lado, se a umidade do ar estiver diminuindo, dificilmente ocorrerão chuvas.

A água, sob a forma de vapor ou de gotículas, está sempre presente na atmosfera. Isso pode ser constatado ao observarmos o orvalho que cobre a vegetação de manhã, principalmente nos dias frios.

## **8.1 Importância da umidade de ar na agricultura**

*A umidade do ar acarreta inúmeros efeitos benéficos para a agricultura, dentre eles destaca-se:*

- Regula a secagem dos solos.
- Aumenta a fotossíntese, quando aliada a altas temperaturas do ar.
- Regula a transpiração das plantas. A um nível muito alto de umidade do ar as plantas reduzem a transpiração e podem paralisar suas atividades metabólicas.
- Influencia no armazenamento da produção. Frutas quando armazenadas devem permanecer na câmara em um nível de umidade relativa ideal para cada espécie. UR muito alta pode causar perda de frutos por podridões e distúrbios fisiológicos, por outro lado, quando muito baixa, causa a desidratação e perda de qualidade e peso dos frutos.

## **9. Precipitação pluvial ou chuva**

A chuva resulta de um contato de uma nuvem saturada de vapor de água com uma camada de ar frio. Para que chova, além do vapor atingir o ponto de saturação a água tem de se condensar, passando do estado gasoso para o líquido, acarretando na redução da sua temperatura.

### **9.1 Importância da chuva na agricultura**

A água presente na atmosfera pode ser transferida para a superfície da Terra na forma de chuva, granizo, geada e orvalho. Todas essas formas de precipitação são importantes para a agricultura, quer pelos benefícios, quer pelos prejuízos que causam. Para a irrigação, a chuva tem importância fundamental.

## Efeitos benéficos

- Fonte de água para os solos e reservatórios, que será usada pelas plantas.
- Solubilização de adubos químicos.

## Efeitos prejudiciais

As chuvas, quando em excesso ou mal distribuídas (ocorrência em época inoportuna), acarretam os seguintes prejuízos:

- O excesso de chuva durante o período de florescimento cria dificuldades á polinização, provocando a lavagem dos grãos de pólen.
- Erosão hídrica.
- Encharcamento das lavouras, provocando impedimento nas operações de mecanização (preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita).
- Perdas de pré-colheita devido à deterioração (apodrecimento) das sementes na época da colheita ou de frutas.
- **Lixiviação** de nutrientes e argilas.
- Favorece o desenvolvimento de plantas espontâneas (invasoras), principalmente quando aliada a temperaturas elevadas.
- Lavagem dos defensivos pulverizados sobre as culturas ou sobre o solo, acarretando prejuízo econômico (perda do produto) e contaminação de ecossistemas (rios, lagos e áreas adjacentes, fauna).

As chuvas podem cair com maior ou menor intensidade, dependendo da época do ano e da região. Para o agricultor que pretende irrigar sua lavoura é de grande importância conhecer a distribuição das chuvas no tempo e no espaço. Só assim poderá saber quando irrigar e qual a quantidade de água que deverá ser fornecida as plantas.



## 10. Granizo

Granizo é mais conhecido como “chuva de pedra”, sendo uma precipitação sólida que geralmente ocorre durante os temporais, consiste na queda de “pedras de gelo”, as mesmas apresentam em média cerca de 6 mm de diâmetro, mas podem variar. Os danos causados pelo granizo dependem do tamanho das pedras de gelo e da duração da tempestade.



### 10.1 Tipos de danos causados pelo granizo

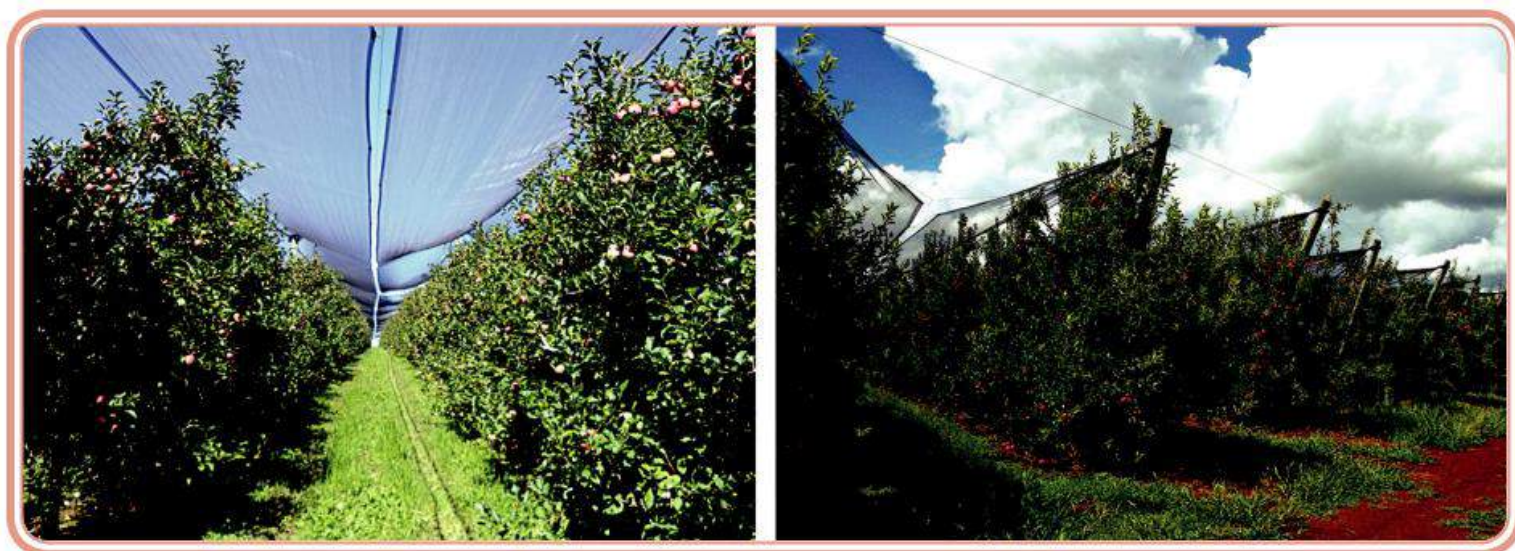
*O granizo pode ocasionar diversos danos na fruticultura, isso vai depender do seu tamanho e da intensidade da chuva, os principais tipos de danos causados pelo granizo são:*

- Lesões em frutos, provocando a formação de frutos deformados e não comercializáveis.
- Lesões nas folhas e ramos, facilitando o ataque de patógenos.
- Acamamento, provocando perdas de pré-colheita. As culturas mais afetadas são: frutíferas, trigo, fumo, milho, entre outras.

