



Solos

*Luciano Zucuni Pes
Marlon Hilgert Arenhardt*



Colégio Politécnico
UFSM

Santa Maria - RS
2015

Presidência da República Federativa do Brasil

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

© Colégio Politécnico da UFSM

Este caderno foi elaborado pelo Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria para a Rede e-Tec Brasil.

Equipe de Elaboração
Colégio Politécnico da UFSM

Equipe de Acompanhamento e Validação
Colégio Técnico Industrial de Santa Maria – CTISM

Reitor
Paulo Afonso Burmann/UFSM

Coordenação Institucional
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Diretor
Valmir Aita/Colégio Politécnico

Coordenação de Design
Erika Goellner/CTISM

Coordenação Geral da Rede e-Tec/UFSM
Paulo Roberto Colusso/CTISM

Revisão Pedagógica
Elisiane Bortoluzzi Scrimini/CTISM
Jaqueline Müller/CTISM

Coordenação de Curso
Diniz Fronza/Colégio Politécnico

Revisão Textual
Carlos Frederico Ruviaro/CTISM

Professor-autor
Luciano Zucuni Pes/Colégio Politécnico
Marlon Hilgert Arenhardt/CCR - UFSM

Revisão Técnica
Tatiana Tasquetto Fiorin/Colégio Politécnico

Ilustração
Erick Kraemer Colaço/CTISM
Marcel Santos Jacques/CTISM
Ricardo Antunes Machado/CTISM

Diagramação
Leandro Felipe Aguilar Freitas/CTISM
Valéria Guarda Lara Dalla Corte/CTISM

Ficha catalográfica elaborada por Alenir Inácio Goularte – CRB 10/990
Biblioteca Central da UFSM

P472s **Pes, Luciano Zucuni**
Solos / Luciano Zucuni Pes, Marlon Hilgert
Arenhardt. – Santa Maria : UFSM, Colégio Politécnico :
Rede e-Tec Brasil, 2015.
90 p. : il. ; 28 cm
ISBN 978-85-63573-78-0

1. Agricultura 2. Solos 3. Solos – Adubação 4. Solos – Classificação
5. Solos – Propriedades I. Arenhardt, Marlon Hilgert II. Título.

CDU 631.4

Apresentação e-Tec Brasil

Prezado estudante,
Bem-vindo a Rede e-Tec Brasil!

Você faz parte de uma rede nacional de ensino, que por sua vez constitui uma das ações do Pronatec – Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego. O Pronatec, instituído pela Lei nº 12.513/2011, tem como objetivo principal expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional e Tecnológica (EPT) para a população brasileira propiciando caminho de acesso mais rápido ao emprego.

É neste âmbito que as ações da Rede e-Tec Brasil promovem a parceria entre a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC) e as instâncias promotoras de ensino técnico como os Institutos Federais, as Secretarias de Educação dos Estados, as Universidades, as Escolas e Colégios Tecnológicos e o Sistema S.

A educação a distância no nosso país, de dimensões continentais e grande diversidade regional e cultural, longe de distanciar, aproxima as pessoas ao garantir acesso à educação de qualidade, e promover o fortalecimento da formação de jovens moradores de regiões distantes, geograficamente ou economicamente, dos grandes centros.

A Rede e-Tec Brasil leva diversos cursos técnicos a todas as regiões do país, incentivando os estudantes a concluir o ensino médio e realizar uma formação e atualização contínuas. Os cursos são ofertados pelas instituições de educação profissional e o atendimento ao estudante é realizado tanto nas sedes das instituições quanto em suas unidades remotas, os polos.

Os parceiros da Rede e-Tec Brasil acreditam em uma educação profissional qualificada – integradora do ensino médio e educação técnica, – é capaz de promover o cidadão com capacidades para produzir, mas também com autonomia diante das diferentes dimensões da realidade: cultural, social, familiar, esportiva, política e ética.

Nós acreditamos em você!
Desejamos sucesso na sua formação profissional!

Ministério da Educação
Janeiro de 2015

Nosso contato
etecbrasil@mec.gov.br



Indicação de ícones

Os ícones são elementos gráficos utilizados para ampliar as formas de linguagem e facilitar a organização e a leitura hipertextual.



Atenção: indica pontos de maior relevância no texto.



Saiba mais: oferece novas informações que enriquecem o assunto ou “curiosidades” e notícias recentes relacionadas ao tema estudado.



Glossário: indica a definição de um termo, palavra ou expressão utilizada no texto.



Mídias integradas: sempre que se desejar que os estudantes desenvolvam atividades empregando diferentes mídias: vídeos, filmes, jornais, ambiente AVEA e outras.



Atividades de aprendizagem: apresenta atividades em diferentes níveis de aprendizagem para que o estudante possa realizá-las e conferir o seu domínio do tema estudado.



Sumário

Palavra do professor-autor	9
Apresentação da disciplina	11
Projeto instrucional	13
Aula 1 – Conceitos iniciais	15
1.1 Conceituação de solo.....	15
Aula 2 – Gênese e morfologia do solo	19
2.1 Considerações iniciais.....	19
2.2 Tipos de rochas.....	19
2.3 Fatores de formação do solo.....	22
2.4 Composição do solo.....	24
2.5 Perfil do solo.....	25
Aula 3 – Propriedades do solo	29
3.1 Propriedades químicas.....	29
3.2 Propriedades físicas.....	31
3.3 Propriedades biológicas.....	37
Aula 4 – Classificação de solos	43
4.1 Descrição morfológica do solo.....	43
4.2 Sistemas de classificação de solos.....	45
4.3 Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).....	45
4.4 Principais ordens do SiBCS.....	47
Aula 5 – Amostragem de solo	51
5.1 Considerações iniciais.....	51
5.2 Importância da amostragem.....	51
5.3 Instrumentos para amostragem.....	52
5.4 Metodologia de amostragem.....	52
Aula 6 – Acidez do solo e calagem	57
6.1 Considerações iniciais.....	57
6.2 Noções sobre ácido, base e pH.....	57

6.3 Origem da acidez do solo.....	60
6.4 Tipos de acidez do solo.....	61
6.5 Correção da acidez do solo.....	62
Aula 7 – Nutrientes do solo e adubos.....	69
7.1 Considerações iniciais.....	69
7.2 Critérios de essencialidade dos nutrientes.....	69
7.3 Macronutrientes.....	70
7.4 Micronutrientes.....	71
7.5 Elementos úteis.....	72
7.6 Elementos tóxicos.....	72
7.7 Adubação mineral.....	73
7.8 Adubação orgânica.....	74
Aula 8 – Interpretação de análise de solo e recomendação de adubação.....	79
8.1 Interpretação de análises de solo.....	79
8.2 Recomendações de adubação de frutíferas.....	84
Referências.....	89
Curriculum do professor-autor.....	90

Palavra do professor-autor

Os diversos sistemas de produção agropecuária, seja de plantas frutíferas, hortaliças, culturas de grãos, criações de aves, de suínos, bovinos, enfim, todos eles apresentam um recurso em comum: o solo. Até mesmo os sistemas chamados de “cultivo sem solo”, como os hidropônicos, necessitam do solo para sustentação das estruturas necessárias para instalá-los. Sendo assim, devemos ter consciência de que o solo é base dos sistemas de produção.

Entender e difundir a importância deste recurso natural é um desafio que devemos encarar com urgência. Até que ponto os currículos das escolas de ensino básico dão a devida importância ao solo? Os meios de comunicação em massa reportam, com a frequência que ocorre, o uso incorreto do solo em diversas situações? Os municípios possuem um planejamento de uso do solo, de acordo com a aptidão de utilização do mesmo? A resposta para todas estas perguntas é, seguramente, não.

Talvez, essa seja uma das maiores contradições dos dias atuais... O recurso natural que é o alicerce dos sistemas de produção agropecuária, a base para as edificações humanas, o *habitat* de diversos organismos e que desempenha inúmeras outras funções no ecossistema, não é valorizado como merece! As causas desta situação são diversas, mas a mais importante é a informação. O volume de informação gerada sobre solos é imenso, a dificuldade está em transmitir esta informação, fazendo ela se tornar de senso comum.

O desafio dessa disciplina é exatamente este: conscientizá-lo da importância de cuidar bem do solo.

Espero que o nosso convívio e que os estudos que iremos realizar sejam agradáveis, para que, ao final da disciplina, nossos objetivos sejam alcançados.

Um grande abraço!
Luciano Zucuni Pes
Marlon Hilgert Arenhardt



Apresentação da disciplina

Este material tem como objetivo servir de base para os estudos da disciplina de Solos, do Curso Técnico em Fruticultura – Modalidade EAD.

Ele foi elaborado a partir da experiência teórica e prática em solos, pesquisas em livros, revistas técnicas/científicas e resumos publicados em eventos.

Os conteúdos programáticos são conduzidos em várias unidades, começando pela importância do estudo de solos e a sua conceituação.

Na sequência, são apresentadas as questões relacionadas à origem do solo, sua morfologia, suas propriedades e classificação.

Na continuação, é comentado como se deve proceder para amostrar um solo corretamente, para analisarmos seu estado, do ponto de vista químico.

No próximo momento da disciplina, estudaremos os fatores relacionados com a fertilidade do solo, como a acidez e como é realizada a sua correção, bem como os nutrientes e como é feita a sua reposição.

Para finalizar, vamos debater e realizar todos os passos para interpretar uma análise de solo e fazer a recomendação de fertilizantes com base na análise.



Projeto instrucional

Disciplina: Solos (carga horária: 45h).

Ementa: Identificar os solos em função da sua formação, composição e propriedades, adotando métodos adequados para a recuperação e manutenção da sua fertilidade.

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
1. Conceitos iniciais	Estabelecer um conceito para solo.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	02
2. Gênese e morfologia do solo	Distinguir os tipos de rochas. Reconhecer os fatores de formação do solo. Identificar do que o solo é composto. Reconhecer um perfil de solo e suas características.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	06
3. Propriedades do solo	Identificar as principais propriedades dos solos.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	05
4. Classificação de solos	Entender a estrutura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). Distinguir as principais ordens do SiBCS.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	05
5. Amostragem de solo	Entender a importância da correta amostragem de solo. Diferenciar as principais ferramentas de amostragem de solo. Reconhecer a metodologia e os cuidados para executar corretamente a amostragem.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	06
6. Acidez do solo e calagem	Entender a origem da acidez e suas formas no solo. Identificar os problemas causados pela acidez no solo. Reconhecer o que é a calagem do solo e seus benefícios. Identificar os principais corretivos de acidez do solo e como deve ser recomendada a sua utilização.	Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i> , exercícios.	05

AULA	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	MATERIAIS	CARGA HORÁRIA (horas)
7. Nutrientes do solo e adubos	<p>Identificar as diferenças entre os nutrientes essenciais, úteis e tóxicos.</p> <p>Identificar quais são os nutrientes essenciais, os úteis e os tóxicos.</p> <p>Reconhecer as diferenças entre os adubos minerais e orgânicos, bem como a sua correta utilização.</p>	<p>Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i>, exercícios.</p>	06
8. Interpretação de análises de solo e recomendações de adubação	<p>Entender como se procede a interpretação de uma análise de solo.</p> <p>Reconhecer as etapas para a recomendação de fertilizantes.</p>	<p>Ambiente virtual: plataforma Moodle. Apostila didática. Recursos de apoio: <i>links</i>, exercícios.</p>	10

Aula 1 – Conceitos iniciais

Objetivos

Estabelecer um conceito para solo.

1.1 Conceituação de solo

O pré-requisito básico para iniciarmos os estudos sobre determinado tema é termos um mínimo de conhecimento sobre ele, ou seja, saber pelo menos do que se trata. Em relação a solos, talvez as primeiras imagens que nos vem em mente são as apresentadas na Figura 1.1.



Figura 1.1: Porção de terra descoberta (a) e solo após o preparo (b)

Fonte: Autores

Estas imagens apresentam uma porção de terra descoberta, onde a vegetação foi removida manualmente e, também, um solo após o preparo com grade de discos. Mas será que o solo se resume apenas a isto? Com certeza não.

Os solos, de maneira em geral, têm por origem as rochas, que com o passar dos anos e atuação de diversos fatores, vão se decompondo, até formar o solo. O que acontece, de maneira resumida, é o que está ilustrado na Figura 1.2.

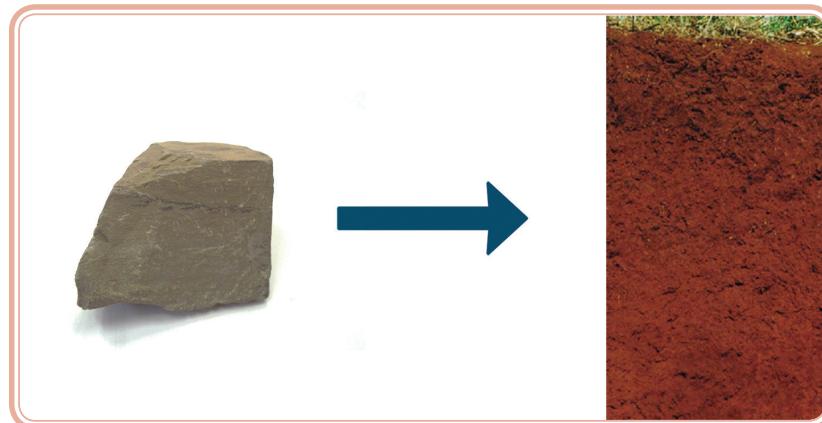


Figura 1.2: Formação do solo

Fonte: Autores

Portanto, na maioria dos casos, o solo é a camada que está entre seu material de origem (rochas) e a atmosfera. Esta visão que temos do solo é chamada de perfil, conforme mostra a Figura 1.3.

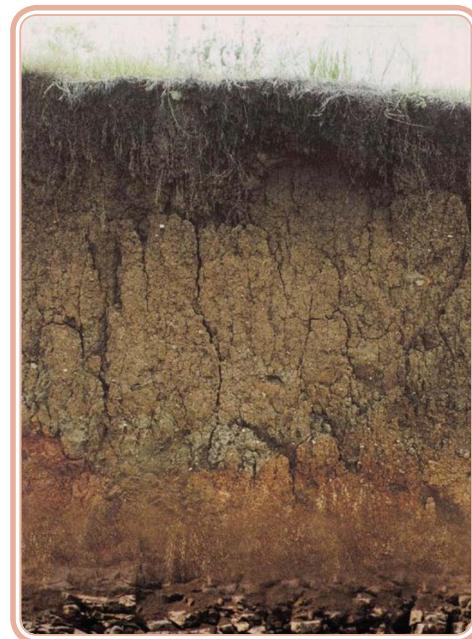


Figura 1.3: Perfil do solo

Fonte: Streck et al., 2002



Sendo assim, podemos elaborar um conceito geral para solos, como sendo corpos naturais, que ocupam porções na superfície terrestre e servem de alicerce para os sistemas de produção agropecuária e edificações dos humanos, sendo resultado dos fatores e processos de sua formação.