## 10.2 Controle do granizo

Várias técnicas são empregadas para que se possa ter um controle do granizo, entre elas se destacam:

- Evitar a formação do granizo – esta técnica consiste no bombardeio das nuvens de granizo através de foguetes contendo iodeto de prata. Este método é de alto custo.
- “Tela antigranizo” – o impacto do granizo sobre as plantas pode ser evitado através da instalação de “telas antigranizo” sobre a plantação. Viável para pequenas hortas e pomares. Esta técnica está sendo utilizada por produtores de maçãs da região da Serra Gaúcha e Catarinense. Cerca de 10 a 15 % dos pomares de maçã estão cobertos com tela antigranizo. O custo para cobertura de um hectare é de aproximadamente R\$ 25.000,00, o qual é viável visto que a probabilidade de ocorrência de granizo no pomar é de uma ocorrência a cada cinco anos. Quando ocorre uma chuva de granizo no pomar, a perda de frutos é próxima a 100 %, pois os que não caem da planta ficam com lesões que depreciam a qualidade para o comércio.



# Capítulo 4 – Água e nutrientes do solo

## 4.1 Considerações iniciais

Como os seres humanos, as plantas também precisam de nutrientes para crescer, desenvolver e frutificar, sendo que esses nutrientes são absorvidos do solo. No entanto, nem sempre existe um estoque de nutrientes suficiente (disponível) para que as plantas consigam atingir o seu potencial. Assim, torna-se necessário conhecer os nutrientes essenciais, quais as suas funções e como podemos fornecê-los à planta.

## 4.2 Critérios de essencialidade dos nutrientes

Existem na natureza mais de cem elementos químicos. Caso eles estejam presentes no solo, as plantas podem absorvê-los. Mas para que um elemento seja considerado como nutriente, ele precisa atender a um dos critérios:

- **Critério direto** – o elemento é parte constituinte de células e órgãos da planta.
- **Critério indireto** – o elemento é necessário para que aconteça algum processo do desenvolvimento da planta e não pode ser por outro.

Dessa forma, temos definidos, até o momento, para as plantas, **16 nutrientes**: carbono (**C**), hidrogênio (**H**), oxigênio (**O**), nitrogênio (**N**), fósforo (**P**), potássio (**K**), cálcio (**Ca**), magnésio (**Mg**), enxofre (**S**), ferro (**Fe**), manganês (**Mn**), zinco (**Zn**), cobre (**Cu**), boro (**B**), cloro (**Cl**) e molibdênio (**Mo**).



Além disso, existem alguns nutrientes que são considerados benéficos, ou seja, são importantes para algumas espécies, mas não foi provada sua essencialidade para todas as plantas, são eles: cobalto (Co), sódio (Na), silício (Si) e selênio (Se).

Por outro lado, também existem elementos que são considerados tóxicos, ou seja, prejudicam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. O principal elemento tóxico é o alumínio (Al).

## 4.3 Macronutrientes

Os macronutrientes são os nutrientes absorvidos pelas plantas em grandes quantidades. Por isso, geralmente, sua concentração é expressa em g/kg, ou seja, gramas de nutriente por quilograma de planta. Dentre esses, o carbono (C), o oxigênio (O) e o hidrogênio (H) são obtidos através do ar e da água.

Os demais macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S), também chamados macronutrientes minerais, são absorvidos do solo e, por isso, estudaremos um pouco mais de suas funções e de como podemos fornecê-los às plantas.

### **4.3.1 Nitrogênio (N)**

É o nutriente mineral exigido em maior quantidade. Atua como parte do material genético, das proteínas e de enzimas, estando presente em todas as células e participando da maioria dos processos que a planta realiza. Geralmente é fornecido para as plantas pela matéria orgânica do solo e através da adubação mineral. O nitrogênio é um elemento que sofre muitas alterações no solo e, também, é muito suscetível à perdas. Sua aplicação se dá através de fontes orgânicas e de adubos solúveis (principalmente a ureia).

### **4.3.2 Fósforo (P)**

É exigido, também, em grandes quantidades, por fazer parte do transporte de energia no interior da planta. Diferentemente do N, esse é um elemento pouco móvel no solo. Por outro lado, apresenta alta afinidade com os óxidos presentes no solo. Assim, uma parte acaba se tornando indisponível. Como consequência, seu fornecimento é feito em pré-plantio e as reposições são realizadas anualmente. As principais fontes desse nutriente são os dejetos de animais e os adubos solúveis: superfosfato simples, superfosfato triplo, etc.

### **4.3.3 Potássio (K)**

Não participa diretamente da estrutura da planta, mas atua no equilíbrio osmótico. É retido com força intermediária no solo, por isso, sua aplicação se dá anualmente. Deve-se tomar cuidado em solos arenosos, pois se corre o risco de perdas por lixiviação. A principal fonte mineral é o cloreto de potássio.

### **4.3.3 Cálcio (Ca)**

É constituinte da parede celular e por isso atua contribuindo com a resistência dos órgãos das plantas. Além disso, nas frutíferas, atua nos frutos, sendo por isso necessário em quantidades consideráveis. Geralmente é fornecido ao solo pela calagem, podendo-se usar o gesso e, para complementação aos frutos, em formas mais solúveis, como o nitrato de cálcio.

### **4.3.5 Magnésio (Mg)**

Tem importante função como componente da clorofila (pigmento que dá cor verde as plantas e que permite a realização da fotossíntese). Seu fornecimento se dá em quantidades suficientes através da calagem, quando utilizamos calcário dolomítico.



### 4.3.6 Enxofre (S)

Tem funções de cofator enzimático. Também é pouco retido no solo, por estar em forma de sulfato. As principais fontes são a deposição atmosférica, decorrente da poluição industrial, a matéria orgânica do solo, o gesso agrícola e o enxofre elementar. Indiretamente, quando se usa calda bordalesa ou sulfocálcica para controle de doenças, o enxofre é fornecido ao sistema, podendo ser absorvido pelas folhas (em quantidades pequenas) ou ser levado ao solo e absorvido pelas raízes.

## 4.4 Micronutrientes

Todos os micronutrientes são requeridos em pequenas quantidades e atuam como cofatores na ação enzimática ou no transporte de energia. Geralmente, existem em quantidades satisfatórias no solo ou são fornecidos em quantidades suficientes com a aplicação de fontes orgânicas.

Apesar disso, como são elementos metálicos, correm risco de deficiência em algumas condições específicas, como pH elevado, solos arenosos e pobres em matéria orgânica.

Como regra geral, as condições que favorecem a deficiência de micronutrientes são vistas no Quadro 7.1.

**Quadro 7.1: Condições favoráveis a deficiência dos principais micronutrientes**

Micronutriente	Condição que favorece a deficiência
Boro (B)	Espécies exigentes (alfafa, girassol), solos arenosos e pH alto
Cobre (Cu)	Solos orgânicos ou arenosos e pH alto
Zinco (Zn)	pH alto e solos arenosos
Molibdênio (Mo)	Baixo pH do solo e alto teor de óxidos de ferro
Manganês (Mn)	Solos arenosos e pH alto

## 4.5 Elementos úteis

Existem, ainda, alguns elementos que não atendem aos critérios de essencialidade, mas apresentam efeitos benéficos para algumas culturas.

Eles podem atuar induzindo resistência a doenças, através do fortalecimento da parede celular, colaborando com a absorção de outros nutrientes ou atuando em algum processo específico. Em pesquisas recentes, vem apresentando destaque o silício (Si), que atua fortalecendo a parede celular.