Também, é importante salientar que o solo irá apresentar diferentes significados conforme varia o usuário deste recurso natural. No nosso caso, do Curso Técnico em Fruticultura, iremos estudar o solo como sendo o meio para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Entretanto, este ponto de vista pode variar, conforme ilustrado na Figura 1.4. A importância e o estudo de solos para um engenheiro civil não será o mesmo para um agricultor e ambos serão diferentes para um biólogo.

Por isso, é importante termos uma ideia geral do que significa o solo e adequar esta ideia ao uso que damos a ele. Assim, não será estabelecido um conceito rigoroso para solo. Você deverá utilizar os conhecimentos prévios que tinha sobre ele e agregar estas novas informações apresentadas nesta unidade.

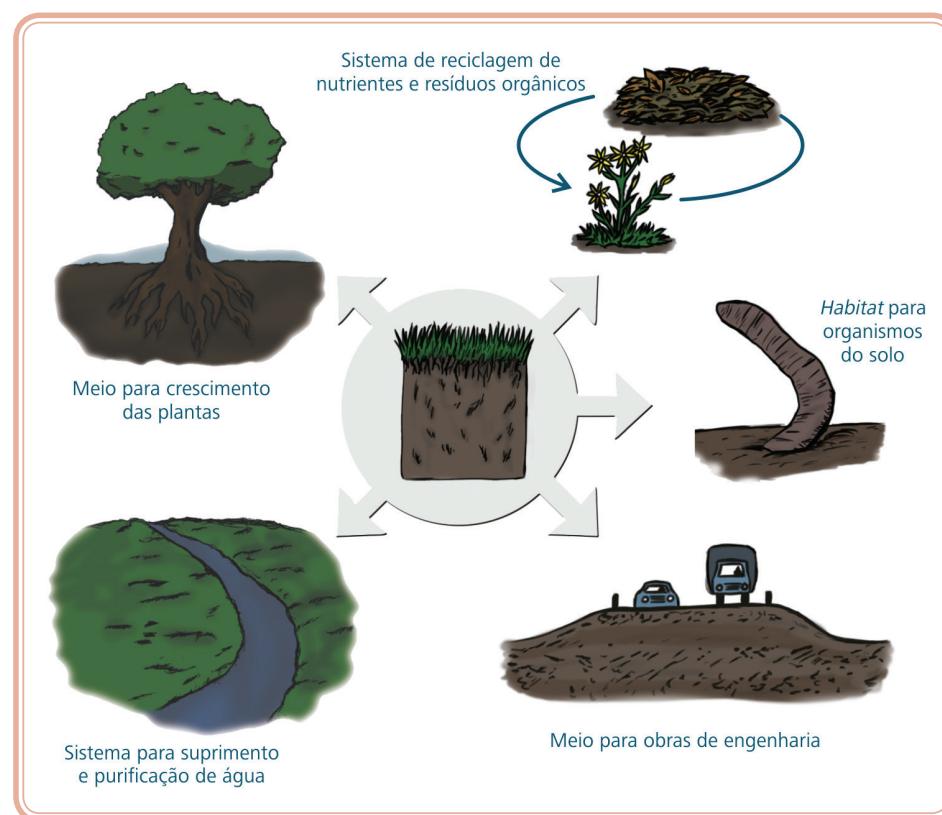


Figura 1.4: Significado do solo para diferentes profissionais

Fonte: CTISM, adaptado de Brady e Weil, 1999

Resumo

O objetivo dessa aula foi realizar uma introdução ao tema que iremos tratar nessa disciplina. Vimos que, em sua maioria, os solos têm como material de origem as rochas e que o perfil nos dá uma visão do seu limite inferior (rochas) e superior (atmosfera).

Além disso, tratamos da conceituação do solo e dos diversos significados que este recurso natural apresenta, conforme varia o seu usuário.



Atividades de aprendizagem

1. Elabore o seu conceito de solo, considerando os diversos aspectos comentados nessa aula.

Aula 2 – Gênese e morfologia do solo

Objetivos

Distinguir os tipos de rochas.

Reconhecer os fatores de formação do solo.

Identificar do que o solo é composto.

Reconhecer um perfil de solo e suas características.

2.1 Considerações iniciais

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.

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)

Fonte: Autores

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

Fonte: Autores

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

Fonte: Autores

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

Fonte: Autores

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

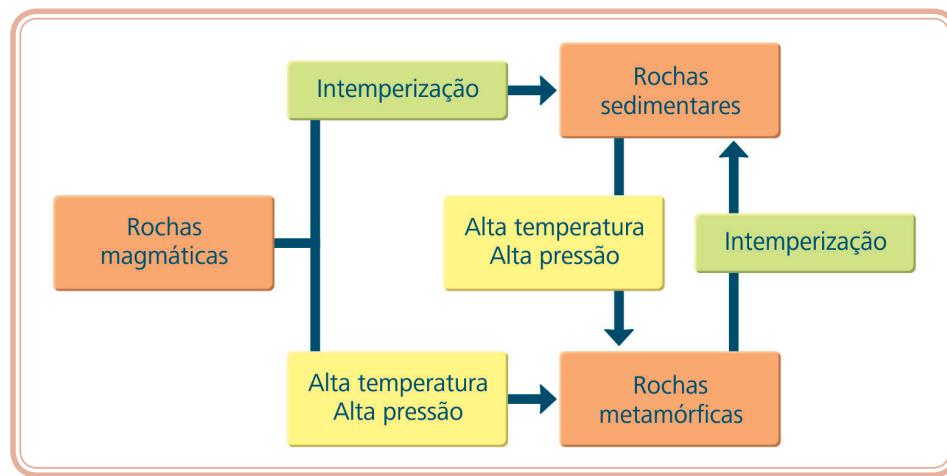


Figura 2.5: Dinâmica das rochas

Fonte: CTISM, adaptado de autores

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.

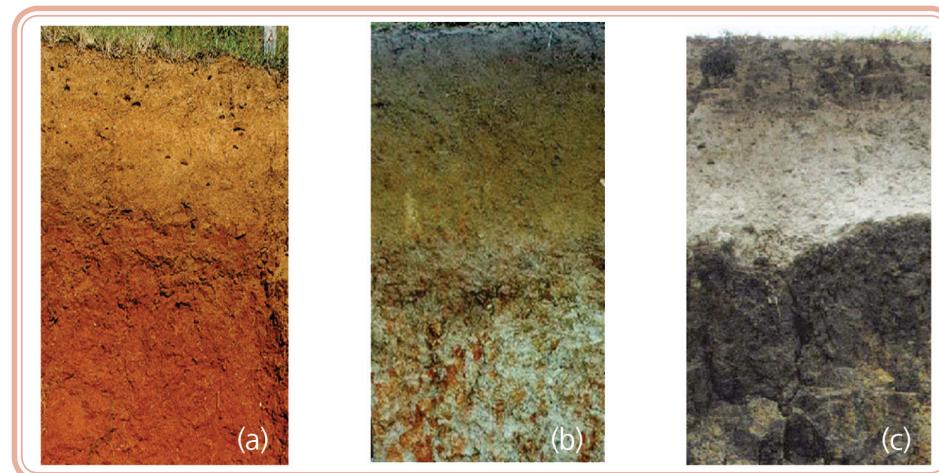


Figura 2.6: Perfis de solos Argissolo (a), Plintossolo (b) e Planossolo (c)

Fonte: Streck et al., 2002

A conclusão que se chega observando a Figura 2.6 é de que os solos não são iguais. Estes perfis de solo 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, extraíndo 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).

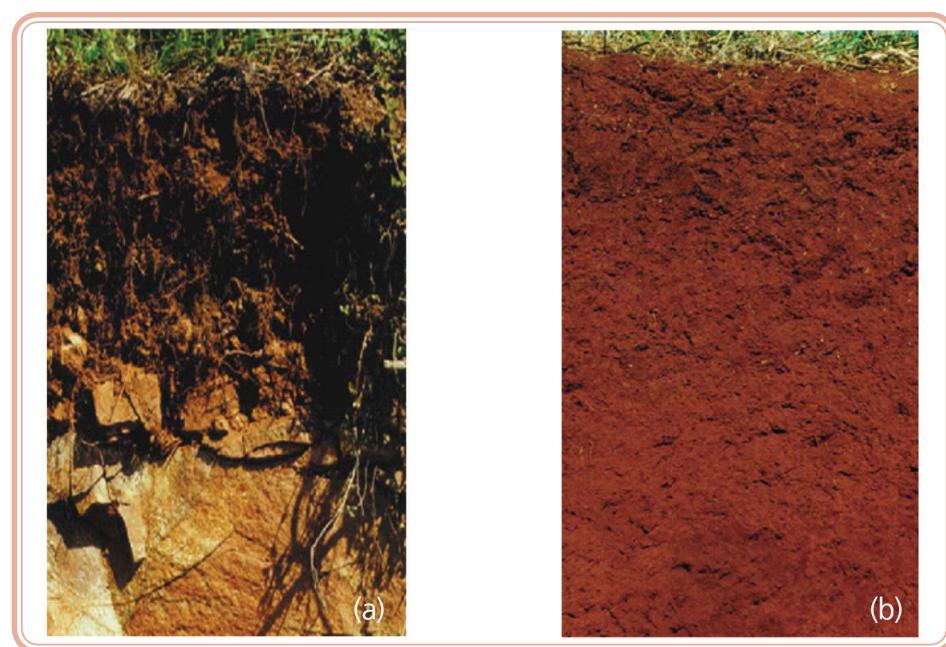


Figura 2.7: Perfil de um solo pouco desenvolvido (a) e de um solo bastante desenvolvido (b)
Fonte: Streck et al., 2002

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 num solo seco estará preenchida 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.

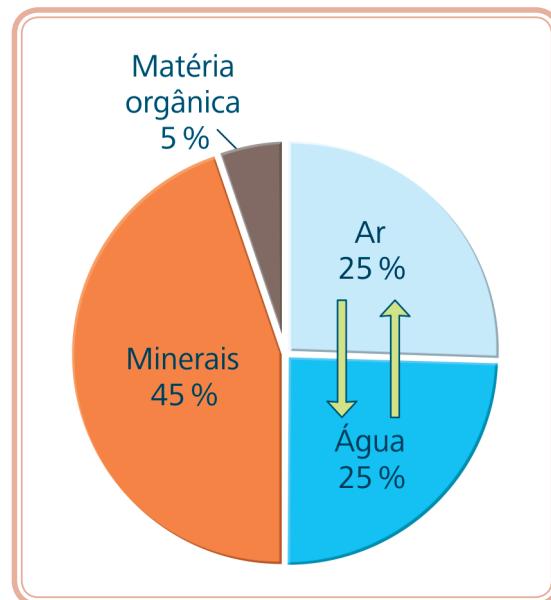


Figura 2.8: Distribuição ideal das fases sólida, líquida e gasosa no solo

Fonte: CTISM, adaptado dos autores

A fase líquida é composta pela água e os nutrientes nela dissolvidos. Na fase gasosa, o ar é de origem atmosférica ou da atividade dos organismos do solo. Já a fase sólida, constituída de frações minerais e orgânicas, apresenta partículas de diferentes tamanhos, conforme classificação do Quadro 2.1.

Quadro 2.1: Distribuição do tamanho de partículas do solo

Frações	Diâmetro das partículas (mm)
Matação	> 200
Calhaus	20 – 200
Cascalho	2 – 20
Areia grossa	0,2 – 2
Areia fina	0,05 – 0,2
Silte	0,002 – 0,05
Argila	< 0,002

Fonte: Autores

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.

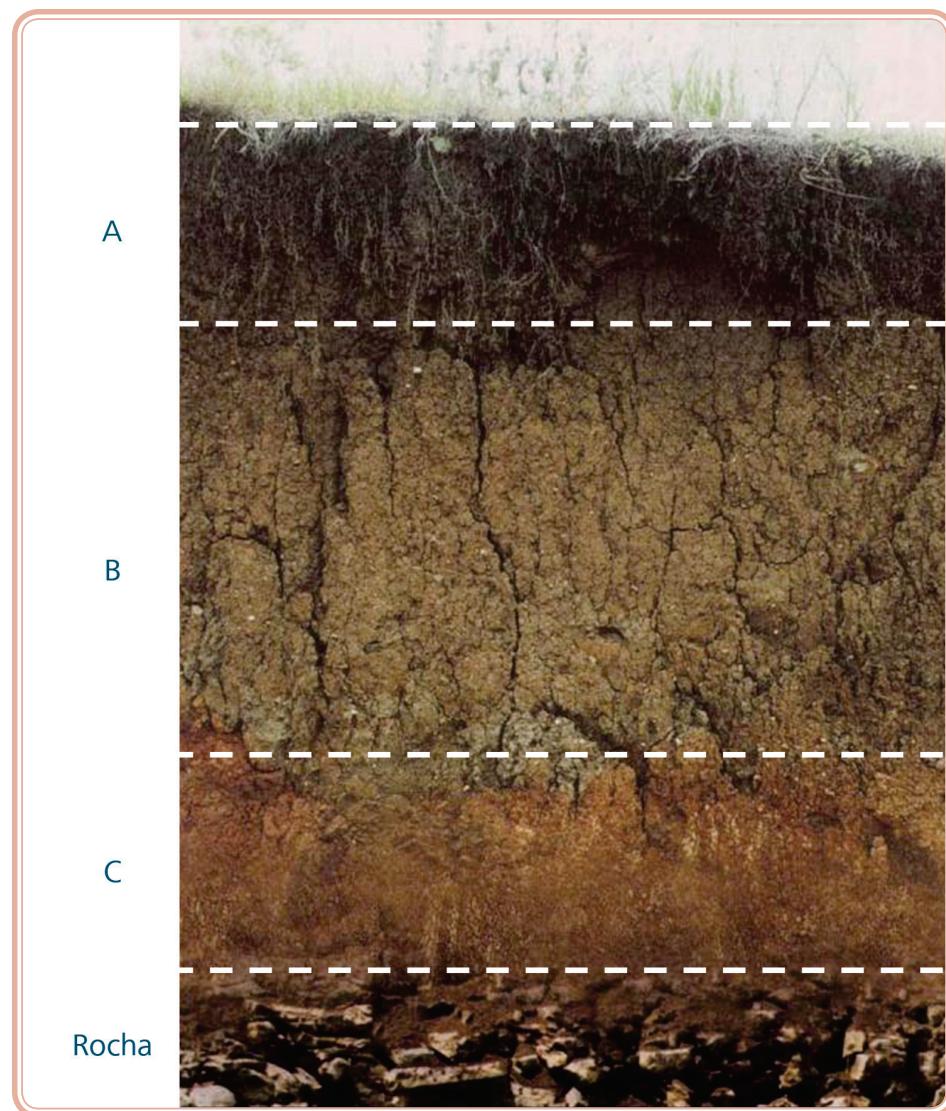


Figura 2.9: Perfil do solo com os horizontes divididos e nomeados

Fonte: Streck et al., 2002

Os solos podem apresentar outros horizontes além do ABC, como o E. As características dos principais horizontes podem ser visualizadas no Quadro 2.2.