## 4.6 Elementos tóxicos

Elementos tóxicos existentes no solo são aqueles que, de alguma forma, prejudicam o crescimento ou, no caso de nutrientes, quando estão em quantidades altas, acabam afetando as plantas ou prejudicando a absorção de outros nutrientes.



Devemos destacar o problema do alumínio (Al), pois ele está presente em todos os solos, como constituinte dos minerais. Mas nas condições de solos ácidos, que predominam no Brasil, ele se encontra livre na solução e, assim, pode ser absorvido pela planta, causando danos no sistema radicular.

Outro elemento que precisamos tomar o cuidado é o manganês (Mn), que apesar de ser um nutriente essencial das plantas, quando presente em grandes quantidades, pode ser tóxico. Essa condição acontece apenas em solos com pH muito baixo.

Em regiões de produção tradicional de videiras, um problema que pode ocorrer na replantagem de um pomar na mesma área é toxidez por cobre (Cu), devido às aplicações sucessivas de calda bordalesa e outros fungicidas.

## 4.7 Adubação mineral

A adubação mineral é, atualmente, o principal meio utilizado na agricultura para o fornecimento dos nutrientes necessários ao desenvolvimento das plantas.

*As principais vantagens da adubação mineral são:*

- **Quantidade de nutrientes definida** – os adubos minerais, por serem produzidos industrialmente, apresentam quantidade conhecida de cada nutriente, o que permite o fornecimento correto para as plantas.
- **Alta solubilidade** – os fertilizantes industriais passam por tratamento químico, o que faz com que, ao serem dissolvidos no solo, tornem os nutrientes prontamente disponíveis.
- **Facilidade de aplicação** – a granulometria homogênea e as máquinas adaptadas existentes permitem uma distribuição eficiente sobre o solo.

*Por outro lado, existem algumas desvantagens importantes e que devem ser consideradas na utilização da adubação mineral:*

- **Alto custo** – ao considerar todo o custo industrial, bem como a necessidade de importação, os fertilizantes minerais são caros e dependem de cotações internacionais.
- **Fórmulas comerciais inadequadas** – apesar da disponibilidade, a maior parte dos fertilizantes é comercializada já formulada, o que dificulta o ajuste da dose.
- **Perdas por lixiviação e volatilização** – devido à alta solubilidade, a aplicação de fertilizantes minerais, se realizada de forma exagerada ou no momento inadequado, pode provocar perdas e, conseqüentemente, poluição ambiental. Um exemplo disso é o caso do nitrogênio, cuja principal

fonte, a ureia, precisa ser aplicada em condições favoráveis, para evitar perdas por volatilização de amônia e sua aplicação deve ser parcelada, visando minimizar as perdas por lixiviação, pois o N é pouco retido pelo solo.

No Quadro 7.2 são apresentados os principais fertilizantes minerais utilizados.

### Quadro 7.2: Principais fertilizantes minerais e suas características

Fertilizante	Características
Ureia	Contém 45 % de nitrogênio. É a fonte mineral mais barata desse nutriente. É de fácil aplicação, mas deve-se tomar cuidado com a umidade, pois é altamente higroscópico.
Sulfato de amônio	Tem 20 % de nitrogênio. É uma fonte interessante, pois também adiciona enxofre ao solo.
Nitrato de cálcio	Possui 14 % de nitrogênio. Permite a adição de cálcio solúvel. Pode ser utilizado para adubação de cobertura e foliar.
Superfosfato simples	Possui 18 % de $P_2O_5$ . Apresenta, ainda, quantidades residuais de enxofre.
Superfosfato triplo	Possui 41 % de $P_2O_5$ . É um dos fertilizantes mais concentrados em fósforo.
MAP	Possui 48 % de $P_2O_5$ e 9 % de nitrogênio. É utilizado pelas misturadoras nas formulações comerciais e pode ser interessante para adubação de cobertura.
DAP	Possui 45 % de $P_2O_5$ e 16 % de nitrogênio. É utilizado pelas misturadoras nas formulações comerciais e pode ser interessante para adubação de cobertura.
Cloreto de potássio	Possui 58 % de $K_2O$ . É a principal e mais barata fonte de potássio. É altamente solúvel e corrosivo, por isso, precisa-se cuidado com os equipamentos de aplicação.
Gesso agrícola (sulfato de cálcio)	Possui 16 % de cálcio e 13 % de enxofre. Utilizado para fornecer cálcio sem alterar o pH e como fonte de enxofre. Possui efeito de condicionador de solo, pois provoca a lixiviação de cátions em profundidade.
Micronutrientes	Em geral, as fontes de micronutrientes são altamente solúveis e podem ser utilizadas tanto para aplicação direta no solo, como para fertirrigação. Apresentam como dificuldade a distribuição homogênea, pois as quantidades aplicadas por hectare são pequenas.
Ácido bórico	Possui 17 % de boro.
Sulfato de cobre	Possui 13 % de cobre e 17 % de enxofre.
Sulfato de zinco	Possui 20 % de zinco e 17 % de enxofre.
Sulfato de manganês	Possui 26 % de manganês e 15 % de enxofre.
Molibdato de sódio	Possui 39 % de molibdênio.

## 7.8 Adubação orgânica

A adubação orgânica consiste na utilização de resíduos ou subprodutos de outras atividades, que possuam teores consideráveis de nutrientes e que podem atuar incrementando o teor de matéria orgânica do solo.

Dentre os principais produtos utilizados como adubo orgânico, temos: dejetos de animais, compostos, vermicompostos, restos de plantas, etc.

*Dentre as vantagens de utilizarmos adubação orgânica podemos destacar:*

- **Baixo custo** – geralmente esses resíduos orgânicos já existem na propriedade e podem reduzir o custo de adubação do pomar, substituindo parcial ou totalmente a adubação mineral.
- **Aumento de matéria orgânica do solo** – a matéria orgânica exerce papel fundamental na qualidade do solo, seja fornecendo nutrientes ou contribuindo para melhorar o ambiente para o crescimento radicular.
- **Aumento da atividade biológica** – o fornecimento de carbono e nutrientes, através de adubos orgânicos, possibilita o crescimento da população microbiana e da fauna do solo, que atuam na ciclagem de nutrientes e na promoção do crescimento das plantas.
- **Ação condicionadora no solo** – o aumento da matéria orgânica e a maior atividade de organismos aumenta a agregação do solo, a porosidade e, conseqüentemente, a retenção e disponibilização de água. Dessa forma, as raízes encontram um ambiente mais favorável ao seu crescimento.
- **Fornecimento de micronutrientes** – com adubação orgânica, pode se fornecer grande diversidade de micronutrientes, o que contribui para evitar deficiências. Mas nem sempre só essa fonte será suficiente para a manutenção da produtividade de culturas.
- **Possibilidade de produção orgânica** – quando essa for a única fonte de nutrientes e todo o sistema seguir as normas de produção estabelecidas pela legislação brasileira, poderá se obter um produto orgânico, com maior valor de mercado.

*Apesar dessa série de benefícios, existem alguns problemas na utilização da adubação orgânica, sendo os principais:*

- **Desbalanço de nutrientes** – na maioria das vezes, a quantidade de nutrientes existente nas fontes orgânicas não está de acordo com a necessidade das culturas.
- **Variabilidade no teor de nutrientes** – devido à diversidade de fontes e a variação na produção dessas (por exemplo, no caso de dejetos de animais, a alimentação, a categoria animal e até mesmo o armazenamento), não é possível ter certeza da sua composição. Assim, seria necessária uma análise de cada material, a cada aplicação. Infelizmente, essas análises não são corriqueiras e elevam o custo de produção. Por isso, se utilizam tabelas com a composição média.

- **Dificuldades de aplicação** – a aplicação de resíduos líquidos, como os dejetos, exige equipamentos especiais (que nem sempre existem na propriedade), enquanto que uma distribuição uniforme de um material sólido, como um composto, é complicada de ser realizada.

*Sabendo dessas características, devemos tentar combinar a adubação orgânica e mineral, tentando obter o máximo de vantagens de cada uma delas.*

*Vejamos algumas características dos principais fertilizantes orgânicos existentes no Quadro 7.3.*

<b>Quadro 7.3: Fertilizantes orgânicos e principais características</b>	
<b>Fertilizante</b>	<b>Características principais</b>
Cama de aviário	Apresenta entorno de 3-4 % de N e P. É uma fonte interessante, pois possui uma fração orgânica que levará um tempo para ser decomposta, atuando bem como condicionadora de solo.
Dejetos de suínos	Possuem de 3-4 % de N (sendo de 2-3 % de N amoniacal, prontamente disponível) e de 2-3 % de P. É uma fonte interessante, devido ao N prontamente disponível e pela disponibilidade constante, caso exista na propriedade. Deve-se evitar aplicar diretamente nos frutos, pelo risco de contaminação com microrganismos causadores de doenças.
Composto orgânico	Em média, possui 1 % de N e 1-3 % de P. São materiais livres de patógenos, que favorecem o acúmulo de matéria orgânica e são interessantes para a implantação do pomar como condicionadores de solo.
Cinzas de casca de arroz	Possuem um pequeno efeito de correção de acidez e são fontes de macro e micronutrientes.

A recomendação de adubação orgânica geralmente é feita, no caso de frutíferas, pelo nutriente em maior quantidade, pois os excessos, especialmente de N, afetarão a qualidade e quantidade de frutos produzidos. Assim, analisa-se o teor de nutrientes da fonte orgânica ou baseia-se em um teor médio e determina-se a quantidade máxima a ser aplicada, para evitar um desbalanço nutricional.

# Capítulo 5 – Amostragem de Solo

## 5.1 Considerações iniciais

Nessa aula, estudaremos uma importante etapa de reconhecimento da área em que iremos trabalhar e na determinação do manejo da fertilidade do solo: a amostragem de solo. É fundamental uma realização correta dessa, pois é a partir dela que as decisões referentes à calagem e adubação serão tomadas. Além disso, só a partir de uma boa amostragem do solo é que teremos resultados confiáveis para a tomada de decisão e, conseqüentemente, teremos condições de tornar a nossa atividade lucrativa.

## 5.2 Importância da amostragem

A amostragem é a primeira etapa da análise de solo. Por isso, todos os resultados são dependentes da qualidade desta etapa. Além disso:

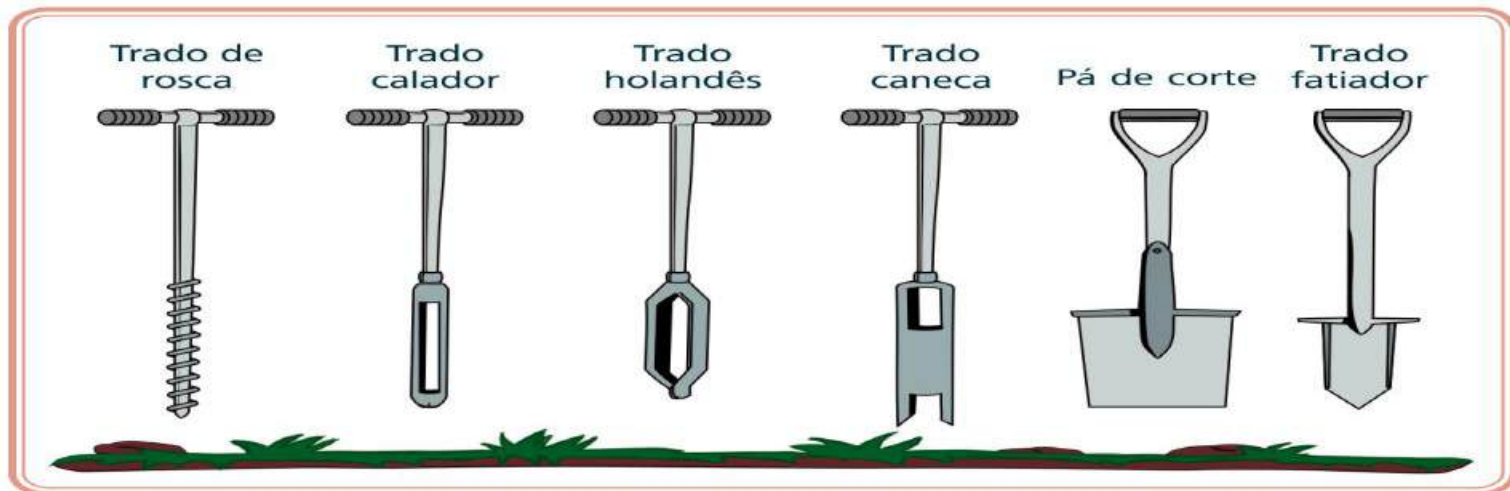
- É um método simples e barato: em relação a outros custos do pomar, a análise de solo representa uma pequena fração e nos fornece grande quantidade de informações, que são necessárias para potencializar a produção.
- Uma correta análise de solo permite conhecer a área e, assim, planejar adequadamente a instalação do pomar.
- Permite realizar uma adubação correta, corrigindo as partes mais deficientes, bem como economizar fertilizantes em áreas onde não se faz necessário.

*Além disso, o nosso sistema de adubação está baseado em adubar o solo, construindo a fertilidade, para que esse disponibilize os nutrientes quando a planta necessitar.*



## 5.3 Instrumentos para amostragem

Para coletar as amostras de solo, precisamos basicamente 3 instrumentos: a pá de corte para a coleta do solo, um balde para homogeneizar as sub-amostras e uma embalagem para enviar as amostras para o laboratório. A pá de corte pode ser substituída por um trado ou outros tipos de equipamentos, como demonstrado na Figura 5.1.



**Figura 5.1: Equipamentos que podem ser utilizados na amostragem de solo**

O balde ou qualquer outro tipo de recipiente será utilizado para homogeneizar as sub-amostras, é de fundamental importância que este seja devidamente limpo, evitando contaminações que possam alterar o resultado da análise do solo.