Os solos apresentam uma grande variabilidade de tipos, cores, profundidade e presença de horizontes. Nem sempre os solos irão apresentar todos os horizontes citados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Horizontes do solo e suas principais características

Horizonte/camada	Características
O	Horizonte ou camada orgânica superficial formada em boa drenagem.
H	Horizonte ou camada orgânica superficial formada em má drenagem.
A	Horizonte mineral superficial, geralmente mais escuro que os demais, devido ao acúmulo de matéria orgânica.
E	Horizonte mineral subsuperficial, situado entre o horizonte A e o B. Tem como características ser mais arenoso e mais claro que os demais. A argila deste horizonte se desloca para o de baixo (B), através de um processo denominado de eluviação.
B	Horizonte mineral situado sob um horizonte A ou E, apresentando transformações mais acentuadas do material de origem. Pode apresentar ganhos de matéria mineral ou orgânica, originados dos horizontes de cima.
C	Horizonte ou camada de material inconsolidado.
R	Camada mineral de material consolidado (rochas).

Fonte: Autores

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.

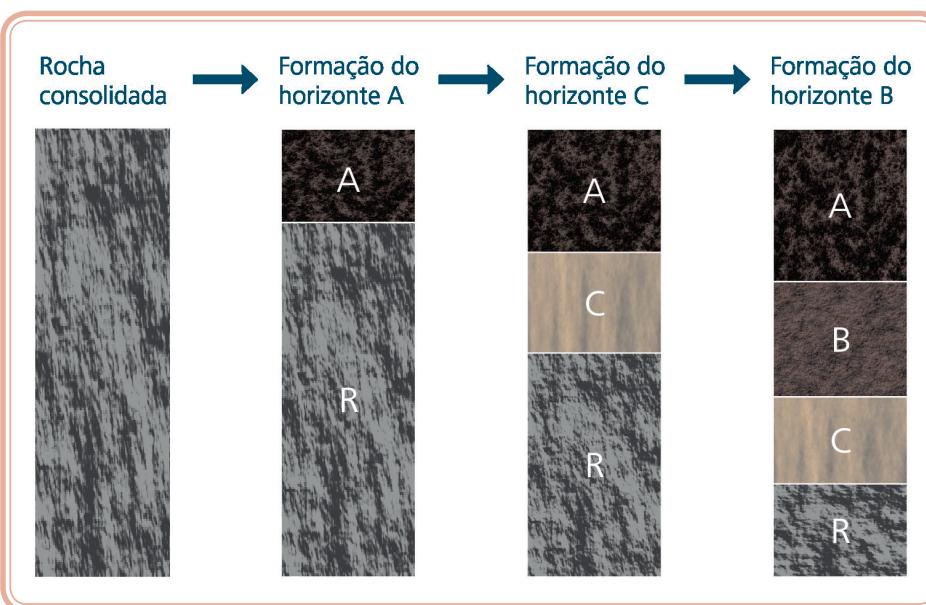


Figura 2.10: Esquema da evolução da formação dos horizontes do solo

Fonte: CTISM, adaptado de autores

Resumo

Nessa aula, podemos observar que os solos podem ser formados a partir de dois tipos de material de origem: os minerais e os orgânicos. Os solos minerais são formados a partir de rochas, que podem ser de três tipos: magmáticas (ou ígneas), sedimentares e metamórficas. Esse material de origem, até chegar ao solo formado, passa por um processo chamado de intemperização.

A formação do solo é condicionada pelos fatores de formação, que são o material de origem, o clima, o relevo, os organismos e o tempo. A ação integrada dos fatores de formação dará origem à diversidade de solos existentes na natureza.

O solo, depois de formado, é composto pelas fases sólida, líquida e gasosa. A fase sólida compõe aproximadamente 50 % do solo, sendo 45 % mineral e 5 % de matéria orgânica. O restante dos 50 % do solo é composto de espaço poroso, que pode ser ocupado por água ou gases.

Além disso, quando estudamos um perfil de solo, observa-se que ele é dividido em horizontes. Dependendo da idade do solo, ele pode apresentar um ou vários horizontes.



Atividades de aprendizagem

- 1.** Quais são os principais tipos de rochas e como elas se formam?
- 2.** Quais são os fatores de formação do solo? Como eles influenciam na formação do solo?
- 3.** Qual é a composição do solo?
- 4.** Como o perfil do solo é dividido? Quais são os principais horizontes existentes?
- 5.** Observe em sua propriedade ou beira de estrada um perfil de solo. Tire uma fotografia e descreva o que foi visualizado.

Aula 3 – Propriedades do solo

Objetivos

Identificar as principais propriedades dos solos.

3.1 Propriedades químicas

Nesse item iremos estudar, brevemente, as principais propriedades químicas do solo, que são de fundamental importância para a nutrição das plantas. Veremos como ocorre o fenômeno de retenção dos nutrientes pelo solo, que evita que eles sejam perdidos pela ação da água e, ao mesmo tempo, permite serem absorvidos pelas plantas. Esse assunto será complementado nas Aulas 6 e 7, quando iremos tratar sobre a acidez do solo e os nutrientes essenciais às plantas, respectivamente.

3.1.1 Cargas elétricas no solo

Os solos apresentam cargas elétricas decorrentes do processo de formação do solo. A estrutura da fração mineral do solo não é perfeita, sendo ela cheia de falhas, distorções e substituições. E quanto menor o tamanho da fração mineral, no caso, a argila, maiores são as imperfeições. São esses defeitos que geralmente resultam em desbalanço de carga elétrica. Nas estruturas orgânicas (matéria orgânica), ocorre processo semelhante.

Os solos possuem cargas elétricas, que estão concentradas, principalmente, na fração de tamanho argila, tanto mineral, quanto orgânica.



As cargas elétricas desempenham papel fundamental no ecossistema, pois são responsáveis pela adsorção (retenção) de nutrientes que serão utilizados pelas plantas para seu crescimento e desenvolvimento. Se as cargas elétricas não existissem, esses nutrientes seriam levados pela água que infiltra no perfil.

A medida das cargas elétricas negativas do solo é chamada de Capacidade de Troca de Cátions (CTC). Já a medida das cargas elétricas positivas do solo é chamada de Capacidade de Troca de Ânions (CTA). Geralmente, existe um predomínio de cargas negativas em relação às cargas positivas.

3.1.2 Adsorção e troca de íons

A adsorção e troca de íons ocorre, principalmente, pela interação entre a fase líquida e a fase sólida da fração argila do solo. A adsorção é o nome do processo reversível em que os íons da solução do solo são retidos pelas partículas da fração argila do solo. Por ser reversível, os íons permanecem no solo disponíveis às plantas, mesmo que a retenção seja suficiente para impedir que eles sejam carregados pela água que infiltra.

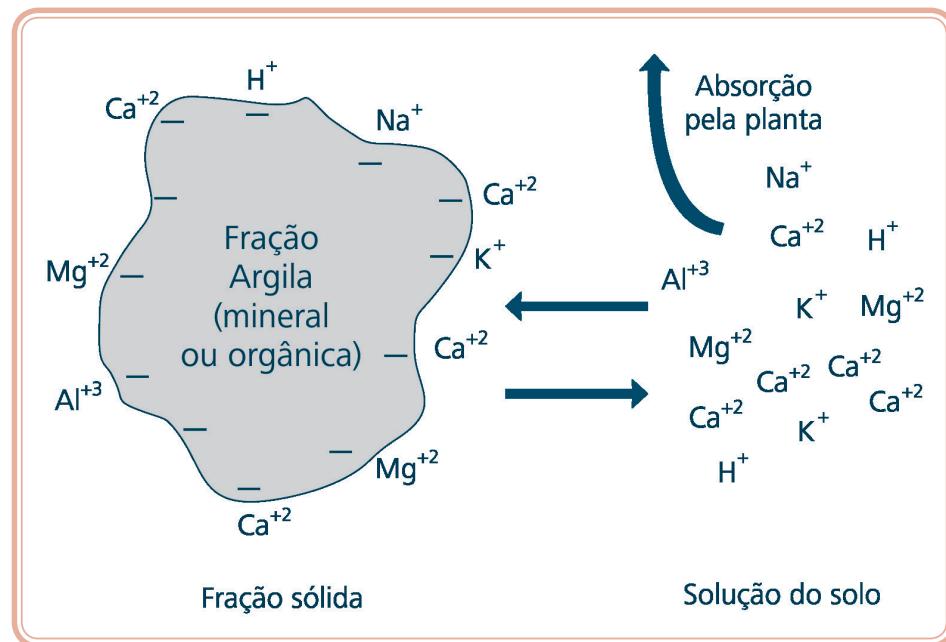


Figura 3.1: Esquema da adsorção e troca de íons no solo

Fonte: CTISM, adaptado de autores

3.1.2.1 Capacidade de Troca de Cátions (CTC)

A CTC é a quantidade de cátions (íons carregados positivamente) que o solo é capaz de reter por unidade de peso. **É de fundamental importância para avaliação da fertilidade do solo.**

A CTC varia conforme o pH do solo. A **CTC determinada ao pH do solo** é chamada de **CTC efetiva ou real**. Já a **CTC determinada com uma solução a pH 7,0** é denominada de CTC Potencial. Os solos, em geral, irão apresentar CTC Efetiva menor que a Potencial, pois os solos, em sua maioria, são ácidos.

A **CTC potencial** é estimada através do valor T, que é a soma dos seguintes elementos adsorvidos:

$$T = Ca^{+2} + Mg^{+2} + K^{+1} + Na^{+1} + H^{+1} + Al^{+3}$$

Já a **CTC efetiva** é estimada pela seguinte soma:

$$\text{CTC}_{\text{efetiva}} = \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+1} + \text{Na}^{+1} + \text{Al}^{+3}$$

Além disso, outras relações podem ser feitas a partir dos cálculos acima.

Os elementos Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+1} , Na^{+1} são denominados de bases trocáveis e a soma deles de valor **S** ou **soma de bases**:

$$S = \text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2} + \text{K}^{+1} + \text{Na}^{+1}$$

Já a porcentagem de bases trocáveis na CTC potencial é denominada de **saturação de bases** ou valor **V**:

$$V(\%) = \frac{S}{T} \times 100$$

Um solo é considerado **distrófico**, quando a saturação de bases (valor V) for menor que 50 % e **eutrófico**, quando for maior ou igual a 50 %.

3.2 Propriedades físicas

Nessa subunidade iremos estudar as principais propriedades físicas dos solos, que são as seguintes: textura, estrutura, densidade, porosidade e consistência. Veremos que, algumas dessas propriedades, não podem ser alteradas pelo manejo empregado no solo e as estratégias para obtermos um solo fisicamente ideal, que seria um solo com boa retenção de água, bom arejamento, bom suprimento de calor, pouca resistência ao crescimento radicular, boa estabilidade dos agregados e boa infiltração de água.

3.2.1 Textura

A textura diz respeito às dimensões e características das partículas do solo. Ela é a principal propriedade física do solo, estando diretamente relacionada com a utilização e produtividade do solo. As principais partículas do solo, bem como suas características, estão apresentadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1: Principais partículas do solo e suas respectivas características

Areia (partículas entre 0,05 e 2 mm)
Ao tato, apresenta aspereza e não é plástica e nem pegajosa. É responsável pelo aparecimento de macroporos.
É responsável pela aeração do solo. Retém pouca água e nutrientes.
Silte (partículas entre 0,002 e 0,05 mm)
Apresenta a sensação de sedosidade ao tato. Retém pouca água e poucos nutrientes.
Argila (partículas menores que 0,002 mm)
Ao tato, é plástica e pegajosa, quando molhada. Promove a estruturação do solo. Promove o aparecimento de muitos poros (principalmente microporos). Retém muita água e muitos nutrientes.

Fonte: Autores

A textura do solo pode ser determinada através de análises de laboratório ou a campo, através de aproximação, utilizando o tato e as sensações que cada partícula passa, conforme está descrito no Quadro 3.1. Após realizar esta determinação aproximada, basta transferir os valores para o “Triângulo Textural”, que está na Figura 3.2.