A embalagem, geralmente de plástico, serve para proteger o solo até que chegue ao laboratório. Existem algumas embalagens padrão utilizadas pelos laboratórios, onde já é possível colocar todas as identificações necessárias. Também devemos tomar cuidado para evitar contaminações.

## 5.4 Metodologia de amostragem

A coleta de amostras consiste nas seguintes etapas:

### 5.4.1 Definição dos talhões homogêneos

A área deve ser dividida em partes que sejam mais homogêneas, para que as amostras coletadas sejam representativas. Assim, devemos considerar quais culturas existiam anteriormente, quais as práticas de adubação, a posição na paisagem (topo, encosta ou várzea), como o demonstrado na Figura 5.2, para podermos ajustar as recomendações de calagem e adubação a cada condição.

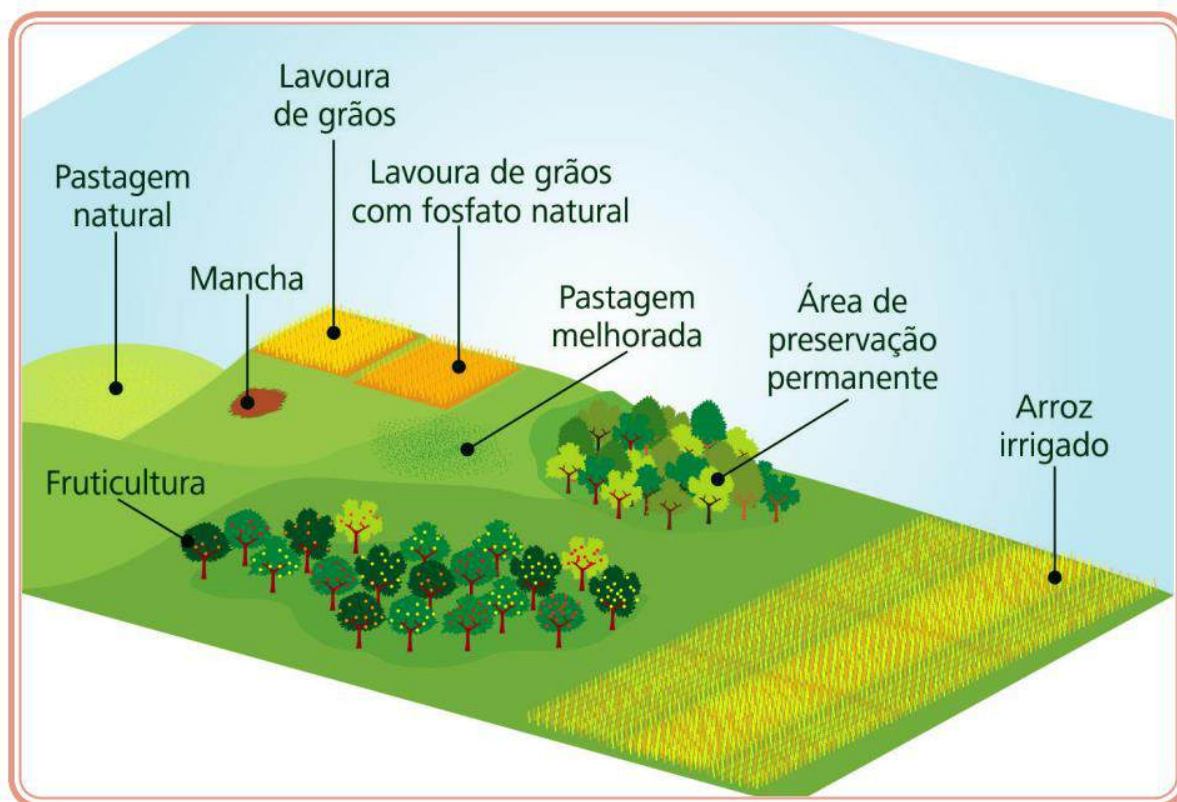


Figura 5.2: Plano de amostragem de uma propriedade, com diferentes declividades e usos do solo

## 5.4.2 Definição das sub-amostras

Em cada talhão que definirmos, deveremos coletar uma série de sub-amostras. A Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004) nos recomenda de 10-20 pontos de sub-amostragem, que são coletados aleatoriamente, caminhando em ziguezague dentro da área, como é visto na Figura 5.3.

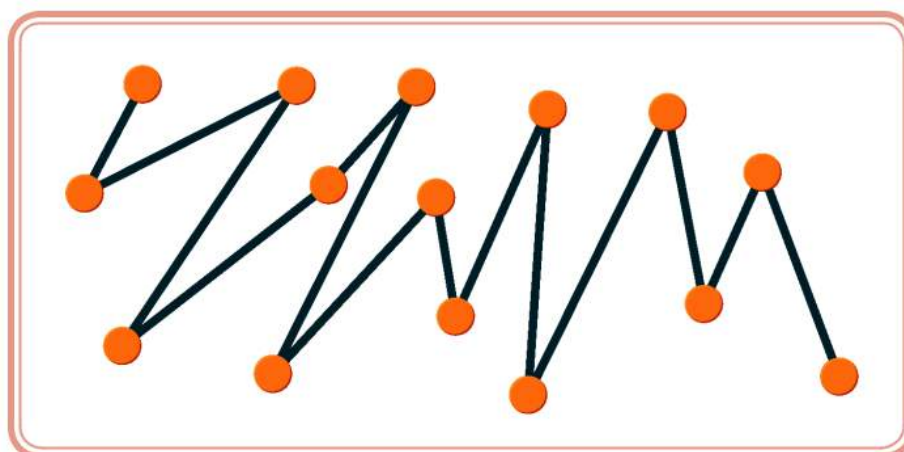


Figura 5.3: Exemplo de caminhada aleatória e pontos para a coleta de solo

### 5.4.3 Época de amostragem

A amostragem do solo pode ser realizada em qualquer época do ano, mas devemos nos atentar para o fato de que a correção de acidez precisa ser realizada de 3 a 6 meses antes da implantação do pomar. Assim, antes desse prazo, precisamos coletar as amostras, enviar para o laboratório de análise, interpretar os resultados, fazer as recomendações e comprar os corretivos e fertilizantes. Também, devemos evitar a amostragem logo após uma aplicação de fertilizantes, caso a área possuir uma cultura anual, pois ela ainda irá absorver e exportar esses nutrientes nos grãos. Por isso, devemos tentar amostrar o solo no final do ciclo de uma cultura e com a antecedência suficiente para podermos realizar as práticas de adubação antes da implantação do pomar.