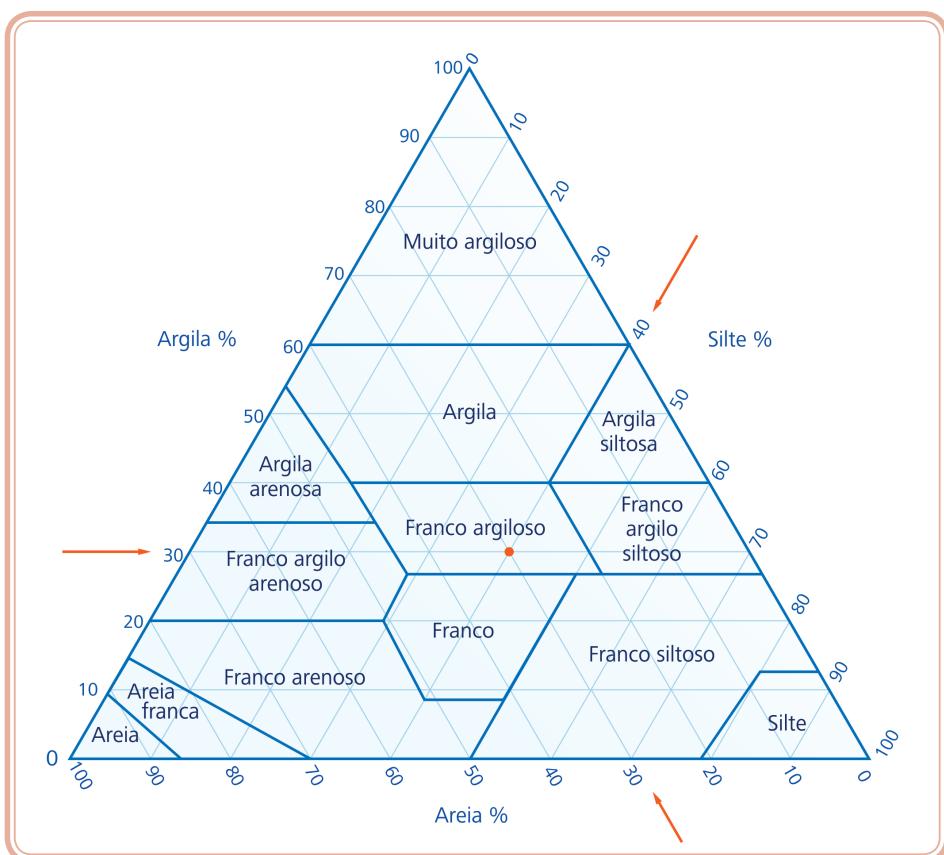


Figura 3.2: Triângulo textural

Fonte: CTISM, adaptado de Streck et al., 2002

Exemplo

Se o resultado da determinação das proporções das partículas do solo, por laboratório ou sensação ao tato, tenha dado o seguinte:

Areia = 30 %

Silte = 40 %

Argila = 30 %

Então, este solo é classificado como franco-argiloso.

Conforme varia a predominância de determinado tamanho de partícula no solo, as características do solo também vão variar, especialmente em relação ao manejo que deve ser dispensado a este solo. As principais variações podem ser observadas no Quadro 3.2.

Quadro 3.2: Principais diferenças entre solos arenosos e argilosos

Solo arenoso	Solo argiloso
<ul style="list-style-type: none">• Solos permeáveis.• Não retém água.• Fáceis de serem trabalhados.• Consistência solta.• Solos leves.• Pouca coesão entre partículas.• Coloração clara.• Rápida evaporação da água.• Solos drenados (secos).• Fáceis de sofrer erosão.	<ul style="list-style-type: none">• Solos com baixa permeabilidade.• Retém energicamente a água.• Dificuldade, em parte, de cultivar.• Consistência compacta.• Solos pesados.• Boa coesão e plasticidade.• Coloração escura.• Lenta evaporação da água.• Solos mal drenados (úmidos).

Fonte: Autores

3.2.2 Estrutura

A estrutura do solo pode ser definida como sendo a combinação entre agregados e porosidade. As partículas unitárias do solo (areia, silte e argila) unem-se através de forças de adesão e coesão, formando os agregados do solo. Estes agregados, de maneira grosseira, podem ser descritos como pequenos torrões de solo que apresentam estabilidade. Os espaços que se formam entre as partículas unitárias do solo e entre os próprios agregados é que dão origem à porosidade do solo, como pode ser visualizado na Figura 3.3.

A estruturação do solo é **promovida**, principalmente, pela **argila** e pela **matéria orgânica** do solo.



Quanto mais estruturado um solo, **maior volume total de poros** ele possui e, portanto, **maior capacidade de armazenamento de água**.

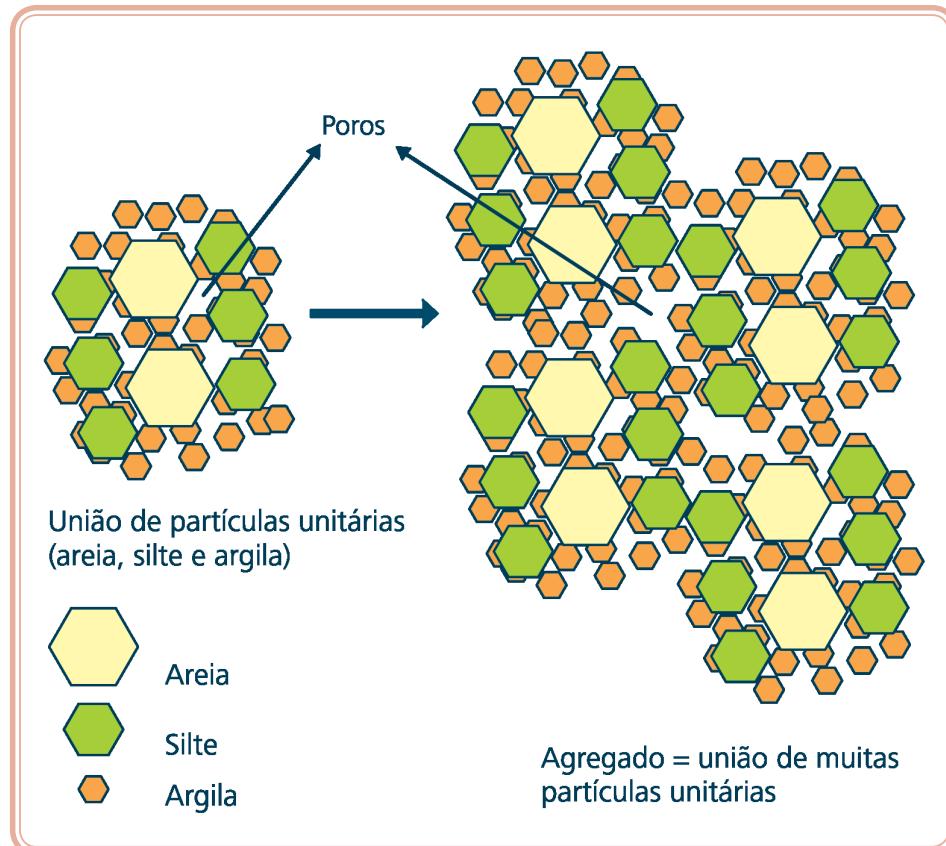


Figura 3.3: Esquema da formação dos agregados e do surgimento da porosidade

Fonte: CTISM, adaptado de autores

Na Figura 3.4, são apresentados agregados de solos distintos, sendo originários dos municípios de Quaraí (a), Passo Fundo (b) e Manoel Viana (c). Repare que o último solo não apresenta agregação, sendo extremamente frágil e muito suscetível a erosão.



Figura 3.4: Amostras de solos de diferentes municípios do Rio Grande do Sul, com diferentes agregações. Quaraí (a), Passo Fundo (b) e Manoel Viana (c)

Fonte: Autores

3.2.3 Densidade

A densidade do solo é a relação entre a massa do solo e o volume que este ocupa.

A densidade do solo é calculada da seguinte forma:

$$D = \frac{m}{v}$$

Onde: m é a massa
v é o volume de solo

A unidade da densidade pode ser expressa em g/cm³, kg/dm³ e Mg/m³.

A densidade do solo geralmente é determinada com auxílio de anéis volumétricos, como o mostrado na Figura 3.5(a), que são inseridos no solo conforme a avaliação que se deseja realizar. Na Figura 3.5(b) é apresentada uma avaliação de densidade do solo em diferentes profundidades.

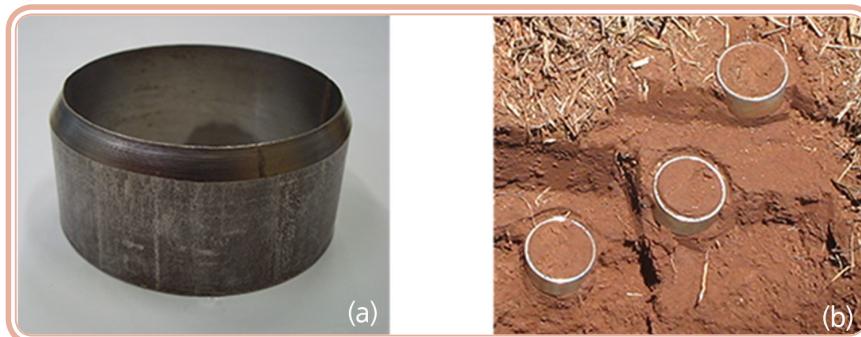


Figura 3.5: Anel volumétrico para determinação da densidade (a) e avaliação da densidade do solo em diferentes profundidades (b)

Fonte: (a) Autores
(b) Santi, 2007

A determinação da densidade do solo é importante para avaliação das condições do solo para o desenvolvimento das plantas. Em geral, os solos minerais apresentam densidade do solo variando entre 1,1 e 1,6 kg/dm³.

Quando a **densidade do solo aumenta**, chegando a valores de **1,7, 1,8 kg/dm³**, podem ocorrer problemas decorrentes da **compactação do solo**.

A compactação do solo, ou seja, o aumento da densidade, ocasiona diversos problemas, como:

- Limita o crescimento radicular.
- Diminui a infiltração de água.
- Reduz a capacidade de armazenamento de água e ar.

- Dificulta a germinação de sementes e as trocas gasosas, processos importantes para o desenvolvimento vegetal.

Algumas situações que favorecem a compactação do solo são:

- Solos com pouca matéria orgânica.
- Solos argilosos tendem a se compactar mais que os arenosos.
- Tráfego intenso de máquinas sobre o solo, especialmente com o solo úmido.
- Solos com pouca agregação.
- Pisoteio excessivo de animais, quando a carga é incompatível com a área disponível.

Depois de constatado que o solo está compactado, algumas alternativas podem ser utilizadas para resolver o problema. Porém, é necessária uma mudança de mentalidade de uso e manejo do solo para evitar que o problema se instale. Neste sentido, é indicado:

- Trafegar com máquinas apenas quando necessário e, preferencialmente, com o solo seco.
- Tentar utilizar rodados mais largos nas máquinas agrícolas.
- Usar carga animal compatível com o tamanho da área e oferta de forragem.
- Utilizar plantas de cobertura, especialmente as que possuem sistema radicular agressivo, como o nabo e a aveia-preta.

Algumas práticas mecânicas para descompactação do solo podem ser utilizadas, como a escarificação e a subsolagem. Entretanto, se as práticas incorretas de uso e manejo persistirem, o problema da compactação pode retornar em pouco tempo.

3.2.4 Porosidade

A porosidade do solo é considerada o volume de vazios que ele apresenta. Os valores da porosidade variam entre 30-60 % do volume total do solo. A porosidade é dividida em macroporos e microporos. Os macroporos são aqueles de diâmetro maior ($> 0,06$ mm), sendo responsáveis, principalmente, pela

aeração do solo. Já os microporos são os de diâmetro menor ($< 0,06$ mm), sendo responsáveis, especialmente, pela retenção da água no solo.

Vários fatores influenciam na porosidade do solo, como:

- **Textura** – os solos argilosos, em geral, apresentam maior microporosidade e porosidade total. Já os solos arenosos apresentam maior macroporosidade.
- **Estrutura** – quanto mais estruturado um solo, maior o volume total de poros ele possui.
- **Máteria orgânica** – a matéria orgânica possui natureza porosa e também contribui para o desenvolvimento da estrutura do solo.

3.2.5 Consistência

A consistência trata do comportamento do solo em diferentes umidades. Neste sentido, observa-se quando ele está seco, úmido e molhado. Quando está seco, o solo apresenta propriedades relacionadas à dureza. Já quando está úmido, apresenta propriedades relacionadas à friabilidade. E, finalmente, quando está molhado, apresenta propriedades relacionadas à plasticidade e pegajosidade.

Estas propriedades são muito importantes quando vamos realizar qualquer operação de preparo de solo. O ideal de se trabalhar o solo é quando ele está úmido (friável), pois neste ponto de umidade se alcança o máximo rendimento operacional. À nível de campo, para se determinar o “ponto de friabilidade”, deve-se retirar torrões do solo e os mesmos serem quebrados com uma leve pressão entre os dedos indicador e polegar, sem o solo ficar grudado.

3.3 Propriedades biológicas

As propriedades biológicas dizem respeito aos organismos do solo. Uma quantidade muito grande de organismos vive no solo e nele causam modificações. Os canais desenvolvidos pelos animais e aqueles deixados pelas raízes mortas facilitam a aeração e a drenagem do solo. Muitos outros animais contribuem com maior ou menor intensidade na aeração, drenagem ou decomposição de matéria orgânica.

Grande parte das pessoas imagina o solo como um corpo morto. Ao contrário disso, o solo deve ser considerado um organismo vivo, devido aos inúmeros seres que abriga. O peso total de matéria viva, inclusive raízes vegetais, em

um hectare, na camada arável do solo, pode variar de 2.000 a 20.000 kg. A maioria dos organismos do solo é tão pequena que só podem ser vistos com o auxílio de microscópio, sendo eles, principalmente, os fungos e as bactérias.

Entre os organismos, existem aqueles que são benéficos, ou seja, formam associações que compartilham nutrientes com as plantas, como as micorrizas (importantes na absorção de fósforo) e as bactérias fixadoras de nitrogênio (que se associam às raízes das leguminosas e conseguem retirar nitrogênio do ar atmosférico, sendo uma parte disponibilizada para as plantas). Por outro lado, existem aqueles organismos considerados prejudiciais, que se alimentam de partes das plantas cultivadas ou são causadores de doenças.

Considerável fração dessa vida existente no solo atua na ciclagem dos nutrientes: os macrorganismos atuam partindo os resíduos das plantas e animais, retirando deles os seus nutrientes e deixando as frações menores. Estas frações menores se tornam acessíveis à ação dos microrganismos, que após decompor esse material, liberam os nutrientes para a solução do solo, podendo ser novamente absorvidos pelas plantas.

3.3.1 Matéria orgânica do solo

Na natureza, a matéria orgânica é produzida, principalmente, pelas plantas, através da conversão do CO₂ atmosférico em compostos contendo C (carbono), durante a fotossíntese. O termo Matéria Orgânica do Solo (MOS) refere-se a todos os compostos que contêm carbono orgânico no solo, incluindo os microrganismos vivos e mortos e resíduos de plantas e animais parcialmente decompostos. Os principais constituintes da matéria orgânica são o C (carbono), O (oxigênio), H (hidrogênio) e N (nitrogênio).

3.3.1.1 Funções

Na maioria dos solos, o teor de MOS varia de 0,5 a 5,0 % nos horizontes minerais superficiais, podendo apresentar valores mais elevados em solos orgânicos. Apesar de se encontrar em pequena quantidade, a MOS é importante para os sistemas de produção agrícola, devido aos efeitos benéficos que promove nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

- **Químicas** – a MOS tem forte efeito sobre a fertilidade do solo. É fonte de nutrientes para as plantas, principalmente N, S e P. Como a matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio no solo, o seu teor é utilizado como um dos critérios de recomendação de adubação nitrogenada para as culturas. A MOS apresenta cargas elétricas de superfície e contribui para a Capacidade de Troca de Cátions (CTC).

- **Físicas** – os compostos orgânicos que constituem a MOS participam das ligações entre as partículas individuais do solo (argila, silte e areia), atuando como agentes cimentantes dos agregados. A maior estabilidade que a MOS promove aos agregados também aumenta a resistência do solo à erosão. A cobertura do solo por resíduos orgânicos evita grandes variações de temperatura e umidade nas camadas superficiais do solo durante o dia.
- **Biológicas** – os compostos de carbono da MOS servem como fonte de energia e nutrientes para os organismos do solo, pois sua atividade está diretamente relacionada à disponibilidade deste elemento.

3.3.1.2 Imobilização e mineralização

Os componentes dos tecidos vegetais e animais, incorporados ao solo, são decompostos por microrganismos, que transformam estruturas químicas complexas em substâncias mais simples. Partes dos compostos simples e da energia liberada são utilizadas pelos microrganismos para seu próprio metabolismo e reprodução. Esta reprodução provoca um aumento da biomassa do solo, imobilizando parte dos nutrientes que estavam contidos nos resíduos. Dessa forma, este aumento de biomassa representa uma imobilização temporária dos nutrientes, carbono e energia que se encontrava, originalmente, nos tecidos vegetais e animais que compunham o resíduo e que agora fazem parte dos resíduos microbianos. Os nutrientes imobilizados podem atingir grandes quantidades, mas com a morte dos microrganismos, ocorre o retorno dos nutrientes à sua forma solúvel, disponível para o aproveitamento pelas plantas, processo chamado mineralização.

3.3.1.3 Relação carbono/nitrogênio

Quando um resíduo é adicionado ao solo, ocorre um aumento da população microbiana, estimulado pelo aporte de energia e nutrientes que os resíduos apresentam. Com este aumento da população microbiana, a demanda por oxigênio, nutrientes, energia e carbono aumenta. Os tecidos microbianos possuem, em média, uma concentração de 5 % de N, o que resulta em uma relação C/N entre 20 e 30. Isto significa que os resíduos que possuírem uma relação C/N entre 20 e 30, fornecerão o nitrogênio necessário para a reprodução microbiana, não havendo imobilização, nem mineralização. Se a relação C/N for maior, significa que os microrganismos buscarão outras fontes de N para satisfazer a demanda e consumirão formas de nitrogênio que estão disponíveis para as plantas, resultando em uma imobilização líquida e podendo causar deficiência temporária de nitrogênio para as plantas. Se, por outro lado, a relação C/N for menor que 20 a 30, haverá um excesso de N no resíduo,

que será mineralizado e desprezado pelos microrganismos, permanecendo disponível para as plantas já num primeiro momento.

Um resumo desta dinâmica pode ser observado no Quadro 3.3.

Quadro 3.3: Efeito da adição de resíduos de diferentes relações C/N no solo

C/N do resíduo	Processo	Disponibilidade de nutrientes
< 20	Mineralização	Aumenta
20 a 30	Equilíbrio	Sem alteração
> 30	Imobilização	Diminui

Fonte: Autores

Resumo

Nessa aula estudamos as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Nas propriedades químicas, vimos que elas estão relacionadas com os processos de adsorção e troca de íons no solo, que são funções vitais para o desenvolvimento vegetal. Após, estudamos as propriedades físicas do solo, que são a textura, a estrutura, a densidade, a porosidade e a consistência. Algumas das propriedades físicas como a estrutura, a densidade e a porosidade, podem ser alteradas pelo manejo que adotamos no solo. A maioria das propriedades físicas, também, tem relação direta com a produtividade do solo. Para finalizar, trabalhamos as propriedades biológicas, as que dão vida ao solo e vimos a importância e a influência que esta propriedade exerce sobre a qualidade do solo.



Atividades de aprendizagem

- 1.** Qual a importância das cargas elétricas no solo?
- 2.** Qual a diferença entre CTC e CTA?
- 3.** Quais são os dois tipos de CTC? Qual a maior nos solos ácidos?
- 4.** Qual a diferença entre um solo eutrófico e distrófico?

5. Com base no quadro abaixo, calcule:

Solo	Ca^{+2}	Mg^{+2}	K^+	Na^+	Al^{+3}	H^+
A	37,7	5,8	0,17	0,16	1,7	1,2
B	3,3	1,8	0,15	0,05	4,0	4,7

a) Valor S:

b) Valor T:

c) CTC_{efetiva}:

d) V%:

e) Classificar os solos em eutrófico ou distrófico:

6. Determine a textura dos solos do quadro abaixo, com auxílio do triângulo textural:

Solo	Areia	Silte	Argila	Textura
A	40 %	40 %	20 %	
B	10 %	20 %	70 %	
C	60 %	30 %	10 %	
D	20 %	70 %	10 %	

7. Qual a importância de um solo ser bem estruturado?

8. Quais são as práticas a serem adotadas num pomar para evitar problemas de compactação de solo?

9. Citar 5 funções da matéria orgânica.

10. Qual a diferença entre imobilização e mineralização?

Aula 4 – Classificação de solos

Objetivos

Entender a estrutura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

Distinguir as principais ordens do SiBCS.

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:

a) Descrição das características morfológicas internas do solo:

- Espessura e transição entre os horizontes.
- Características dos horizontes (cor, textura, estrutura, consistência, cimentação, poros, etc.).

b) 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 uma 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.



As informações detalhadas para a descrição morfológica do solo são encontradas no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1996).

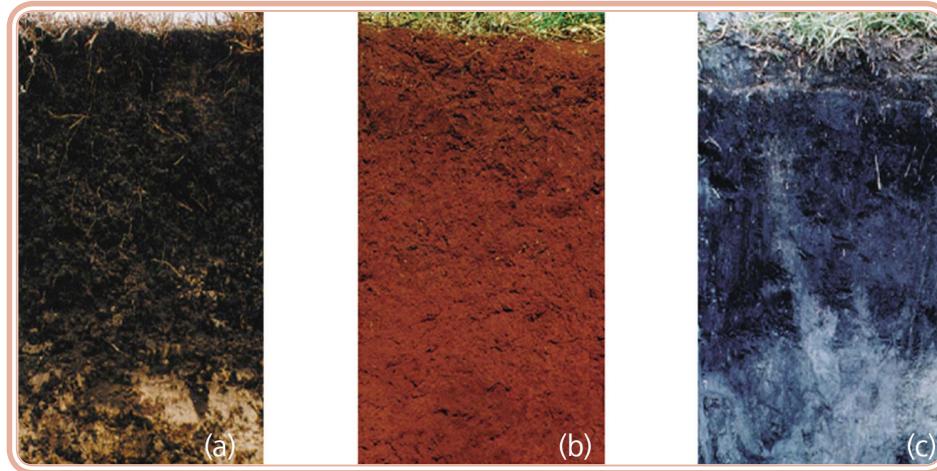


Figura 4.1: Solo com acúmulo de matéria orgânica no horizonte A (a), solo em situação de boa drenagem (b) e solo em situação de má drenagem (c)

Fonte: Streck et al., 2002

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

Fonte: Dalmolin, 2007

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 lembaremos 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, desenvolvida 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.

4.4 Principais ordens do SiBCS

Quadro 4.1: Ordens do SiBCS

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



O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos é uma publicação da EMBRAPA, que está em sua 3ª edição. Para saber mais, procure pelo livro ou, se desejar, a 2ª edição está disponível para download em: <http://www.agrolink.com.br/downloads/sistema-brasileiro-de-classificacao-dos-solos2006.pdf>

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

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

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

Fonte: Autores

A-Z

plintita

São estruturas que se formam no solo, consequência da concentração de ferro, com diâmetro maior que 2 mm, cor vermelha ou vermelha-amarelada. A consistência da plintita é firme, quando úmida e dura ou muito dura, quando seca, podendo ser quebrada com a mão.

Resumo

Nessa aula, estudamos questões relacionadas à classificação de solos. Vimos que a primeira etapa do processo de classificação é a descrição morfológica do perfil, que nos permite chegar a várias conclusões sobre as condições do solo.

Na sequência, discutimos um pouco sobre a importância de classificar um solo e os principais sistemas de classificação existentes.

Para finalizar, demos ênfase ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SIBCS), como ele surgiu, como é estruturado e quais são as principais ordens existentes, bem como suas principais características.



Atividades de aprendizagem

1. Como é estruturado o sistema brasileiro de classificação de solos?
2. Quais são as diferenças entre as ordens do sistema brasileiro de classificação de solos, especialmente em relação à fertilidade natural e limitações de uso destes solos?
3. Quais seriam as ordens de solos com melhor aptidão agrícola para a fruticultura?

Aula 5 – Amostragem de solo

Objetivos

Entender a importância da correta amostragem de solo.

Diferenciar as principais ferramentas de amostragem de solo.

Reconhecer a metodologia e os cuidados para executar corretamente a amostragem.

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, consequentemente, 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.

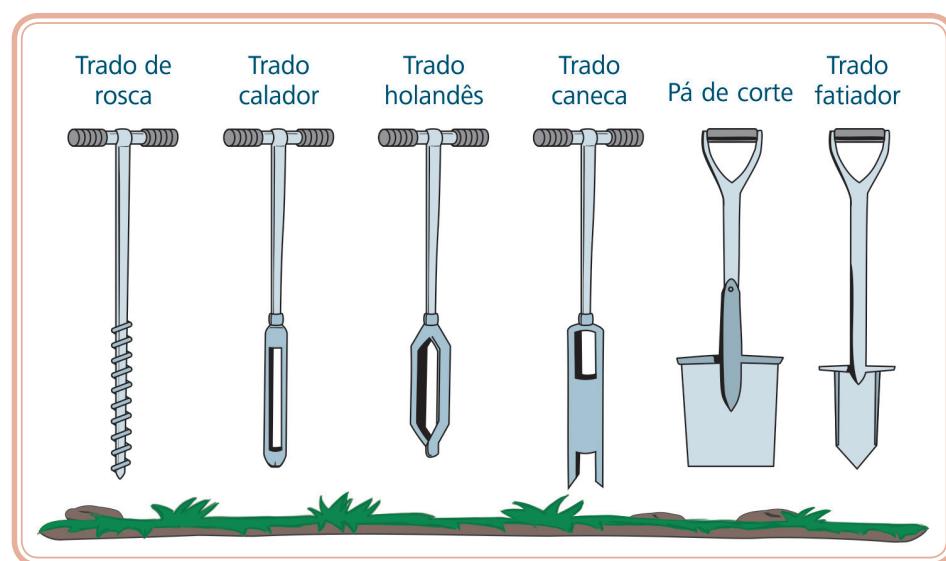


Figura 5.1: Equipamentos que podem ser utilizados na amostragem de solo

Fonte: CTISM, adaptado de Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

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.

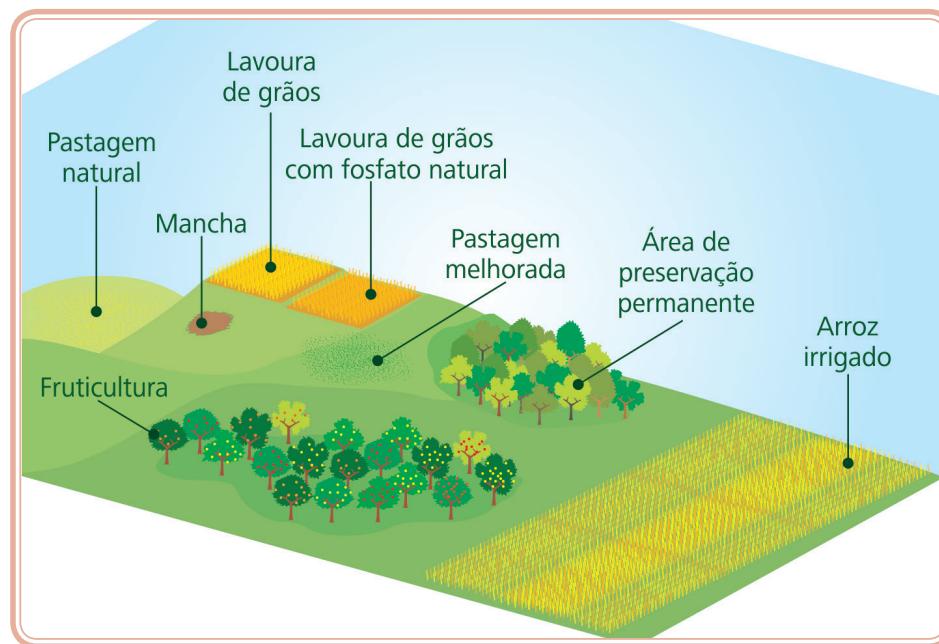


Figura 5.2: Plano de amostragem de uma propriedade, com diferentes declividades e usos do solo

Fonte: CTISM

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.

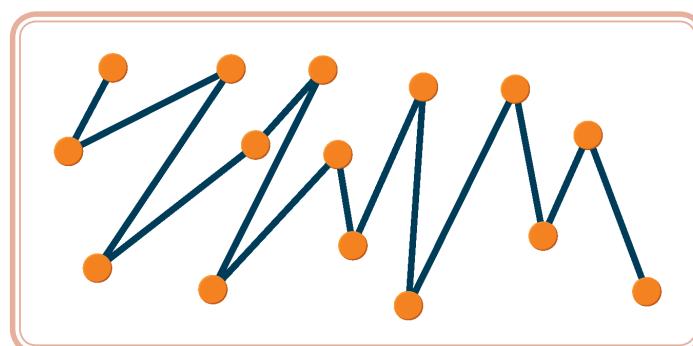


Figura 5.3: Exemplo de caminhamento aleatório e pontos para a coleta de solo

Fonte: CTISM

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.