### 5.4.4 Profundidade de amostragem

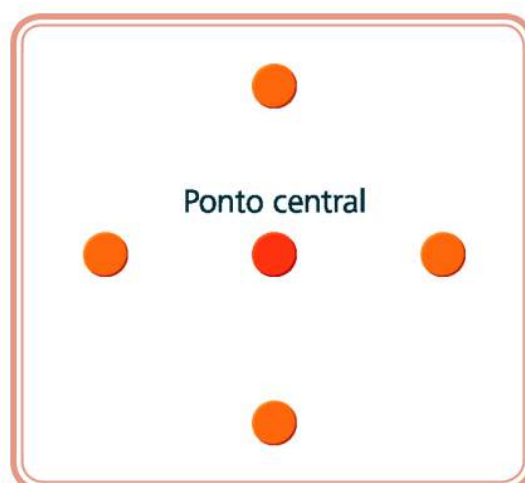
Como estamos trabalhando com plantas perenes, cujas raízes exploram uma profundidade grande do solo, devemos coletar as amostras na profundidade de 0 a 20 e 20 a 40 cm.

### 5.4.5 Coleta das amostras

No momento da coleta das amostras de solo, após definido o ponto de coleta, devemos remover o material orgânico (restos de palha, plantas, esterco, etc.) da superfície, para que na nossa coleta tenhamos apenas o solo. Devemos lembrar que a matéria orgânica é rica em nutrientes, assim, com sua presença, estaríamos elevando os teores da análise e nossa recomendação de adubação seria inferior ao necessário para a produção da nossa cultura.

Ao coletar com a pá de corte, abrimos uma pequena trincheira, deixando a linha de adubação da última cultura (caso exista) bem ao meio. Com a pá, coletamos uma fatia de 3 a 5 cm de solo, em toda a profundidade necessária e colocamos no balde para misturar as outras sub-amostras.

No caso de uso do trado, em cada um dos pontos de sub-amostragem definidos, devemos coletar 5 tradadas: 1 no centro, e quatro delas, em cruz, distantes aproximadamente 3 metros do ponto central. Isso porque, como o trado é pequeno, temos uma grande variabilidade. Assim, aumentamos os pontos coletados, tentando tornar nossa amostragem mais representativa. Observe a Figura 5.4.



**Figura 5.4: Esquema de amostragem em cruz para coleta de solo com uso de trado**

## 5.4.6 Homogeneização e secagem

Após o solo ser coletado em todos os pontos de sub-amostragem, procedemos a uma homogeneização, quebrando os torrões maiores para melhor misturar o solo e retirando algum excesso de material que não é solo (raízes grossas, pedras, palhas grosseiras, etc.).

Caso leve muito tempo até o envio das amostras para o laboratório, podemos secá-las a sombra, tomando o cuidado para evitar que ocorram contaminações e para que não se perca a identificação.

## 5.4.7 Embalagem e envio

Depois de bem misturada, devemos retirar uma pequena fração do solo coletado, de aproximadamente 500 g, acondicionar em um saco plástico limpo e identificar corretamente, especialmente quanto à profundidade de coleta e ao uso anterior. Uma informação importante para os laboratórios é o histórico de calagem e se foi feito uso de fosfato natural. A amostra será, então, levada a um laboratório de confiança, como o existente na Universidade Federal de Santa Maria ou outro que esteja localizado mais próximo.

A amostragem é a etapa que mais precisa de cuidado e atenção, pois qualquer erro irá comprometer as decisões futuras. Por isso, devemos tomar muito cuidado com a limpeza dos materiais utilizados, com a profundidade correta de amostragem e atenção para evitar contaminações.





## 4.1 Descrição morfológica do solo

A morfologia trata do estudo da forma (formato) do solo. Ela representa o efeito combinado dos fatores e processos de formação, que estarão expressos no perfil do solo. A descrição morfológica do solo é a base para estudar e classificar os solos, sendo realizada em duas etapas:

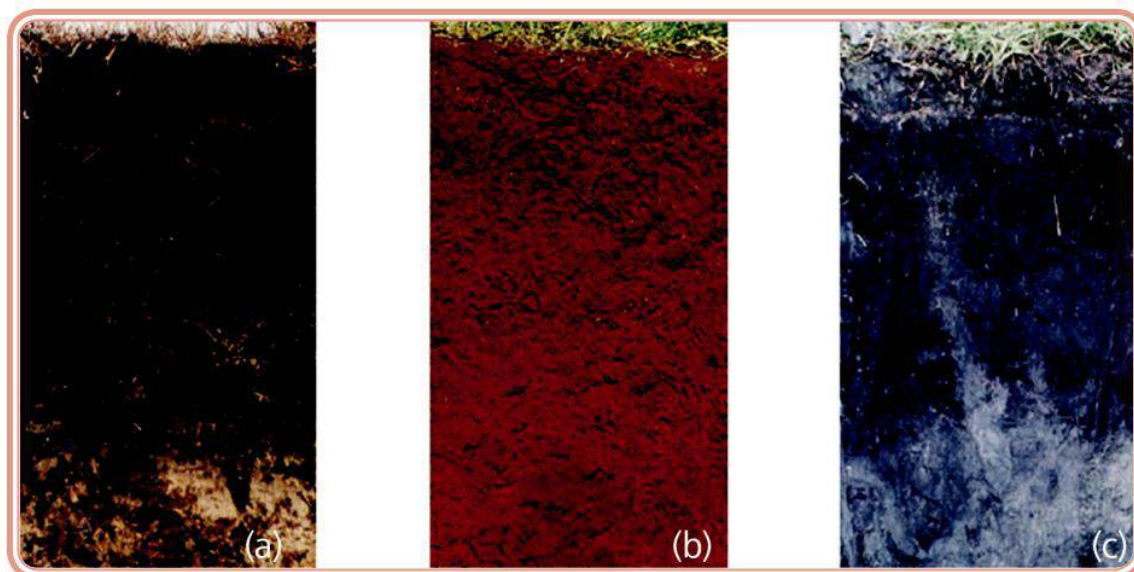
*Descrição das características morfológicas internas do solo:*

- Espessura e transição entre os horizontes.
- Características dos horizontes (cor, textura, estrutura, consistência, cimentação, poros, etc.).
- Descrição das características ambientais de ocorrência do solo: localização, relevo, altitude, formação geológica, vegetação, atividade biológica, drenagem, erosão, pedregosidade e uso atual.

Uma das características importantes dos horizontes do solo é a cor. A cor é a característica que mais chama atenção no perfil do solo e, através dela, é possível se fazer a delimitação dos horizontes e considerações sobre eles:

- **Cores escuras** – indicam acúmulo de matéria orgânica.
- **Cores avermelhadas** – indicam situação de boa drenagem.
- **Cores cinzas** – indicam situação de má drenagem.

As situações indicadas anteriormente podem ser visualizadas na Figura 4.1.



**Figura 4.1: Solo com acúmulo de matéria orgânica no horizonte A (a), solo em situação de boa drenagem (b) e solo em situação de má drenagem (c)**



Outra característica morfológica importante para a classificação de solos é a chamada cerosidade. A cerosidade é um acúmulo de partículas de argila entorno dos agregados, formando uma fina “película”. Quando molhados, estes agregados apresentam um aspecto “lustroso” (Figura 4.2), parecido com o efeito de uma cera, de onde surgiu a denominação.



**Figura 4.2: Agregado do solo com cerosidade**

As demais características morfológicas internas dos horizontes (textura, estrutura, consistência, poros, etc.) foram abordadas anteriormente nas propriedades físicas do solo.