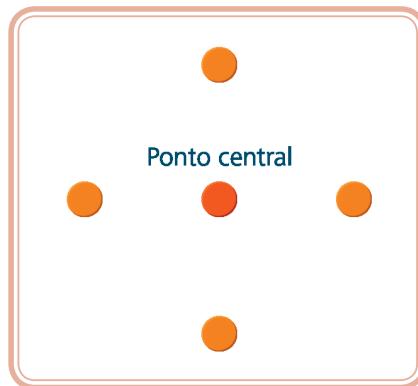


Figura 5.4: Esquema de amostragem em cruz para coleta de solo com uso de trado

Fonte: CTISM

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.



Consulte a lista de laboratórios credenciados e mais informações sobre a Rede Oficial de Laboratórios em:
<http://www.sbcnrs.org.br/index.php?secao=rolas>



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.

Resumo

Nessa aula, conhecemos um pouco mais sobre o processo de amostragem de solo. Descrevemos todas as etapas de sua realização, ressaltando os principais cuidados que precisam ser tomados durante o procedimento de coleta. Além disso, visualizamos os equipamentos e a especificidade de sua utilização. Por fim, ressaltamos a importância da correta realização dessa atividade.



Atividades de aprendizagem

- 1.** Considerando que você planeja implantar um pomar de citros no próximo ano. Quando que você fará a amostragem do solo? Quais motivos fizeram você tomar essa decisão?

- 2.** Imagine que a área que você irá utilizar para o pomar estava ocupada com as seguintes culturas:

Parte 1 – 4 ha com pastagem de inverno (metade com adubação e metade sem).

Parte 2 – 1 ha com reflorestamento de eucalipto (metade na encosta e metade em área de várzea).

Em quantos talhões a área será dividida? Quais serão esses talhões? Quantas sub-amostras você coletará em cada talhão? Qual a profundidade de amostragem?

- 3.** Considerando essa amostragem para a implantação de citros, comente as etapas que você utilizará e quais os principais cuidados e detalhes que irá prestar atenção.

Aula 6 – Acidez do solo e calagem

Objetivos

Entender a origem da acidez e suas formas no solo.

Identificar os problemas causados pela acidez no solo.

Reconhecer o que é a calagem do solo e seus benefícios.

Identificar os principais corretivos de acidez do solo e como deve ser recomendada a sua utilização.

6.1 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.

6.2 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. A fórmula matemática que demonstra essa transformação é:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

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}	
9	10^{-9}	
10	10^{-10}	
11	10^{-11}	Básico
12	10^{-12}	
13	10^{-13}	
14	10^{-14}	

Fonte: Autores



Em relação ao pH

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

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

Na maioria dos solos, o pH está, naturalmente, abaixo de 5,0, sendo necessário que seja elevado para 5,5, 6,0 ou 6,5, conforme for a exigência da cultura. Isso é demonstrado no Quadro 6.2.

Quadro 6.2: Classificação das espécies em relação ao pH do solo

pH de referência	Culturas
pH 6,5	Alfafa, aspargo, piretro.
pH 6,0	Abacateiro, abóbora, alcachofra, alface, alho, almeirão, ameixeira, amendoim, arroz de sequeiro, aveia, bananeira, batata-doce, beterraba, brócolis, cana-de-açúcar, camomila, canola, caqui, cebola, cenoura, cevada, chicória, citros, consorção de gramíneas e leguminosas de estação fria, couve-flor, crisântemo de corte, ervilha, estévia, feijão, figueira, fumo, girassol, hortelã, leguminosas, forrageiras de estação fria, leguminosas forrageiras de estação quente, consorção de gramíneas e leguminosas de estação quente, linho, macieira, maracujazeiro, melancia, melão, milho, moranga, morangueiro, nectarineira, noguera-pecã, painço, pepino, pereira, pessegueiro, pimentão, quivizeiro, rabanete, repolho, roseira de corte, rúcula, soja, sorgo, tomate, tremoço, trigo, triticale, urucum, vevetiver, videira.
pH 5,5	Abacaxizeiro, acácia negra, alfavaca, amoreira-preta, arroz irrigado no sistema de semeadura em solo seco, batata, bracatinga, calêndula, camomila, capim elefante, cardamomo, carqueja, coentro, cúrcuma, erva-doce, eucalipto, funcho, gramíneas forrageiras de estação fria, gramíneas forrageiras de estação quente, gengibre, manjericão, pinus, salsa.
---	Capim-limão, citronela-de-java, palma-rosa e chá.
Sem correção da acidez	Arroz irrigado no sistema pré-germinado ou com transplante de mudas, erva-mate, mandioca, mirtilo, pastagem natural, araucária.

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

A importância de estudar o pH está relacionada a disponibilidade dos nutrientes no solo, como pode ser visualizado na Figura 6.1.

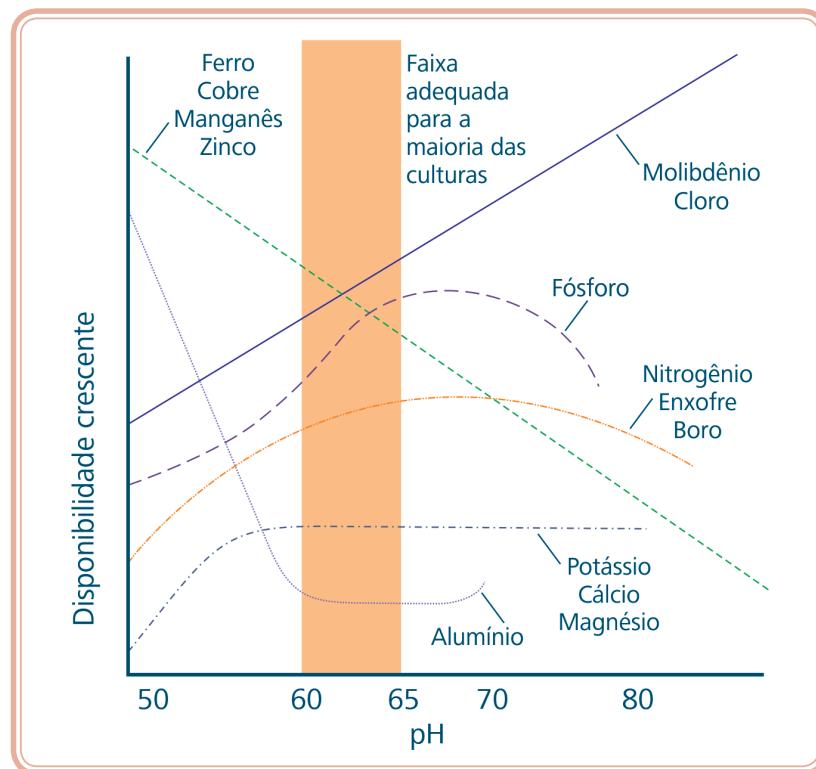


Figura 6.1: Disponibilidade dos nutrientes conforme a variação do pH

Fonte: CTISM, adaptado de Malavolta, 1979

Podemos verificar que, para alguns nutrientes, a disponibilidade diminui com o aumento do pH (por exemplo: ferro e manganês), enquanto outros têm a disponibilidade aumentada quando o pH aumenta (por exemplo: cálcio, potássio e fósforo).

6.3 Origem da acidez do solo

A acidificação do solo é um processo que ocorre naturalmente, pois uma série de fenômenos, como a ação da água da chuva, fazem com que predominem elementos de reação ácida no solo.

O primeiro processo que contribui para a acidificação do solo é a ação da chuva. A água da chuva, ao passar pela atmosfera, reage com o gás carbônico (CO_2) liberando hidrogênio e tornando a água levemente ácida, como é demonstrado abaixo:



A seguir, a água e o hidrogênio atuam no material de origem (rocha), promovendo a degradação deste e a liberação de elementos para a solução do solo. Esses elementos podem ser perdidos, principalmente os cátions básicos, como o sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}), restando os elementos mais reativos, como o alumínio (Al^{+3}), que pode promover a acidez no solo.

Já no solo em formação, pode ocorrer a ação do alumínio (Al^{+3}): ele reage com a água, formando hidróxido de alumínio e, com isso, liberando mais hidrogênio para o solo, diminuindo o pH. Quanto mais hidrogênio, mais o pH irá diminuir, aumentando o intemperismo e liberando mais Al^{+3} para a solução, reativando o ciclo, como pode ser visualizado abaixo:



Por fim, existem outros fatores que também contribuem para promover a acidez do solo:

- A decomposição da matéria orgânica, que libera hidrogênio para a solução.

- b) A utilização de fertilizantes, sobretudo os amoniacais e a ureia.

6.4 Tipos de acidez do solo

Para finalidade de entendimento, a acidez do solo é dividida em acidez ativa e acidez potencial. Na Figura 6.2 é apresentado um esquema demonstrando a fração ativa e a fração potencial da acidez do solo.

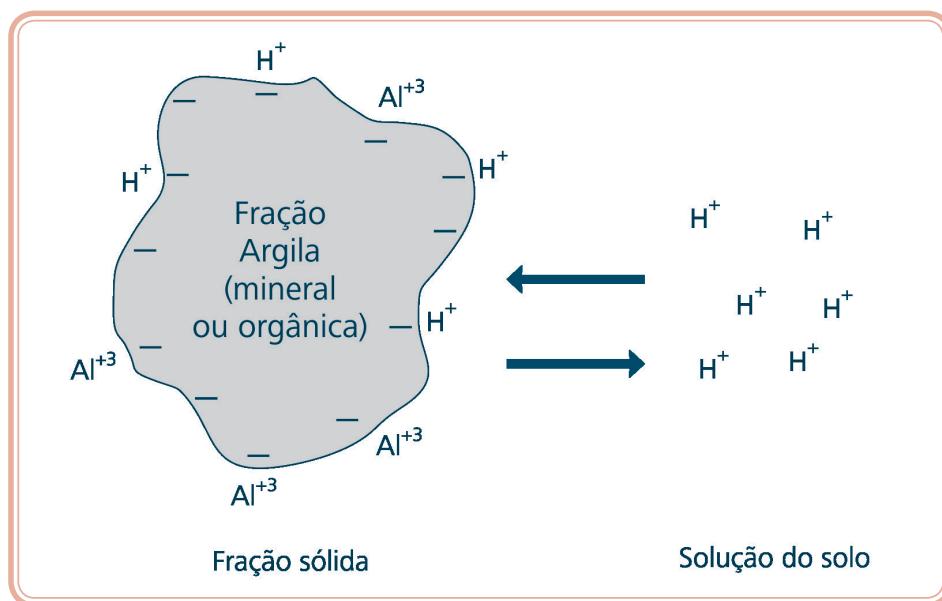


Figura 6.2: Representação esquemática da acidez do solo: potencial, ligada à fração sólida; e a ativa, na solução do solo

Fonte: CTISM, adaptado de autores

Pela Figura 6.2, vemos que a acidez ativa é a que está em solução. Por outro lado, como estão em equilíbrio, cada vez que um hidrogênio (H^+) ou alumínio (Al^{+3}) é removido da solução, uma parte do que está ligado na fração sólida é liberada, tendo o efeito que chamamos de acidez potencial. No Quadro 6.3, temos a descrição dos componentes da acidez ativa e da acidez potencial.

Quadro 6.3: Tipos de acidez do solo

Tipo	Descrição
Acidez ativa	A acidez ativa é a acidez que está em solução no solo e representa a concentração de H^+ livres na solução do solo.
Acidez potencial	É a reserva de acidez, que se encontra nas cargas do solo (fração mineral e orgânica) e é liberada para a solução quando a acidez ativa é neutralizada. Representa a maior parte da acidez do solo (H^+ e Al^{+3}) e é esta que deve ser neutralizada quando da correção do solo.

Fonte: Autores

6.5 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.

6.5.1 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.

6.5.2 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 Encruzilhada 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.

6.5.2.1 Composição

Cada constituinte possui uma capacidade diferente de neutralizar a acidez. Por isso, é necessário conhecer os componentes e sua eficiência. No Quadro 6.4, podemos visualizar a eficiência relativa de cada componente em relação ao carbonato de cálcio, que é considerado com 100 % de reação.

Quadro 6.4: Poder de neutralização de corretivos de solo, formulação química e quantidade equivalente em relação ao carbonato de cálcio

Corretivo	Fórmula	PN ou ECaCO ₃ (%)	Quantidade química (kg)
Carbonato de cálcio	CaCO ₃	100	1.000
Carbonato de magnésio	MgCO ₃	119	840
Hidróxido de cálcio	Ca(OH) ₂	135	741
Hidróxido de magnésio	Mg(OH) ₂	172	581
Óxido de cálcio	CaO	179	559
Óxido de magnésio	MgO	248	403

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Dessa forma, se ao invés de utilizarmos um material predominante em carbonato de cálcio, tivermos disponível algum material rico em óxido de magnésio, a dose a ser utilizada será menos da metade.

6.5.2.2 Granulometria

Além da composição, o tamanho das partículas do material é fundamental para que o corretivo reaja com o solo. Pela legislação brasileira, todo o material corretivo deve ser menor que 2,00 mm, 70 % deve ser menor que 0,84 mm e 50 % menor que 0,30 mm. Isso porque as partículas de calcário maiores que 2,00 mm levarão muito tempo para serem dissolvidas no solo, contribuindo pouco ou quase nada com a correção da acidez.

No entanto, o uso de partículas muito finas terá uma reação muito rápida, elevando o pH, mas sem nenhum efeito residual, fazendo com que outras aplicações tenham que ser realizadas frequentemente.

6.5.2.3 PRNT

O PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) considera o fator composição e o fator granulometria conjuntamente. É calculado da seguinte forma:

$$\text{PRNT (\%)} = \frac{(\text{PN} \times \text{RE})}{100}$$

Pela Legislação brasileira, o PRNT mínimo dos calcários deve ser de 45 %. Já para outros materiais, existem outros valores de referência.

No caso da fruticultura, **devemos conhecer o PRNT** dos corretivos disponíveis para **tomarmos a decisão mais econômica e eficiente**. Como estamos trabalhando com **plantas perenes**, é interessante **utilizar um material um pouco mais grosseiro**, para **termos um bom efeito residual**. Do ponto de vista econômico, materiais mais finos são mais caros, pois exigem maior custo de moagem. Na escolha do corretivo, devemos considerar o custo por unidade de PRNT e não apenas o custo do produto.

6.5.3 Critérios para a indicação da necessidade e da quantidade de corretivos da acidez do solo

Após conhecermos um pouco mais sobre a acidez do solo e os corretivos existentes para corrigi-la, vamos entender como procedemos à definição da necessidade ou não de realizar a calagem e qual a dose a ser utilizada.