## **4.2 Sistemas de classificação de solos**

Ao classificarmos os solos, temos como objetivo organizar o conhecimento. Dessa forma, ao se falar de determinada classe de solo, nos lembraremos da “foto do perfil”, suas características principais e a região de ocorrência. Além disso, a classificação de solos facilita o entendimento entre técnicos e demais profissionais da área agrícola sobre qual o solo estão se referindo em determinada discussão.

O princípio da classificação de solos é basicamente agrupar os solos conforme as características semelhantes que eles apresentam.

*Há diversos sistemas de classificação de solos em uso, sendo eles divididos em:*

- **Sistemas de classificação natural** – se baseiam nas propriedades dos solos. Existe a classificação americana (*Soil Taxonomy*) e a classificação da FAO. No Brasil, foi elaborado um sistema próprio, denominado Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).
- **Sistemas de classificação técnica** – se baseiam em características selecionadas para seu uso com determinados fins. A mais difundida é a classificação de capacidade de uso, desenvolvido nos Estados Unidos. No Brasil, utiliza-se, também, o sistema de avaliação de aptidão agrícola das terras.

## 4.3 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS)

O SiBCS foi desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos (CNPS), da EMBRAPA, com a colaboração de pesquisadores de diversas universidades e instituições de pesquisa espalhadas pelo país.

O SiBCS é um sistema de classificação natural, que organiza os solos a partir de características comuns, em diversos níveis hierárquicos.

O SiBCS baseia-se em horizontes diagnósticos (superficiais e subsuperficiais) e atributos ou propriedades diagnósticas, que constituem as características diferenciais.

Os níveis hierárquicos do SiBCS são chamados de níveis categóricos, sendo assim organizados:

1º Nível categórico – ordem.

2º Nível categórico – subordem.

3º Nível categórico – grande grupo.

4º Nível categórico – subgrupo.

5º Nível categórico – família.

6º Nível categórico – série.

Os 4 primeiros níveis categóricos estão completamente desenvolvidos, enquanto que os 2 últimos estão em desenvolvimento.



Assim, para exemplificar, um solo que ocorre na depressão central do RS, classificado nos 4 níveis categóricos, fica:

ARGISSOLO VERMELHO distrófico arênico.

1º Nível categórico – ARGISSOLO.

2º Nível categórico – ARGISSOLO VERMELHO.

3º Nível categórico – ARGISSOLO VERMELHO distrófico.

4º Nível categórico – ARGISSOLO VERMELHO distrófico arênico.

## Quadro 4.1: Ordens do SiBCS

Ordem	Características	Perfil*
ARGISSOLO	<p>Solos profundos a muito profundos. Bem drenados. Acúmulo de argila no horizonte B, sendo ela de baixa atividade. Mudança textural abrupta entre o horizonte A (ou E) e o B. Geralmente apresentam baixa fertilidade natural e forte acidez. Alta suscetibilidade à erosão.</p>	
CAMBISSOLO	<p>Solo em processo intermediário de formação. Apresenta fragmentos de rochas no horizonte B. A drenagem varia de bem drenados a imperfeitamente drenados. Ocorre em diversas condições de relevo. Apresenta fertilidade natural e aptidão agrícola variável.</p>	
CHERNOSSOLO	<p>Solos escuros, de alta fertilidade. O horizonte A apresenta alta saturação de bases, boa estruturação e razoáveis teores de material orgânico. É um solo comumente encontrado nas encostas das serras. Geralmente encontram-se associados a Neossolos Litólicos. Apresenta aptidão agrícola variada.</p>	
GLEISSOLO	<p>É um solo típico de áreas de várzea. Solos mal drenados e de coloração cinza. Encontram-se associados a Planossolos. Aptidão agrícola para arroz irrigado. Pode ser utilizados para culturas de sequeiro, desde que sejam implantados eficientes sistemas de drenagem.</p>	
LATOSSOLO	<p>Solos profundos, homogêneos e altamente intemperizados. São solos bem drenados. Apresentam pouco aumento do teor de argila com a profundidade. Os horizontes tem transição gradual. Possui baixa fertilidade natural e forte acidez. Boa aptidão agrícola para as culturas.</p>	



Ordem	Características	Perfil*
LUVISSOLO	<p>Geralmente são pouco profundos.            Acúmulo de argila no horizonte B, sendo ela de alta atividade.            A drenagem varia de bem drenados a imperfeitamente drenados.            Apresentam alta CTC e saturação por bases.            Tem aptidão apenas regular para a maioria das culturas.            Problemas relacionados à erosão.</p>	
NEOSSOLO LITÓLICO	<p>São solos rasos (pouco desenvolvidos).            Ocorrem, geralmente, onde o relevo é ondulado, associado à Chernossolos.            Têm baixa capacidade de infiltração e armazenamento de água.            Apresenta baixa aptidão agrícola à maioria das culturas.            Alta suscetibilidade à erosão.</p>	
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	<p>O horizonte A está assentado sobre sedimentos muito arenosos.            A textura do solo é areia ou areia franca (teor de argila &lt; 15 %).            Solos extremamente frágeis.            Alta suscetibilidade à erosão.            Pode sofrer processo de arenização.            Baixa aptidão agrícola.</p>	
NITOSSOLO	<p>Solos profundos e homogêneos, muito similares aos Latossolos.            São solos bem drenados.            O horizonte B apresenta os agregados com revestimento brilhante (cerosidade).            Possui baixa fertilidade natural e alta acidez.            Boa aptidão agrícola para as culturas.</p>	
ORGANOSSOLO	<p>São solos orgânicos.            Formados por materiais orgânicos em diversos estágios de decomposição.            Estes materiais se acumularam em condições de muito má drenagem.            Apresentam horizonte H hístico (espessura ≥ 40 cm e matéria orgânica ≥ 20 %).            Geralmente são de baixa fertilidade natural.            O cultivo exige um planejamento criterioso.</p>	

Ordem	Características	Perfil*
PLANOSSOLO	<p>É um solo típico de áreas de várzea.            Sequência de horizontes: A-E-B-C.            Acúmulo de argila no horizonte B.            Mudança textural abrupta entre horizontes.            Solos mal drenados e de coloração cinza.            Encontram-se associados a Gleissolos.            Aptidão agrícola para arroz irrigado.            Pode ser utilizados para culturas de sequeiro, desde que sejam implantados eficientes sistemas de drenagem.</p>	
PLINTOSSOLO	<p>O horizonte B apresenta quantidade <math>\geq 15\%</math> de <b>plintita</b>.            A coloração mosqueada do horizonte B reflete a drenagem moderada ou imperfeita.            Ocorrem na transição das áreas de coxilha para as de várzea.            São ácidos e com baixa saturação por bases.            Apresentam aptidão agrícola limitada pelas condições de drenagem.</p>	
VERTISSOLO	<p>Solos que possuem argila expansiva.            A massa de solo se expande quando úmido e se contrai quando seca.            Solos extremamente duros quando secos e plásticos e pegajosos quando úmidos.            Solos imperfeitamente ou mal drenados.            Solos pouco profundos, de cores escuras e pequena variação de textura no perfil.            Solos de elevada fertilidade natural e ácidos.            Aptidão limitada por suas condições físicas.</p>	

\* Todas as fotos dos perfis foram extraídas de Streck et al., 2002.



# Capítulo 7 – Acidez do solo e calagem

## 7.1 Considerações iniciais

Nessa aula, estudaremos os conceitos de ácido e base, bem como do pH e sua reação no solo. Teremos uma visão do porque o solo tende a se acidificar com o tempo, quais as implicações disso para o crescimento das plantas e quais as alternativas existentes para corrigir. Por fim, entenderemos a recomendação de correção de acidez e quais os procedimentos para realizar uma calagem eficiente, econômica e que proporcione condições adequadas para o desenvolvimento das plantas.

## 7.2 Noções sobre ácido, base e pH

*Para facilitar o nosso estudo, conceituaremos a diferença geral entre ácidos e bases:*

- Ácido é toda substância que em solução aquosa libera íons hidrogênio ( $H^+$ ). Por exemplo: ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).
- Base é toda substância que em solução aquosa libera íons  $OH^-$  para a solução do solo. Por exemplo: soda cáustica ( $NaOH$ ).

*Algumas substâncias, como o ácido sulfúrico (ácido de bateria), possui pH igual a 3, o vinagre possui pH igual a 3,5. Mas o que isso significa?*

O pH é uma forma de expressar a concentração (quantidade) de íons hidrogênio existente em uma solução. Como a concentração é muito baixa, esse valor sofre uma transformação logarítmica.

*Assim, a escala do pH varia de 1 a 14, sendo o valor 7 a neutralidade. Observe o Quadro 6.1.*

Quadro 6.1: Relação entre a concentração de íons $H^+$ e o pH		
pH	Concentração de íons $H^+$	Caráter
1	$10^{-1} = 0,1$	Ácido
2	$10^{-2} = 0,01$	
3	$10^{-3} = 0,001$	
4	$10^{-4}$	
5	$10^{-5}$	
6	$10^{-6}$	
7	$10^{-7}$	Neutro
8	$10^{-8}$	Básico
9	$10^{-9}$	
10	$10^{-10}$	
11	$10^{-11}$	
12	$10^{-12}$	
13	$10^{-13}$	
14	$10^{-14}$	



## Em relação ao pH

Aumenta a concentração de  $H^+$  → diminui pH → mais ácido.

Diminui a concentração de  $H^+$  → aumenta pH → menos ácido.

## 7.5 Correção da acidez do solo

Como já vimos, o solo tende a se tornar ácido com o passar do tempo e isso pode dificultar e prejudicar o desenvolvimento das plantas. Por isso, precisamos corrigir o pH do solo através da calagem, prática essa, que se bem realizada antes da implantação do pomar, tem efeito a médio e longo prazo, evitando que o solo limite a produtividade da cultura.

### 7.5.1 Benefícios da calagem

*A calagem, além de corrigir o pH do solo, também proporciona outros benefícios, como:*

- **Aumento da disponibilidade de nutrientes** – como vimos na Figura 6.1, a maior disponibilidade dos elementos que são nutrientes para plantas ocorre na faixa de pH entre 6 e 6,5. Por isso, precisamos buscar manter o pH do solo nessa faixa, fazendo com que a adubação realizada seja aproveitada pelas plantas.
- **Fornecimento direto de cálcio e magnésio** – o calcário dolomítico, principal corretivo de acidez utilizado, é rico em cálcio e magnésio. Logo, com uma calagem bem realizada, o fornecimento desses nutrientes está praticamente garantido.
- **Favorecimento do crescimento radicular** – com a eliminação da toxidez por alumínio, as raízes das plantas poderão crescer mais, explorando um maior volume de solo e, com isso, buscar nutrientes e água em profundidades maiores. Assim, nossas frutíferas serão mais resistentes à seca e terão um maior potencial produtivo.
- **Aumento da atividade biológica** – ao proporcionar uma faixa adequada de pH, os microrganismos do solo terão condições mais favoráveis ao seu desenvolvimento, aumentando a ciclagem de nutrientes. Merece destaque o favorecimento às bactérias fixadoras de nitrogênio (que formam os nódulos com plantas leguminosas, como a soja). Essas bactérias podem ser benéficas, quando em associação com plantas de cobertura do solo, que podem ser usadas nas entrelinhas do pomar.

## 7.5.2 Principais corretivos da acidez

Diversos materiais que apresentam reação alcalina podem ser utilizados para corrigir o pH do solo, dentre os quais, a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004) nos apresenta: cal virgem, cal apagada, calcário calcinado, conchas moídas, cinzas, resíduos indústrias (escórias de siderurgia, resíduos da produção de celulose). No Rio Grande do Sul, devido à disponibilidade e ao baixo custo, o mais utilizado é o calcário dolomítico, proveniente da moagem de rochas existentes na região de Encruzilha do Sul e Caçapava do Sul.

O calcário dolomítico recebe esse nome, pois contém mais de 5% de óxido de magnésio, o que proporciona o fornecimento desse nutriente, além do cálcio, que é predominante. Existe também o calcário calcítico, mas esse não é comum no Rio Grande do Sul.

Quanto às suas características e eficiência na correção da acidez, devemos considerar dois aspectos dos corretivos: a sua composição e a sua granulometria. Esses dois fatores, podem ser expressos na fórmula do PRNT – Poder Relativo de Neutralização Total.



## Capítulo 8 – Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, I. R. et al. **Zoneamento agroclimático para produção de morango no Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 28 p.
- BENDER, R. J. Ponto de colheita. In: MANICA, I. et al. **Fruticultura em pomar doméstico: planejamento, formação e cuidados**. Porto Alegre: Rígel, 1993.
- BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344 p.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 12. ed. New Jersey: P. Hall, 1999. 881 p.
- BRITTO, P. F. **Distribuição espaço-temporal da precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Utilização e Conservação de Recursos Naturais) – UFSC, Florianópolis, SC, 2004.
- Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.
- CARLESSO, R.; PETRY, M. T.; ROSA, G. M. da; HELDWEIN, A. B. (Org.). **Usos e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura**. 1. ed. Santa Maria, RS: Editora UFSM, 2007.
- COELHO, M. de A.; TERRA, L. **Geografia geral e do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- COELHO, M. R.; SANTOS, H. G.; SILVA, H. F.; AGLIO, M. L. D. O recurso natural solo. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p.1-11.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.
- DALMOLIN, R. S. D. **Material didático da disciplina morfologia, gênese e classificação do solo**. PPGCS/UFSM, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.
- ERICKSON, L. C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L. D.; WEBBER, H. J. (Ed.). **The citrus industry**. Riverside: UCLA Press, 1968. p. 86-126.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3. ed.

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

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. São Paulo: Editora Agronômica CERES Ltda., 1979. 256 p.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. **Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 210 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B.; CORRÊA, G.F. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. 5ª. edição. Lavras: UFLA, 2007. 322 p.

SANTI, A. L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão**. 2007. 150 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS – UFRGS, 2002. 126 p.

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