Devemos lembrar que a nossa decisão será baseada nos resultados da análise de solo. Por isso, é muito importante que a amostragem tenha sido realizada corretamente, conforme estudamos na aula anterior.

6.5.3.1 Necessito realizar calagem no solo para implantar o meu pomar?

O critério para definição da necessidade ou não de realização da calagem é o pH em água, complementado pelo valor da saturação de bases. O valor para tomada de decisão varia em função da profundidade de amostragem e o tipo de cultura que estamos trabalhando. No caso das frutíferas, as recomendações existentes são as seguintes:

Quadro 6.5: Critérios para a indicação da necessidade e da quantidade de corretivo da acidez para plantas frutíferas

Culturas*	Profundidade de amostragem	Critério de decisão	Quantidade a ser aplicada
Ameixa, figo, noz-pecã, nectarina, pêssego, videira, maracujá	0 - 20	pH _{água} < 6,0 e V < 80 %	1 SMP para pH em água 6,0
Caqui, maçã, citros, pera, kiwi, abacate	0 - 20 e 20 - 40	pH _{água} < 6,0 e V < 80 %	1 SMP para pH em água 6,0
Amora preta, abacaxi	0 - 20	pH _{água} < 5,5	1 SMP para pH em água 5,5

* A cultura do mirtilo, por ser adaptada a solos ácidos, não possui recomendação para realizar a calagem. Por isso, é importante tomar cuidado com o fornecimento de cálcio e magnésio.

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

6.5.3.2 O que significa definir a dose em função do SMP?

O índice SMP é uma maneira de estimar a acidez potencial existente em um solo, para que assim seja aplicada a quantidade suficiente de corretivo para que o pH atinja os valores adequados. Várias pesquisas foram realizadas para calibrar o método com diferentes tipos de solos, sendo por isso o método mais empregado no Rio Grande do Sul. Quanto menor o índice SMP, mais acidez potencial existe no solo e por isso, mais corretivo será necessário para elevar o pH do solo. Podemos ver no Quadro 6.6 as doses recomendadas em função do índice SMP e da expectativa de pH que queremos atingir.

Quadro 6.6: Quantidade de calcário PRNT 100% a ser aplicada em função do índice SMP e do pH desejado

Índice SMP	pH desejado		Índice SMP	pH desejado	
	pH 5,5	pH 6,0		pH 5,5	pH 6,0
4,4	15,0	21,0	5,7	2,8	4,8
4,5	12,5	17,3	5,8	2,3	4,2
4,6	10,9	15,1	5,9	2,0	3,7
4,7	9,6	13,3	6,0	1,6	3,2
4,8	8,5	11,9	6,1	1,3	2,7
4,9	7,7	10,7	6,2	1,0	2,2
5,0	6,6	9,9	6,3	0,8	1,8
5,1	6,0	9,1	6,4	0,6	1,4
5,2	5,3	8,3	6,5	0,4	1,1
5,3	4,8	7,5	6,6	0,2	0,8
5,4	4,2	6,8	6,7	0	0,5
5,5	3,7	6,1	6,8	0	0,3
5,6	3,2	5,4	6,9	0	0,2

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004



Para conhecer mais sobre a definição da dose de calcário, consulte o Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Ele está disponível na web, no link:
http://www.sbcnsrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf

É importante destacar que a dose recomendada pelo Quadro 6.6 refere-se a um corretivo com PRNT 100 %. Assim, devemos corrigir a dose em função do PRNT do corretivo que temos disponível, utilizando a seguinte fórmula:

$$t/ha \text{ de corretivo} = \frac{t/ha \text{ (Quadro 6.6)} \times 100}{PRNT}$$

Exemplos

Corretivo a ser utilizado: calcário dolomítico com PRNT de 70 %.

Solo 1:

Cultura: **Abacaxi**

pH = 4,8

V% = 55 %

SMP = 5,4

Necessita calagem (Quadro 6.5)? Sim, o pH é menor que 5,5

Quanto (Quadro 6.6)? O SMP é 5,4 e o pH a ser atingido é 5,5 = 4,2 t/ha

Dose de calcário (PRNT 70 %): 6 t/ha

Solo 2:

Cultura: **Pêssego**

pH = 5,3

V% = 55 %

SMP = 5,7

Necessita calagem (Quadro 6.5)? Sim, o pH é menor que 6,0 e a V < 80 %

Quanto (Quadro 6.6)? O SMP é 5,7 e o pH a ser atingido é 6,0 = 4,8 t/ha

Dose de calcário (PRNT 70 %): 6,9 t/ha

Solo 3:

Cultura: **Amora preta**

pH = 5,7

V% = 70 %

SMP = 6,1

Necessita calagem (Quadro 6.5)? Não, pois o pH é maior que 5,5

Solo 4:

Cultura: **Ameixa**

pH = 5,8

V% = 82 %

SMP = 6,5

Necessita calagem (Quadro 6.5)? Não. Apesar de o pH ser menor que 6,0, a saturação de bases (V) é maior que 80 %. Apenas um critério foi satisfeito.

Solo 5:

Cultura: **Macieira**

pH = 5,3 (amostra 0 a 20 cm) e 4,9 (amostra 20 a 40 cm)

V% = 70 % (amostra 0 a 20 cm) e 55 % (amostra 20 a 40 cm)

SMP = 5,7 (amostra 0 a 20 cm) e 5,4 (amostra 20 a 40 cm)

Necessita calagem (Quadro 6.5)? Sim, o pH é menor que 6,0 e a V < 80 % em ambas as profundidades.

Quanto (Quadro 6.6)? O SMP é 5,7 e o pH a ser atingido é 6,0 = 4,8 t/ha (0 a 20 cm). O SMP é 5,4 e o pH a ser atingido é 6,0 = 6,8 t/ha

Dose de calcário (PRNT 70 %): 6,9 t/ha + 9,7 t/ha = 16,6 t/ha

Não pode ser esquecido que essa dose é para a camada 0 a 40 cm.

6.5.4 Formas de aplicação dos corretivos

No caso das frutíferas, a aplicação de corretivos precisa ser planejada para que tenha um efeito residual, pois a área não será revolvida por um longo período. A incorporação em profundidade (a maior possível) também deve ser eficiente para que o ambiente subsuperficial seja corrigido, permitindo um bom desenvolvimento radicular.

Recomenda-se realizar a calagem com pelo menos 3 meses de antecedência ao plantio, para que haja tempo do corretivo reagir e corrigir o pH do solo. Além disso, a incorporação exige vários revolvimentos do solo, o que vai necessitar de condições ambientais adequadas para a entrada de máquinas.

Quanto à distribuição dos corretivos, no caso de pomares, pode-se corrigir a área total ou adotar uma correção parcial, concentrada na faixa de cultivo, visando acelerar o processo e diminuir o custo inicial da implantação. Nesse caso, antes da implantação do pomar, é realizada a correção através da aplicação de corretivo na faixa que receberá as mudas, incorporando preferencialmente até 40 cm (ou de acordo com o grupo de plantas, conforme o Quadro 6.5). Após isso, mas antes das mudas atingirem idade adulta, corrigem-se as faixas entre as plantas, até 20 cm de profundidade, para proporcionar um ambiente favorável às raízes superficiais das frutíferas e para as culturas intercalares conseguirem um bom desenvolvimento. Esta correção na entrelinha é fundamental, tanto para o crescimento lateral das raízes das frutíferas, para que explorem maior volume de solo e tenham maiores condições de absorção de nutrientes e água, como para as plantas que podem ser cultivadas nesse espaço.

Deve-se monitorar o pH do solo com o passar do tempo, realizando análises a cada 3 anos, pelo menos, e caso se verifique a acidificação do solo, realiza-se a reaplicação apenas na superfície do solo.

Resumo

A calagem é uma atividade essencial antes da implantação do pomar na maioria dos solos. Nessa aula, entendemos um pouco mais da origem da acidez nos solos e qual o caminho para corrigi-la. Para isso, explanamos sobre os tipos de corretivos, suas características e quais os cuidados e procedimentos adequados para uma maior eficiência de sua aplicação. Cabe salientar a importância da correção nas entrelinhas do pomar.



Atividades de aprendizagem

1. Considerando os fatores que levam a acidificação do solo, você acha que os solos da sua propriedade (ou do seu município) necessitam de correção de acidez?
2. Comente sobre os benefícios indiretos da calagem.
3. Considerando as situações abaixo, faça as recomendações relacionadas à necessidade ou não de aplicação de corretivos de acidez do solo, completando o quadro abaixo. Considerar que tens disponível, como corretivo, de acidez do solo um calcário dolomítico com PRNT de 75 %.

Solo	Cultura	Amostr.	pH	V%	SMP	Necessita?	Quanto?	Dose?
A	Amoreira-preta	0 a 20 cm	5,2	60 %	5,8			
B	Videira	0 a 20 cm	5,4	70 %	6,2			
C	Figueira	0 a 20 cm	5,8	82 %	6,7			
D	Citros	0 a 20 cm	5,5	67 %	5,8			
		20 a 40 cm	5,2	55 %	5,4			
E	Abacaxizeiro	0 a 20 cm	5,9	75 %	6,5			
F	Pessegueiro	0 a 20	5,7	65 %	6,4			

Aula 7 – Nutrientes do solo e adubos

Objetivos

Identificar as diferenças entre os nutrientes essenciais, úteis e tóxicos.

Identificar quais são os nutrientes essenciais, os úteis e os tóxicos.

Reconhecer as diferenças entre os adubos minerais e orgânicos, bem como a sua correta utilização.

7.1 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.

7.2 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).

7.3 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.

7.3.1 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).

7.3.2 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.

7.3.3 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.

7.3.4 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.

7.3.5 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.

7.3.6 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.

7.4 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

Fonte: Adaptado de Bissani et al., 2008

7.5 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.

7.6 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 reimplantação de um pomar na mesma área é toxidez por cobre (Cu), devido às aplicações sucessivas de calda bordalesa e outros fungicidas.

7.7 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 exacerbada ou no momento inadequado, pode provocar perdas e, consequentemente, 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 ₂ O ₅ . Apresenta, ainda, quantidades residuais de enxofre.
Superfosfato triplo	Possui 41 % de P ₂ O ₅ . É um dos fertilizantes mais concentrados em fósforo.
MAP	Possui 48 % de P ₂ O 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 ₂ O 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 ₂ O. 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.

Fonte: Adaptado de Bissani et al., 2008 e Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

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, consequentemente, 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.

Quadro 7.3: Fertilizantes orgânicos e principais características	
Fertilizante	Características principais
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.

Fonte: Adaptado de Bissani et al., 2008 e Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

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.

Resumo

A nutrição das plantas deve ser realizada de forma adequada para que elas possam alcançar o potencial de produção. Para isso, é preciso conhecer os nutrientes essenciais e qual a necessidade da cultura que estamos trabalhando. Também, faz-se necessário obter informações a respeito dos micronutrientes e dos nutrientes úteis que nossa cultura necessita. Por fim, conhecemos as principais fontes de nutrientes, ou seja, a adubação mineral e a adubação orgânica. Sobre essa, apesar das dificuldades de ajustes de doses, se for utilizada em conjunto com outras práticas, permite obter uma produção orgânica, com maior valor de mercado.

Atividades de aprendizagem



1. O que um elemento precisa para ser considerado nutriente?
2. Como podemos evitar problemas com elementos tóxicos?
3. Na implantação de um pomar, que fonte de nutrientes (mineral ou orgânica) você utilizaria e que fatores você levará em consideração para essa escolha?
4. Cite algumas vantagens da adubação mineral. Comente sobre quais cuidados devemos tomar para evitar a poluição ambiental quando utilizamos essas fontes.

Aula 8 – Interpretação de análise de solo e recomendação de adubação

Objetivos

Entender como se procede a interpretação de uma análise de solo.

Reconhecer as etapas para a recomendação de fertilizantes.

8.1 Interpretação de análises de solo

Após coletada a amostra de solo, enviada ao laboratório e analisada, o que recebemos é um laudo de análise de solo, como o exemplo da Figura 8.1.

Laudo de análise de solo								
Registro da amostra no laboratório								
Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistemas de cultivo	Prof. (cm)		
25350	B85	44	Potreiro frente	2	-	0-20		
Diagnóstico para acidez do solo e calagem								
Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)	
25350	4,7	2,3	0,6	2,5	13,7	5,6	44,6	18,2
-----cmol/dm ³ -----								
Diagnóstico para macronutrientes e recomendações de adubação NPK-S								
Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	P-resina	K	CTC _{PH7} K
25350	2,1	23	3	2,9	3,7	-	0,153	16,8 65
-----mg/dm ³ -----								
Diagnóstico para micronutrientes e relações molares								
Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações molares	
25350	0,5	0,7	0,4	7,0	6,3	-	3,5	19,0 0,09
-----mg/dm ³ -----								

Figura 8.1: Exemplo de laudo de análise de solo

Fonte: Autores

A interpretação de análise de solo consiste em classificar os valores contidos no laudo de análise de solo em níveis, seguindo as tabelas de interpretação dos valores.





Para conhecer mais sobre a interpretação de análise de solo, consulte o Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Ele está disponível para consulta e download no link:

http://www.sbccs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf

Então, dando início à interpretação da análise de solo da Figura 8.1, vamos seguir a sequência de tabelas de interpretação do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A primeira tabela é a que está logo abaixo (Tabela 8.1).

Tabela 8.1: Interpretação de valores de pH em água, saturação da CTC por bases e por alumínio

Interpretação	pH em água	Saturação por bases	Saturação por alumínio
		(CTC _{pH 7,0})	(CTC _{eletiva})
		%	
Muito baixo	≤ 5,0	< 45	< 1
Baixo	5,1 – 5,4	45 – 64	1 – 10
Médio	5,5 – 6,0	65 – 80	10,1 – 20
Alto	> 6,0	> 80	> 20

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Nesta Tabela 8.1, basta olhar os resultados obtidos no laudo de análise de solo e relacionar com a interpretação. Sendo assim:



pH em água = 4,7 → **Muito baixo**.

Saturação por bases = 18,2 % → **Muito baixo**.

Saturação por alumínio = 44,6 % → **Alto**.

Na sequência, temos a Tabela 8.2, que apresenta a interpretação de outros resultados obtidos no laudo de análise de solo.

Tabela 8.2: Interpretação de teores de argila e de matéria orgânica e da capacidade de troca de cátions a pH 7,0

Argila		Matéria orgânica		CTC _{pH 7,0}	
Faixa %	Classe	Faixa %	Interpretação	Faixa Cmol./dm ³	Interpretação
≤ 20	4	≤ 2,5	Baixo	≤ 5,0	Baixo
21 – 40	3	2,6 – 5,0	Médio	5,1 – 15,0	Médio
41 – 60	2	> 5,0	Alto	> 15,0	Alto
> 60	1	---	---	---	---

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Da mesma forma que realizamos antes, vamos olhar os resultados obtidos no laudo de análise do solo e relacionar com a interpretação. Sendo assim:

Argila = 23 % → **Classe 3.**



Matéria orgânica = 2,1 % → **Baixo**.

CTC_{pH 7,0} = 16,8 cmol_c/dm³ → **Alto**.

A próxima tabela que iremos trabalhar é a de interpretação dos teores de fósforo (P). Aqui muda um pouco a forma de interpretar. Primeiro temos que classificar o teor de argila do solo em classe 1, 2, 3 ou 4. Isso nós realizamos no passo anterior e verificamos que o teor de argila é classe 3. Porém, se for necessário, basta olhar o rodapé da Tabela 8.3 que lá são apresentadas as informações para classificar o teor de argila.

Após, devemos achar a coluna que apresenta a classe de argila do solo e nos fixarmos nela. Nesta coluna, devemos encontrar o valor de fósforo (P) obtido no laudo de análise de solo e, para finalizar, ver em qual faixa de interpretação ele se encontra.

Tabela 8.3: Interpretação do teor de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1, conforme o teor de argila e para solos alagados

Interpretação	Classe de solo conforme o teor de argila ⁽¹⁾				Solos alagados
	1	2	3	4	
	mg/dm ³				
Muito baixo	≤ 2,0	≤ 3,0	≤ 4,0	≤ 7,0	-
Baixo	2,1 – 4,0	3,1 – 6,0	4,1 – 8,0	7,1 – 14,0	≤ 3,0
Médio	4,1 – 6,0	6,1 – 9,0	8,1 – 12,0	14,1 – 21,0	3,1 – 6,0
Alto	6,1 – 12,0	9,1 – 18,0	12,1 – 24,0	21,1 – 42,0	6,1 – 12,0
Muito alto	> 12,0	> 18,0	> 24,0	> 42,0	> 12,0

⁽¹⁾Teores de argila: classe 1 = > 60 %; classe 2 = 60 a 41 %; classe 3 = 40 a 21 %; classe 4 = ≤ 20 %.

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Sendo assim, de acordo com os resultados do laudo de análise de solo da Figura 8.1, temos:

Argila = 23 % → **Classe 3.**



Fósforo (P) = 3,7 mg/dm³

Na coluna da classe 3, o valor 3,7 é **Muito baixo**.



É importante salientar que aqui trabalhamos com a interpretação dos teores de fósforo no solo extraído pelo método Mehlich-1. Você poderá encontrar laudos de análises de solos com o fósforo extraído pelo método da Resina. Para este caso, existem tabelas específicas de interpretação, que podem ser encontradas no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Na sequência, trabalharemos com a Tabela 8.4, que diz respeito à interpretação do teor de potássio no solo. Para realizar esta interpretação, primeiramente, devemos buscar o valor da CTC_{pH 7,0} do solo. Após, verificamos em qual faixa ela se enquadra na Tabela 8.4 ($> 15,0$; $5,1 - 15,0$ ou $\leq 5,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) e nos fixamos apenas na coluna referente a esta faixa. Para finalizar, basta encontrar o valor de potássio (K), obtido no laudo de análise de solo, na coluna determinada anteriormente e ver em qual faixa de interpretação ele se encontra.

Tabela 8.4: Interpretação do teor de potássio conforme as classes de CTC do solo a pH 7,0

Interpretação	CTC _{pH 7,0} (cmol _c /dm ³)		
	$> 15,0$	$5,1 - 15,0$	$\leq 5,0$
	mg de K/dm ³		
Muito baixo	≤ 30	≤ 20	≤ 15
Baixo	$31 - 60$	$21 - 40$	$16 - 30$
Médio	$61 - 90$	$41 - 60$	$31 - 45$
Alto	$91 - 180$	$61 - 120$	$46 - 90$
Muito alto	> 180	> 120	> 90

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Sendo assim, de acordo com os resultados do laudo de análise de solo da Figura 8.1, temos:



$\text{CTC}_{\text{pH } 7,0} = 16,8 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3 \rightarrow \text{coluna } (> 15,0)$.

$\text{Potássio (K)} = 65 \text{ mg/dm}^3$

Na coluna ($> 15,0$), o **valor 65 é Médio**.

Na sequência temos a Tabela 8.5, que apresenta a interpretação de outros resultados obtidos no laudo de análise de solo.

Tabela 8.5: Interpretação dos teores de cálcio e de magnésio trocáveis e de enxofre extraível do solo

Interpretação	Cálcio	Magnésio	Enxofre mg/dm ³
	cmol _c /dm ³		
Baixo	≤ 2,0	≤ 0,5	≤ 2,0
Médio	2,1 – 4,0	0,6 – 1,0	2,1 – 5,0
Alto	> 4,0	> 1,0	> 5,0

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Da mesma forma que realizamos com os primeiros valores interpretados, basta olhar os resultados obtidos no laudo de análise de solo e relacionar com a interpretação. Sendo assim:

Cálcio = 2,3 cmol_c/dm³ → **Médio.**



Magnésio = 0,6 cmol_c/dm³ → **Médio.**

Enxofre = 2,9 mg/dm³ → **Médio.**

Para finalizar, temos a Tabela 8.6, que apresenta a interpretação dos teores de micronutrientes no solo.

Tabela 8.6: Interpretação dos teores de micronutrientes no solo

Interpretação	Cobre	Zinco	Boro	Manganês	Ferro g/dm ³
		mg/dm ³			
Baixo	< 0,2	< 0,2	< 0,1	< 2,5	–
Médio	0,2 – 0,4	0,2 – 0,5	0,1 – 0,3 ⁽¹⁾	2,5 – 5,0	–
Alto	> 0,4	> 0,5	> 0,3	> 5,0	> 5,0

⁽¹⁾ Para a cultura da videira o teor adequado de boro no solo varia de 0,6 a 1,0 mg/dm³.

Fonte: Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004

Para esta tabela, também basta olhar os resultados obtidos no laudo de análise de solo e relacionar com a respectiva faixa de interpretação. Sendo assim:

Cobre (Cu) = 0,5 mg/dm³ → **Alto.**



Zinco (Zn) = 0,7 mg/dm³ → **Alto.**

Boro (B) = 0,4 mg/dm³ → **Alto.**

Manganês (Mn) = 6,3 mg/dm³ → **Alto.**

Ferro (Fe) = 7,0 mg/dm³ → **Alto.**

Um resumo do trabalho realizado até aqui está apresentado na Tabela 8.7.

Tabela 8.7: Resumo dos resultados da interpretação da análise de solo

Variável	Interpretação
pH em água	Muito baixo
Saturação por bases	Muito baixo
Saturação por alumínio	Alto
Argila	Classe 3
Matéria orgânica	Baixo
CTC _{pH 7,0}	Alto
Fósforo (P)	Muito baixo
Potássio (K)	Médio
Cálcio (Ca)	Médio
Magnésio (Mg)	Médio
Enxofre (S)	Médio
Cobre (Cu)	Alto
Zinco (Zn)	Alto
Boro (B)	Alto
Manganês (Mn)	Alto
Ferro (Fe)	Alto

Fonte: Autores

8.2 Recomendações de adubação de frutíferas

A recomendação de fertilizantes para as culturas, especificamente para as frutíferas, deve ser baseada em três fatores principais:

- Os teores dos nutrientes no solo, que são obtidos a partir da análise de solo e sua interpretação.
- A espécie a ser implantada, já que cada uma apresenta uma demanda específica de nutrientes.
- A expectativa de rendimento do pomar.

Algumas espécies de frutíferas irão exigir um acompanhamento de seu estado nutricional através de análise foliar.



Todas as orientações necessárias para a adubação das frutíferas, como a necessidade de cada espécie e a metodologia de coleta e interpretação dos

resultados da análise foliar, são obtidas no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Para fins de exemplificar uma recomendação de adubação, vamos simular uma situação de um pomar de amoreira-preta. A recomendação de adubação para esta frutífera está na página 228 do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

1º Passo: Calagem.

Seguir as orientações constantes na unidade “Acidez do Solo e Calagem”. Dessa forma, temos o seguinte:



O pH do solo é 4,7.

O pH deve ser elevado a 5,5 (Quadro 6.5).

O SMP do solo é 5,0.

Dessa forma, a dose de calcário a ser aplicada é 6,6 t/ha (Quadro 6.6).

Considerando que o calcário tenha PRNT de 75 %, a dose a ser aplicada é 8,8 t/ha, incorporada a 20 cm de profundidade.

2º Passo: Nitrogênio (adubação de manutenção).

- O teor de matéria orgânica do solo é de 2,1 %.

Sendo assim, deve ser aplicado:

- 15 g de N/planta na primavera.
- 15 g de N/planta na pós-colheita.
- Existe a orientação de utilizar sulfato de amônio como adubo nitrogenado.
- O sulfato de amônio tem 20 % de N (Quadro 7.2).

Assim, a recomendação fica:

- 75 g de sulfato de amônio por planta na primavera.

- 75 g de sulfato de amônio por planta na pós-colheita.
- O fertilizante deve ser colocado ao redor das plantas, distanciado aproximadamente 15 cm das mesmas.
- No 1º ano, não aplicar N para evitar a queima das gemas vegetativas.

3º Passo: Fósforo e Potássio (adubação de pré-plantio).

De acordo com a interpretação da análise de solo (Tabela 8.7):

- Fósforo (P): Muito baixo.
- Potássio (K): Médio.

Sendo assim, as recomendações são:

- 150 kg de P₂O₅ por hectare.
- 60 kg de K₂O por hectare.
- Vamos supor que os fertilizantes que iremos utilizar são o MAP (48 % de P₂O₅) e o cloreto de potássio (58 % de K₂O).

Logo, as quantidades de fertilizantes a serem utilizadas são:

- 312 kg de MAP por hectare.
- 103 kg de cloreto de potássio por hectare.
- A adubação de pré-plantio deve ser feita junto do preparo do solo.

4º Passo: Fósforo e Potássio (adubação de manutenção).

De acordo com a interpretação da análise de solo (Tabela 8.7):

- Fósforo (P): Muito baixo.
- Potássio (K): Médio.

Sendo assim, as recomendações são:

- 15 g de P₂O₅/planta/ano.
- 5 g de K₂O/planta/ano.
- Vamos supor que os fertilizantes que iremos utilizar são o MAP (48 % de P₂O₅) e o cloreto de potássio (58 % de K₂O).

Logo, as quantidades de fertilizantes a serem utilizadas são:

- 31 g de MAP/planta/ano.
- 8,5 g de cloreto de potássio/planta/ano.
- As adubações de manutenção devem ser feitas em agosto, antes da brotação e da floração.

5º Passo: Adubação orgânica.

- Aplicar, anualmente, a lanço, 10 t/ha de cama de aves ou 30 t/ha de esterco bovino.
- Deve ser aplicado e incorporado superficialmente ao solo no final do inverno.

6º Passo: Análise foliar.

- A orientação para coleta de amostras para análise foliar encontra-se detalhada no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, bem como a interpretação dos resultados.

As recomendações detalhadas sobre a adubação das frutíferas serão abordadas nas disciplinas específicas de produção de frutas.



Resumo

Nessa aula, trabalhamos sobre como se procede a interpretação de análises de solos e a recomendação de adubação das frutíferas. Ressaltamos que todo o conjunto de orientações necessárias para realizarmos estes trabalhos

encontra-se detalhado no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo importante material e bibliografia base para o Técnico em Fruticultura.



Atividades de aprendizagem

1. Com base no laudo de análise de solo da Figura 8.2, faça a recomendação de adubação e calagem para a cultura da amoreira-preta.

Laudo de análise de solo								
Registro da amostra no laboratório								
Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistemas de cultivo	Prof. (cm)	Georef.	
35521	C75	88	Beira do mato	4	-	0-20	-	
Diagnóstico para acidez do solo e calagem								
Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)	Índice SMP
35521	5,4	3,7	1,8	0,2	3,5	6,0	3,3	62,8
		-----cmol _c /dm ³ -----					Al	Bases
Diagnóstico para macronutrientes e recomendações de adubação NPK-S								
Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	P-resina	K	CTC _{pH7}
35521	2,8	48	2	11,0	6,8	-	0,265	9,3
	—m/v----			-----mg/dm ³ -----			--cmol _c /dm ³ --	mg/dm ³
Diagnóstico para micronutrientes e relações molares								
Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações molares	
35521	0,7	0,8	0,4	6,0	8,0	-	Ca/Mg	(Ca+Mg)/K
	-----mg/dm ³ -----							K/(Ca + Mg) ^{1/2}

Figura 8.2: Exercício – Laudo de análise de solo

Fonte: Autores

Referências

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.

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.

LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 84 p.

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

Currículo do professor-autor



O professor **Luciano Zucuni Pes** leciona as disciplinas de Solos e Culturas Anuais no Curso Técnico em Agropecuária do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maira, bem como a disciplina de Operações de Máquinas em Agricultura de Precisão, no Mestrado Profissionalizante em Agricultura de Precisão, da mesma instituição. Formou-se Técnico Agrícola, com Habilitação em Agropecuária, pelo Colégio Agrícola de Santa Maria (atual Colégio Politécnico), graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria, local onde realizou o Mestrado em Engenharia Agrícola e o Doutorado em Ciência do Solo. Possui diversos trabalhos de pesquisa publicados nas áreas de Solos e Agricultura de Precisão. Orienta discentes de Iniciação Científica e no Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão. Atualmente, é Chefe do Setor Agropecuário do Colégio Politécnico.



Marlon Hilgert Arenhardt é Mestrando em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria, na área de Microbiologia do Solo, sendo bolsista do projeto Xisto Agrícola, no convênio EMBRAPA/CPCAT/PETROBRÁS. Formou-se Técnico em Agropecuária na Escola Técnica Estadual Cruzeiro do Sul, em São Luiz Gonzaga, e Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Santa Maria. Foi Bolsista do Programa de Educação Tutorial de 2010 e 2012, atuando em diversas atividades interdisciplinares de Ensino, Pesquisa e Extensão.